



Иновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№1 (21) 2019

Инновации в АПК: проблемы и перспективы

Теоретический и научно-практический журнал
Учредитель Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Белгородский государственный
аграрный университет имени В.Я. Горина»
Официальный сайт: <http://www.bsaa.edu.ru>

В журнале публикуются результаты фундаментальных и прикладных исследований, обсуждаются теоретические, методологические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса России и зарубежья, предлагаются пути их решения

Издаётся с 2013 года

Выходит один раз в квартал

Выпуск 1 (21)
2019 г.

п. Майский
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ
2019

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
Турьянский А.В., д. э. н., профессор

Заместители главного редактора
Дорофеев А.Ф., д. э. н., доцент

Члены редакционной коллегии:

Азаров В.Б. , д. с.-х. н., профессор;	Ломазов В.А. , д. физ.-мат. н., профессор;
Андрианов Е.А. , д. с.-х. н., профессор;	Меделяева З.П. , д. э. н., профессор;
Аничин В.Л. , д. э. н., профессор;	Мязин Н.Г. , д. с.-х. н., профессор;
Афоничев Д.Н. , д. тех. н., профессор;	Наседкина Т.И. , д. э. н., профессор;
Бабинцев В.П. , д. фил. н., профессор;	Наумкин В.Н. , д. с.-х. н., профессор;
Вендин С.В. , д. тех. н., профессор;	Пастухов А.Г. , д. тех. н., профессор;
Груздова Л.Н. , к. э. н., доцент;	Поливаев О.И. , д. тех. н., профессор;
Гурин А.Г. , д. с.-х. н., профессор;	Растопчина Ю.Л. , к. э. н., доцент;
Демидова А.Г. , к. с.-х. н., доцент;	Саенко Ю.В. , д. тех. н., доцент;
Запорожцева Л.А. , д. э. н., профессор;	Сидоренко О.В. , д. э. н., доцент;
Колесников А.С. , к. тех. н., доцент;	Скuryтин Н.Ф. , д. тех. н., профессор;
Коломейченко А.В. , д. тех. н., профессор;	Смуrow С.И. , к. с.-х. н.;
Котлярова Е.Г. , д. с.-х. н., профессор;	Столяров О.В. , д. с.-х. н., профессор;
Коцарева Н.В. , д. с.-х. н., доцент;	Ступаков А.Г. , д. с.-х. н., профессор;
Лебедев А.Т. , д. тех. н., профессор;	Токарь Е.В. , д.э.н., профессор
Лицуков С.Д. , д. с.-х. н., профессор;	

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Турьянский А.В., д. э. н., профессор (Россия) – председатель;
Дорофеев А.Ф., д. э. н., доцент (Россия) – зам. председателя.

Члены научно-редакционного совета:

Бондаренко Л.В., д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);
Вереновска А., PhD э. н. (Польша);
Ерохин М.Н., д. т. н., профессор, академик РАН (Россия);
Колесников А.В., д. э. н., доцент (Россия);
Леммер А.Дж., д. с.-х. н. (Германия);
Простенко А.Н., к. э. н. (Россия);
Савченко Е.С., д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);
Турусов В.И., д. с.-х. н., профессор, академик РАН (Россия);
Ужик В.Ф., д. т. н. профессор (Россия);
Ушачев И.Г., д. э. н., профессор, академик РАН (Россия);
Яска Е., PhD э. н. (Польша).

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-63038 от 10 сентября 2015 г.
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

ISSN – 2311 – 9535

Подписной индекс в каталоге «Объединенный каталог. Пресса России.
Газеты и журналы» – **40760**.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (**РИНЦ**).

Материалы издания выборочно включаются в реферативную базу данных **Agris**.

Распоряжением Минобрнауки России № 21-р от 12.02.2019 г. в **Перечень ведущих рецензируемых научных журналов**, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук включены следующие научные специальности, представленные в журнале:

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

05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки),

05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки),

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки),

06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки),

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки),

08.00.10 – Финансы, денежное обращение и кредит (экономические науки),

08.00.12 – Бухгалтерский учет, статистика (экономические науки)

Редактор **Потапов Н.К.**

Дизайн-макет и компьютерная вёрстка **Потапов Н.К.**

Адрес редакции и издателя журнала

308503, ул. Вавилова, 1, п. Майский, Белгородский р-н, Белгородская обл., Россия

Тел.: +7-4722-39-22-68, Факс: +7-4722-39-22-62

Официальный сайт журнала: <http://www.journal-belgau.ru>

Отпечатано в ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА»

Подписано в печать 29.03.2019 г., дата выхода в свет – 10.04.2019 г.

Усл. п.л.19 Тираж 1000 экз. Заказ № 1547 Свободная цена.

Адрес типографии: г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 137, корпус 1, офис 357

Тел. +7-4722-35-88-99; +7-910-360-14-99

e-mail: polyterra@mail.ru, официальный сайт: <http://www.polyterra.ru>

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», 2019.

Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives

Theoretical, research and practice journal

**Founder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”**

Official website: <http://www.bsaa.edu.ru>

*The journal publishes the results of fundamental and applied research,
discusses the theoretical, methodological and applied problems of the agro-industrial complex
of Russia and abroad, suggests ways to solve them*

Published since 2013

Issued once per quarter

**Release 1 (21)
2019**

**Maysky
FSBEI HE Belgorod SAU
2019**

EDITORIAL STAFF

Editor in Chief

Tur'ianskii A.V., Dr. Econ. Sci., professor

Deputy editors

Dorofeev A.F., Dr. Econ. Sci., associate professor

Members of Editorial Staff

Azarov V.B., Dr. Agr. Sci., professor;

Andrianov E.A., Dr. Agr. Sci., professor;

Anichin V.L., Dr. Econ. Sci., professor;

Afonichev D.N., Dr. Tech. Sci., professor;

Babintsev V.P., Dr. Phil. Sci., professor;

Vendin S.V., Dr. Tech. Sci., professor;

Gruzdova L.N., Cand. Econ. Sci., as. prof.;

Gurin A.G., Dr. Agr. Sci., professor;

Demidova A.G., Cand. Agr. Sci., as. prof.;

Zaporozhtseva L.A., Dr. Econ. Sci., professor;

Kolesnikov A.S., Cand. Tech. Sci., as. prof.;

Kolomeichenko A.V., Dr. Tech. Sci., professor;

Kotliarova E.G., Dr. Agr. Sci., professor;

Kotsareva N.V., Dr. Agr. Sci., as. prof.;

Lebedev A.T., Dr. Tech. Sci., professor;

Litsukov S.D., Dr. Agr. Sci., professor;

Lomazov V.A., Dr. Phys.-math. Sci., prof.;

Medeliyeva Z.P., Dr. Econ. Sci., professor;

Myazin N.G., Dr. Agr. Sci., professor;

Nasedkina T.I., Dr. Econ. Sci., professor;

Naumkin V.N., Dr. Agr. Sci., professor;

Pastukhov A.G., Dr. Tech. Sci., professor;

Polivaev O.I., Dr. Tech. Sci., professor;

Rastopchina Y.L., Cand. Econ. Sci., as. prof.;

Saenko Yu.V., Dr. Tech. Sci., professor;

Sidorenko O.V., Dr. Econ. Sci., as. prof.;

Skuriatin N.F., Dr. Tech. Sci., professor;

Smurov S.I., Cand. Agr. Sci.;

Siolyarov O.V., Dr. Agr. Sci., professor;

Stupakov A.G., Dr. Agr. Sci., professor;

Tokar E.V., Dr. Econ. Sci., professor

EDITORIAL BOARD

Tur'ianskii A.V., Dr. Econ. Sci., professor (Russia) – **Chairman**;

Dorofeev A.F., Dr. Econ. Sci., associate professor (Russia) – **Vice-Chairman**.

Members of Editorial Board:

Bondarenko L.V., Dr. Econ. Sci., professor, Correspondent Member of RAS (Russia);

Werenowska A., PhD in economics (Poland);

Erokhin M.N., Dr. Tech. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);

Kolesnikov A.V., Dr. Econ. Sci., associate professor (Russia);

Lemmer A.J., Dr. Agr. Sci. (Germany);

Prostenko A.N., Cand. Econ. Sci. (Russia);

Savchenko E.S., Dr. Econ. Sci., professor, Correspondent Member of RAS (Russia);

Turusov V.I., Dr. Agr. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);

Uzhik V.F., Dr. Tech. Sci., professor (Russia);

Ushachev I.G., Dr. Econ. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);

Jaska E., PhD in economics (Poland).

Registration Certificate: ПИ № ФС 77-63038 of 10 September 2015
issued by the Federal service for supervision in the sphere of Telecom,
information technologies and mass communication (Roscomnadzor)

ISSN – 2311 – 9535

Subscription Index in the directory “The United catalogue. The Russian Press.
Newspapers and magazines” – 40760.

The journal is included in the Russian Index of Scientific Citing (**RISC**).

Scientific papers are selectively included in **Agris** abstract database.

By order of the Ministry of Education and Science of Russia № 21-p dated February 12, 2019, the list of leading reviewed scientific journals in which the main scientific results of dissertations for the doctoral degrees of doctor and candidate of science should be published includes the following scientific specialties presented in the journal:

- 05.20.01** - Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences),
- 05.20.02** - Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture (technical sciences),
- 05.20.03** - Technologies and means of technical maintenance in agriculture (technical sciences),

- 01.06.01** - General agriculture, crop production (agricultural sciences),
- 01.06.04** - Agrochemistry (agricultural sciences),

- 08.00.05** - Economics and management of the national economy (by branches and fields of activity) (economic sciences),
- 08.00.10** - Finance, money circulation and credit (economic sciences),
- 08.00.12** - Accounting, Statistics (Economic Sciences)

Executive editor **Potapov N.K.**

Design layout and computer-aided makeup **Potapov N.K.**

Editorial board and journal publisher

ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia
Tel.: +7 4722 39-22-68, Fax: +7 4722 39-22-62
Official website of the journal: <http://www.journal-belgau.ru>

Printed in (Limited liability company) Publication and printing center “POLYTERRA”

Signed for publication 29.03.2019, date of publication 10.04.2019.

Conventional printed sheet 19 Circulation 1000 copies Order № 1547 Free price
Address of printing: pr. B. Khmel'nitskogo, 137, site 1, room 357, Belgorod, Russia
tel. +7-4722-35-88-99, +7-910-360-14-99
e mail: polyterra@mail.ru, Official website: [www//polyterra.ru](http://polyterra.ru)

© Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education «Belgorod State Agricultural
University named after V. Gorin», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

<i>А.Е. Бурнукин</i> АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДОМОЛАЧИВАЮЩИХ АППАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ ОБМОЛОТА ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ.....	9
<i>С.В. Вендин</i> ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕРМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НА СЕМЕНА ПРИ СВЧ ОБРАБОТКЕ.....	16
<i>С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий</i> РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШНЕКОВОГО ГРАНУЛЯТОРА КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ТРАВЯНОЙ МУКИ ДЛЯ КОРМЛЕНИЯ КРОЛИКОВ.....	30
<i>А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова</i> РАБОЧИЙ ОРГАН КУЛЬТИВАТОРА.....	39
<i>А.Г. Минасян, А.Г. Пастухов</i> МЕТОДИКА ОПТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВАЛКОВ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ.....	53
<i>Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ.....	61
<i>С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Бондарев, А.В. Сахнов, С.Н. Алейник</i> ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ УПРОЧНЕННЫХ СТРЕЛЬЧАТЫХ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ.....	71
<i>О.А. Чехунов, А.В. Асыка</i> ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ОДНОКАМЕРНЫМИ СТАКАНАМИ.....	80

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

<i>А.И. Добрунова, В.Н. Лебедь, А.Н. Простенко, Е.А. Иголка</i> СУЩНОСТЬ И МЕСТО КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ В РАЗВИТИИ АГРАРНОГО БИЗНЕСА И СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ.....	95
<i>А.Ф. Дорофеев, Н.Н. Никулина</i> СИСТЕМА ВОСПРОИЗВОДСТВА КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР УСПЕШНОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА.....	106
<i>А.Ф. Дорофеев, А.С. Чунихин</i> КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ.....	116

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

<i>П.А. Ефанов, О.Н. Шабетя, Н.В. Коцарева</i> ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ОБРАБОТОК НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОИ.....	121
<i>В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, А.Н. Крюков, А.М. Хлопяников, Г.В. Хлопяникова</i> К РАЗРАБОТКЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР.....	127
<i>В.Н.Наумкин, Л.А. Наумкина, О.Ю. Куренская, М.И. Лукашевич, П.А. Агеева</i> ОЦЕНКА СОРТОВ ЛЮПИНА ПО УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВУ СЕМЯН, АДАПТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ЗАСУХЕ.....	132
<i>О.С. Толстопятова, Е.В. Голованова, С.Н. Толстопятов</i> ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	141
Нашим авторам	147

CONTENTS

AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY

<i>A.E. Burnukin</i> ANALYSIS OF CONSTRUCTIONS OF FINISH THRESHING MACHINE USED IN CORN THRESHING SYSTEMS.....	9
<i>S.V. Vendin</i> PROBABILISTIC-STATISTICAL INTEGRAL ESTIMATION OF THERMAL ACTION FOR SEEDS UNDER UHF-TREATMENT.....	16
<i>S.F. Volvak, D.N. Baharev, A.A. Dobrickiy</i> THE DESIGN OF THE SCREW GRANULATOR FEED MIXES BASED ON HERBAL FLOUR FOR FEEDING RABBITS.....	30
<i>A.N. Makarenko, I.V. Martynova</i> WORKING ORGAN OF THE CULTIVATOR.....	39
<i>A.G. Minasyan, A.G. Pastukhov</i> METHODOLOGY FOR OPTICAL STUDIES OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE ROLLS OF GRINDERS.....	53
<i>N.F. Skuryatin, A.S. Novitsky</i> IMPROVING EFFICIENCY THE COMBINED CROPS OF CEREALS.....	61
<i>S.V. Strebkov, A.P. Slobodyuk, A.V. Bondarev, A.V. Sakhnov, S.N. Aleinik</i> OPERATIONAL TESTING OF HARDENED LANCET HOES ELECTROSPARK PROCESSING.....	71
<i>O.A. Chekhunov, A.V. Asyka</i> JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF A MILKING EQUIPMENT WITH SINGLE-CHAMBER GLASSES.....	80

INNOVATIVE ECONOMICS, MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES AND SOCIAL DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES

<i>A.I. Dobrunova, V.N. Lebed', A.N. Prostenko, E.A. Igolka</i> ESSENCE AND PLACE OF PEASANT (FARM) ECONOMY IN THE DEVELOPMENT OF AGRARIAN BUSINESS AND RURAL TERRITORIES OF RUSSIA.....	95
<i>A.F. Dorofeev, N.N. Nikulina</i> SYSTEM OF REPRODUCTION OF PERSONNEL POTENTIAL AS A KEY FACTOR OF SUCCESSFUL DEVELOPMENT OF THE AGRI-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REGION.....	106
<i>A.F. Dorofeev, A.S. Chunikhin</i> EFFICIENCY CRITERIA OF THE REGIONAL ECONOMIC POLICY.....	116

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY

<i>P.A. Efanov, O.N. Shabetya, N.V. Kotsareva</i> INFLUENCE OF NON-CORE TREATMENTS ON YIELD AND QUALITY OF SOY GRAIN.....	121
<i>V.N. Naumkin, L.A. Naumkina, A.N. Kryukov, A.M. Hlopyanikov, U.V. Hlopyanikova</i> TO DEVELOPMENT OF EFFECTIVE DIFFERENTSIROVNY TECHNOLOGIES OF CULTIVATION OF FIELD CULTURES.....	127
<i>V.N. Naumkin, L.A. Naumkina, O.Yu. Kurenskaya, M.I. Lukashevich, P.A. Ageeva</i> EVALUATION OF LUPINE VARIETIES FOR YIELD AND SEED QUALITY, ADAPTABILITY AND PLANT RESISTANCE TO DROUGHT.....	132
<i>Tolstopyatov, Golovanova, Tolstopyatov</i> THE DEPENDENCE OF THE MAJOR GROPS OF THE BELGOROD REGION FROM CLIMATIC INDICATORS.....	141
Our viewers	147

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 631.361.022:631.335

А.Е. Бурнукин

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДОМОЛАЧИВАЮЩИХ АППАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ ОБМОЛОТА ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ

Аннотация. Кукуруза занимает третье место среди всех зерновых культур, уступая по объемам производства лишь пшенице и рису. Высокая потенциальная урожайность и низкие затраты на производство обуславливают широкое распространение данной культуры. Зерно кукурузы производят для трех целевых назначений: 1) фураж для кормления сельскохозяйственных животных; 2) продовольственное зерно для изготовления пищевых продуктов людям; 3) посевной материал для воспроизводства урожая. Уборку кукурузы в поле осуществляют комбайнами при влажности зерна от 20 до 38%. Большой интервал влажности зерна требует регулировки режимов работы системы обмолота комбайна в широких пределах. Например, роторный комбайн Ростсельмаш TORUM-740 имеет возможность регулировки частоты вращения ротора в пределах от 250 до 1000 об/мин. При этом используется дека, вращающаяся в противоход с постоянной частотой 8 об/мин. Система обмолота состоит из домолачивающей и сепарирующей части. Кроме того, используется автономное домолачивающее устройство ударного типа. Подобное домолачивающее устройство применяется практически во всех зарубежных роторных комбайнах. Поскольку TORUM-740 универсальный зерноуборочный комбайн, то при обмолоте злаковых культур данная компоновка оправдана, однако при уборке кукурузы автономное домолачивающее устройство работает неэффективно или не работает вовсе. Для устранения данного недостатка необходимо отказаться от автономного домолачивающего устройства и сделать его элементом основной системы обмолота, включающимся в работу в условиях уборки зерна кукурузы на минимальных оборотах ротора при высокой влажности початков. С целью выбора прототипа такого домолачивающего устройства выявлены комплексные критерии оценки и проведен системный анализ существующих конструкций домолачивающих устройств. При анализе был использован метод построения многокритериальной оценочной модели. На основании анализа выявлены основные достоинства и недостатки анализируемых конструкций и определены направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: кукуруза, домолот, конструкция, анализ, прототип.

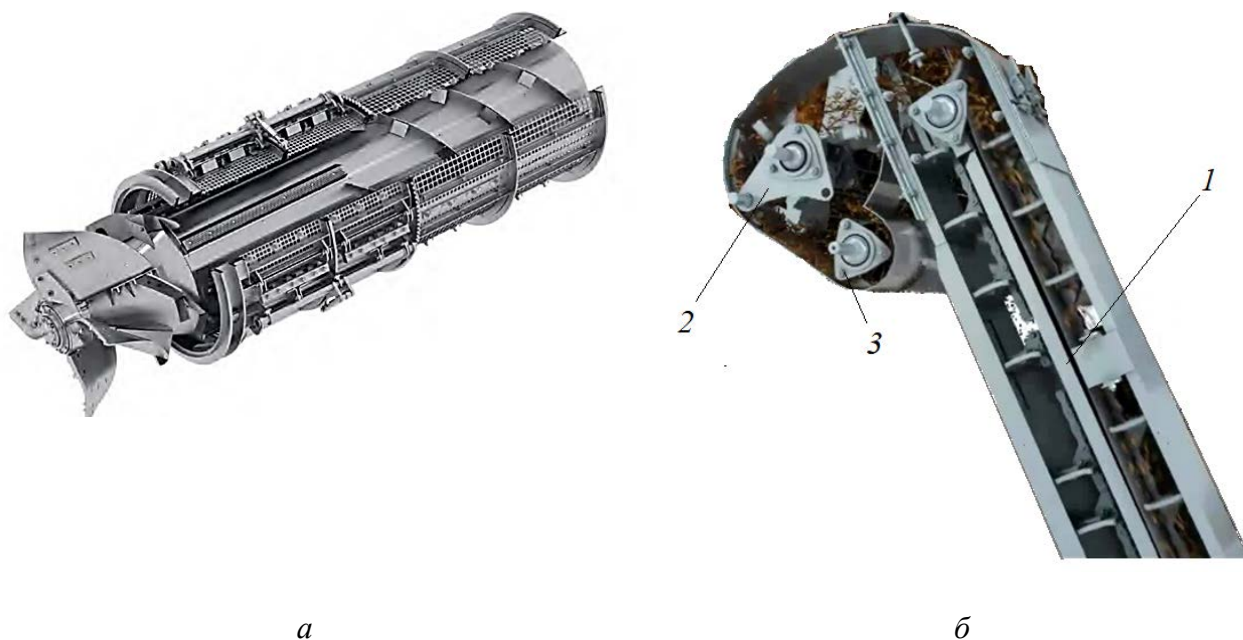
ANALYSIS OF CONSTRUCTIONS OF FINISH THRESHING MACHINE USED IN CORN THRESHING SYSTEMS

Abstract. Corn ranks third among all cereals, yielding only wheat and rice in terms of production. High potential yields and low production costs determine the wide distribution of this crop. Corn grain is produced for three purposes: 1) fodder for feeding farm animals; 2) food grains for the manufacture of food products to people; 3) seed for crop reproduction. Corn in the field is harvested by combines at a grain moisture content of 20 to 38%. A large interval of grain moisture requires adjustment of the operating modes of the combine threshing system over a wide range. For example, the rotor combine Rostselmash TORUM-740 has the ability to adjust the rotor speed in the range from 250 to 1000 rpm. This uses the deck, rotating in countercurrent with a constant frequency of 8 rpm. The threshing system consists of a threshing and separating part. In addition, an autonomous final thrashing device of the percussion type is used. Such a homebrew device is used in almost all foreign rotary combines. Since the TORUM-740 is a universal combine harvester, when threshing cereals, this layout is justified, however, when harvesting corn, the autonomous final thrashing device does not work effectively or does not work at all. To eliminate this drawback, it is necessary to abandon the autonomous final thrashing device and make it an element of the main threshing system that is put into operation in the conditions of harvesting corn at the minimum rotor speed at high humidity of the cobs. In order to select a prototype of such a final thrashing device, complex evaluation criteria were identified and a system analysis of the existing final thrashing device was carried out. The analysis used the method of constructing a multi-criteria evaluation model. Based on the analysis, the main advantages and disadvantages of the analyzed constructions were identified and areas for further research were determined.

Keywords: corn, final thrashing, construction, analysis, prototype.

Введение. На современном этапе развития сельскохозяйственной техники прямое комбайнирование зерна кукурузы осуществляется роторными комбайнами при влажности зерна от 20 до 38% [1]. Среди роторных зерноуборочных комбайнов перспективной конструкцией обладает TORUM-740, поскольку это единственный серийный комбайн, использующий активную (вращающуюся) деку (рисунок 1). Дека вращается в противоход с постоянной частотой вращения 8 об/мин.

Комбайн использует автономное домолочивающее устройство ударного типа [2]. При прямом комбайнировании обмолачивают кукурузу фуражного и продовольственного целевого назначения.



а – молотильный аппарат; *б* – автономный домолочивающий аппарат;
1 – транспортер; 2 – ротор; 3 – шнек

Рис.1. Системы обмолота комбайна TORUM-740

Семенную кукурузу обмолачивают в стационарных условиях после предварительной сушки до влажности зерна 12-15%. При обмолоте початков семенной кукурузы важно обеспечить высокую эффективность работы молотильного устройства, что характеризуется показателем недомолота, схода свободным зерном, количеством механических повреждений зерна, производительностью молотилки и затратами энергии на обмолот [3-6].

В стационарных молотилках кукурузы применяется три разных принципа обмолота:

- интенсивный обмолот барабаном или ротором до требуемого качества (применяется заслонка выходного отверстия);
- двухступенчатый обмолот (используется минимум 2 ротора, работающие поочередно);
- обмолот с домолотом (применяются домолочивающие устройства) [7-12].

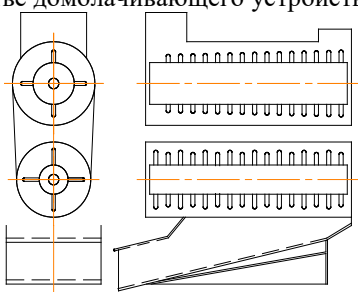
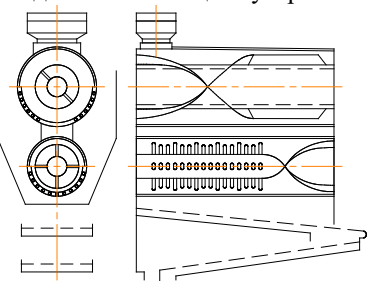
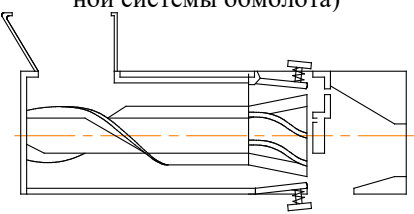
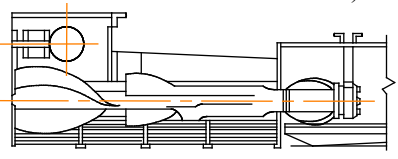
Первые два принципа обмолота характеризуются высокими энергозатратами, поэтому практический и научный интерес представляют молотильные устройства для кукурузы, укомплектованные домолочивающими устройствами. Данные молотильные устройства еще пока изучены недостаточно, поэтому нет единого мнения по конструктивным особенностям рабочих органов домолочивающих устройств.

Изучением процесса обмолота кукурузы занимались такие ученые, как Г.И. Креймерман, М.Г. Голик, И.А. Петунина, В.С. Кравченко, В.С. Курасов, Н.В. Сережина, Д.Н. Бахарев и др. [2-12]. Основным недостатком данных работ являются то, что изучались кукурузомолотилки в целом, и не уделялось внимание отдельным составляющим конструкции, а именно домолочивающим устройствам.

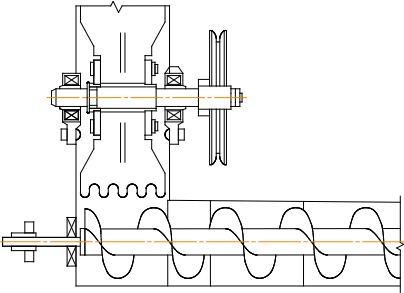
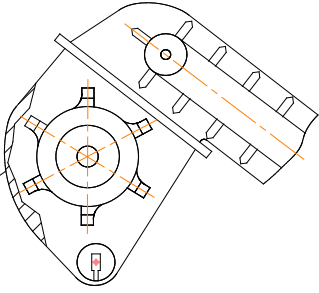
Объект и методы исследований. Объектом исследования является процесс домолота початков кукурузы в роторных молотилках кукурузы. В исследовании была использована методика многокритериальной оценки технических средств по методу расстояния к цели.

Результаты исследований и их обсуждение. В настоящее время наиболее часто используются молотилки кукурузы, укомплектованные домолочивающими устройствами, конструкции которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Анализ домолачивающих устройств молотильных аппаратов для кукурузы

Схема машины	Целевое назначение зерна	Удельная энергоёмкость, Э_y ; кВт·ч/т	Материалоемкость, M_y ; кг·ч/т	Суммарные потери качества зерна*. $\sum n_i$; %
<p>Двухступенчатая штифтовая молотилка (вторая ступень выступает в качестве домолачивающего устройства)</p> 	Продовольственное, фуражное	1,38	91,1	27,5
<p>ДМК – 1 (вторая ступень выступает в качестве домолачивающего устройства)</p> 	Продовольственное, фуражное	1,18	102,8	27,5
<p>МКП – 30 (Домолачивающая часть с активной декой является элементом основной системы обмолота)</p> 	Продовольственное, фуражное, семенное	1,48	73,94	21,5
<p>МКП – 12, MAIZE SHELLER MR 20 (Домолачивающая часть с пассивной декой является элементом основной системы обмолота)</p> 	Продовольственное, фуражное, семенное	1,2	108,34	21,5

Продолжение таблицы 1

Схема машины	Целевое назначение зерна	Энергоемкость, Э_y ; кВт·ч/т	Материалоемкость, М_y ; кг·ч/т	Суммарные потери качества зерна*. $\sum_{п}$; %
<p>Автономное домолачивающее устройство комбайнов, производства Ростсельмаш и John Deere</p> 	Фуражное	2,6	86,4	27,5
<p>Домолачивающее устройство комбайна Енисей-1200</p> 	Фуражное	3,1	102,8	27,5
<p>*Суммарные потери качества зерна включают в себя:</p> <ol style="list-style-type: none"> Недомолот $\approx 3\%$. Дробление $\approx 1,5\%$. Микро- и макроповреждения зерен: МКП – 12 и МКП – 30 $\approx 14\%$; ДМК – 1 и Двухступенчатая штифтовая $\approx 20\%$; Домолачивающее устройство комбайнов, производства Ростсельмаш и «Енисей 1200» $\approx 20\%$. Сход свободным зерном $\approx 3\%$ [3]. 				

Анализ машин, приведенный выше, целесообразно проводить при помощи метода построения многокритериальной оценочной модели. Его суть заключается в обосновании идеала и оценке меры приближения к нему каждого из вариантов. Из таблицы 1 видно, что для анализа целесообразно использовать три комплексных критерия оценки: энергоемкость процесса обмолота; материалоемкость устройства и суммарные потери качества зерна при обмолоте. Идеальный вариант характеризует такую систему, для которой каждый из критериев достигает своего потенциально возможного наилучшего значения. Такие значения могут быть обоснованы теоретически или отвечать лучшей реально достигнутой величине.

Методика анализа заключалась в следующем. Для оцениваемых вариантов определялись числовые значения критерии оценки (см. таблицу 1), которые откладывались на радиально расположенных шкалах (рисунок 2). Шкалы строились таким образом, чтобы улучшение критерия шло к центру (точка O). Соединяя точки на шкалах для каждого варианта, получали многоугольник. По лучшим значениям критериев строили многоугольник идеального

варианта. Обобщенный критерий расстояния к цели μ_j определяется как отношение площади оцениваемого варианта к площади идеального [13, 14]:

$$\mu_j = \frac{\Pi_j}{\Pi_o}; \text{ при } \mu_j \geq 1. \quad (1)$$

где Π_j и Π_o – соответственно, площади многоугольников оцениваемого и идеального вариантов домолачивающего устройства.

Графическое представление метода расстояния к цели применительно к домолачивающим устройствам представлено на рисунке 2.

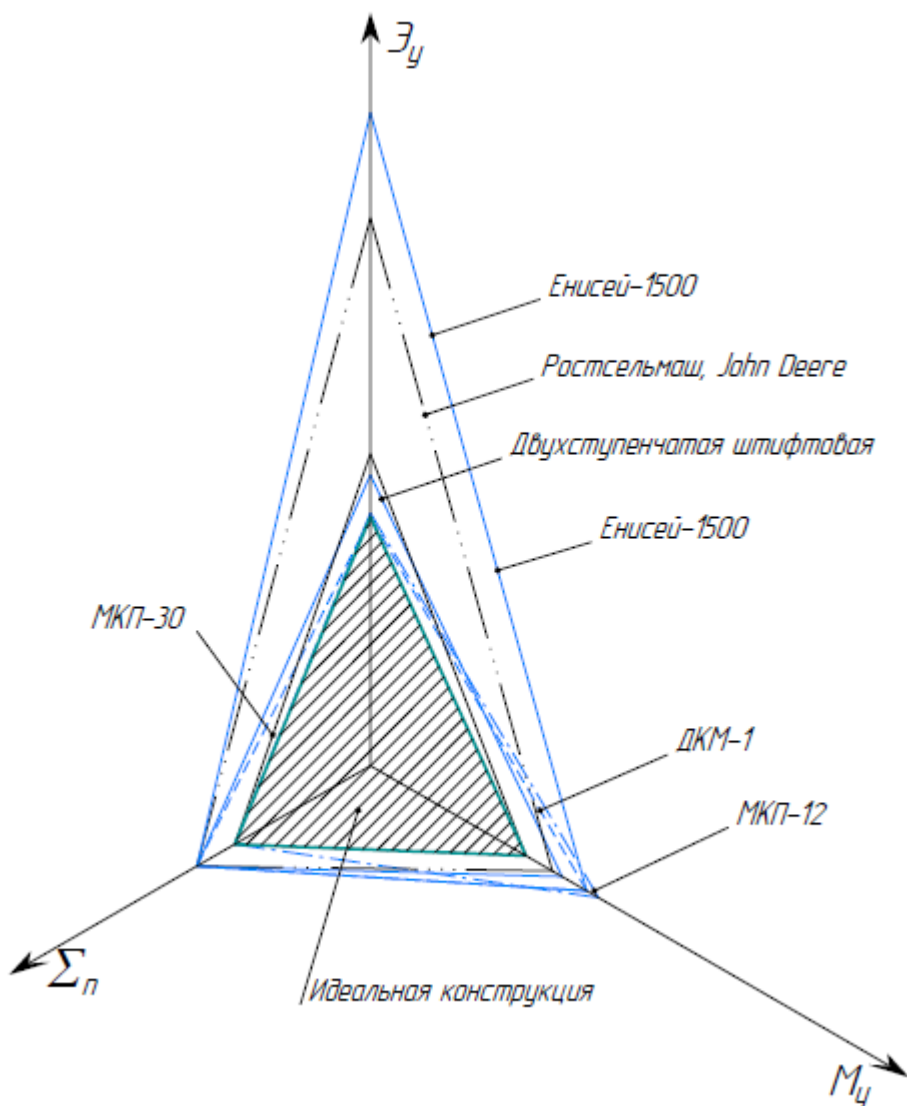


Рис. 2. Графическое представление метода расстояния к цели

В результате построения многокритериальной оценочной модели были рассчитаны площади треугольников, что позволило определиться с выбором идеального устройства и прототипа домолачивавшего устройства (таблица 2).

Обобщенный критерий расстояния к цели показывает, что наиболее перспективной является молотилка МКП-30, ротор которой снабжен домолачивающей частью, заключенной в подпружиненную цилиндрическую деку, диаметр которой может изменяться, при этом устройство можно отключить или подключить к работе при необходимости. Из вышеизложенного следует, что на основании проведенного анализ молотилок кукурузы с домолачивающими аппаратом и автономных домолачивающих устройств по методу расстояния к цели,

наиболее перспективной является конструкция домолачивающего устройства молотилки МКП-30. Данную схему компоновки молотильного аппарата, в которой домолот не требует автономного устройства, целесообразно применять не только в стационарных молотилках, но и в роторных комбайнах, обмолачивающих кукурузу в поле.

Таблица 2 - Результаты расчета критерия расстояния к цели

Марка машины	Критерии оценки		
	Расчетная площадь, П _ж	Идеальная площадь, По	Критерий расстояния к цели, μ_j
Двухступенчатая штифтовая	56,90	38,07	1,5
ДМК-1	55,19		1,45
МКП-30	45,31		1,19
МКП-12, MAIZE SHELLER MR 20	50,52		1,33
Домолачивающее устройство комбайнов, производства Ростсельмаш и John Deere	90,91		2,39
Домолачивающее устройство комбайна Енисей-1200	117,22		3,07

Выводы. Современные роторные зерноуборочные комбайны способны производить уборку и обмолот кукурузы при влажности зерна до 38%, а это требует снижения частоты вращения ротора. Уборка зерна кукурузы на малых частотах вращения ротора неизбежно приводит к росту показателя недомолота, что вызывает необходимость использовать автономное домолачивающее устройство. Многокритериальный анализ показал, что для роторных молотильных систем перспективной является конструкция домолачивающего устройства молотилки МКП-30. Данное домолачивающее устройство является элементом основной системы обмолота, включающимся в работу в условиях обмолота зерна кукурузы на минимальных оборотах ротора при высокой влажности початков. Прогноз перспективности роторного молотильного аппарата с таким домолачивающим устройством указывает на целесообразность дальнейших научных исследований в данном направлении.

Библиография

1. Жан Поль Рену. Кукуруза на зерно. Зернышко к зернышку // Новое сельское хозяйство. 2016. №4. С 58-59.
2. Пронина В.М. Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники. М.: ФГБНУ «Росинформгротех», 2017. 416 с.
3. Голик М.Г. Хранение и обработка початков и зерна кукурузы. М.: Колос, 1968. 186 с.
4. Mejia D. MAIZE: Post-Harvest Operation. Organization: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2003. 99 p.
5. Петунина И.А. Разработка ресурсосберегающих процессов очистки и обмолота початков семенной кукурузы. Автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук. Краснодар, 2009. 44 с.
6. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф. Бионические основы разработки и конструирования эффективных шипов молотильно-сепарирующих устройств для кукурузы // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2017. № 3 (15). С. 3–13.
7. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. Теоретическое исследование контакта фасонного шипа и зерна кукурузы в молотильной камере // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». Вып. 5 2018. С. 20–24.
8. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф. Обоснование конструкции рабочих органов ориентирующе-дозировочного устройства для початков кукурузы // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. № 1 (17). С. 3–16.
9. Кравченко В.С. Параметры и режимы обмолота початков кукурузы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Зерноград, 1997. 37 с.
10. Сережина Н.В. Исследование винтового молотильного устройства на обмолоте початков кукурузы: Автореф. дис. канд. техн. наук / ВИМа и ВИЭСХа. Кишинев, 1967. 21 с.

11. Креймерман Г.И. Обмолот початков кукурузы. М.: Колос, 1966. 104 с.
12. Курасов В.С. Молотилка для семенной кукурузы // Кукуруза и сорго. 1998. №6. С 13-14.
13. Вольвак С.Ф. Методические указания для проведения практических занятий и самостоятельной подготовки по дисциплине «Обоснование инженерных решений». Луганск: Издательство ЛНАУ, 2006. 29 с.
14. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф., Пастухов А.Г. Бионические основы конструирования молотильно-сепарирующих систем для початков кукурузы: монография п. Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. 168 с.

References

1. Jean Paul Renu. Kukuruzna na zerno. Zernyshko k zernyshku [Corn for grain. The grain to the grain] // New agriculture. 2016. №4. С 58-59.
2. Pronin VM. Sravnitelnye ispytaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki [Comparative tests of agricultural equipment]. Moscow: RosInformagrotekh, 2017. 416 p.
3. Golik M.G. Hranenie i obrabotka pochatkov i zerna kukuruzy [Storage and processing of corn cobs and corn grain]. M.: Kolos, 1968. 186 p.
4. Mejia D. MAIZE: Post-Harvest Operation. Organization: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2003. 99 p.
5. Petunina I.A. Razrabotka resursosberegayushchih processov ochistki i obmolota pochatkov semennoj kukuruzy [Development of resource-saving processes of the cleaning and threshing of cobs of seed corn. Abstract of the dissertation paper for Candidate of Technical Sciences Degree]. Krasnodar, 2009. 44 p.
6. Baharev D.N., Volvak S.F. Bionicheskie osnovy razrabotki i konstruirovaniya ehffektivnyh shipov molotil'no-separiruyushchih ustrojstv dlya kukuruzy [Bionic bases of development and design of effective thorns of threshing-separating devices for corn] // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2017. № 3 (15). Pp. 3-13.
7. Pastukhov A.G. Teoreticheskoe issledovanie kontakta fasonnogo shipa i zerna kukuruzy v molotil'noj kamere [Theoretical study of the contact of the shaped spike and corn grain in the threshing chamber] // Bulletin of the Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkina. Issue 5 2018. p. 20-24.
8. Baharev D.N. Obosnovanie konstrukcii rabochih organov orientiruyushche-doziruyushchego ustrojstva dlya pochatkov kukuruzy [Justification of the design of the working bodies of the orienting-dosing device for corn cobs] // Innovations in the AIC: problems and prospects. 2018. No. 1 (17). p. 3-16.
9. Kravchenko V.S. Parametry i rezhimy obmolota pochatkov kukuruzy. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk [Parameters and modes of threshing corn cobs. Abstract of the dissertation paper for Candidate of Technical Sciences Degree]. Zernograd, 1997. 37 p.
10. Seryozhina N.V. Issledovanie vintovogo molotil'nogo ustrojstva na obmolote pochatkov kukuruzy [The study of the screw threshing device on threshing corn cobs. Abstract of the dissertation paper for Candidate of Technical Sciences Degree]. Kishinev, 1967. 21 p.
11. Kreimerman G.I. Obmolot pochatkov kukuruzy [Threshing corn cobs]. M.: Kolos, 1968. 104 p.
12. Kurason V.S. Molotilka dlya semennoj kukuruzy [Thresher for seed corn] // Maize and Sorghum. 1998. № 6. p. 13-14.
13. Volvak S.F. Metodicheskie ukazaniya dlya provedeniya prakticheskikh zanyatij i samostoyatel'noj podgotovki po discipline «Obosnovanie inzhenernykh reshenij» [Methodical instructions for practical training and self-training in the discipline «Grounding of engineering solutions»]. Luhansk, Publishing house of LNAU, 2006. 29 p.
14. Baharev D.N., Volvak S.F., Pastukhov A.G. Bionicheskie osnovy konstruirovaniya molotil'no-separiruyushchih sistem dlya pochatkov kukuruzy [Bionic design principles of threshing and separating systems for corn on the cob]: a monograph: Publishing house of the Belgorod state agricultural university, 2018. 168 p.

Сведения об авторах

Бурнукин Андрей Евгеньевич, старший преподаватель кафедры механизации производственных процессов в животноводстве, ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», Луганск, ЛНР, тел.+38(066)8874620, e-mail: andrey_243@mail.ru.

Information about authors

Burnukin Andrey Evgenevich senior lecturer of the Department of mechanization of production processes in animal husbandry, State Educational Institution LPR «Lugansk National Agrarian University», Lugansk, LPR, tel. +38(066)8874620, e-mail: andrey_243@mail.ru

УДК 631.171: 621.31: 633/635

С.В. Вендин

ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕРМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НА СЕМЕНА ПРИ СВЧ ОБРАБОТКЕ

Аннотация. В статье представлена математическая модель вероятностной оценки эффективности термической СВЧ обработки семян в виде интеграла летальности, который учитывает специфику СВЧ воздействия. Представленная форма оценки летального воздействия скорости и конечной температуры нагрева семян на их посевные качества, а также оценки летального воздействия на насекомых вредителей является развитием интегрального подхода для оценки летального эффекта при термическом воздействии на биологические объекты. Результаты показывают, что представление интеграла летальности, как вероятности «отказа» биологического объекта может быть использовано для оценки летального воздействия при термической СВЧ обработке семян. Предлагаемая форма интеграла летальности позволяет прогнозировать результат термической СВЧ обработки семян с учетом таких технологических параметров обработки, как скорость СВЧ нагрева, начальная температура семян (температура окружающей среды); конечная температура СВЧ нагрева семян, времени нагрева и остывания семян. Это дает возможность повысить надежность технологического процесса. Для оценки эффективности термической СВЧ обработки семян по интегральным выражениям необходимо лишь знать кинетику процесса на стадии нагрева и остывания и располагать значениями коэффициентов биорезистентности, которые определяются на стадии предварительных экспериментов. Представление интеграла летальности температурно-временного воздействия при СВЧ обработке семян, как вероятности «отказа» биологического объекта, позволяет также эффективно использовать теоретические результаты кинетики СВЧ нагрева для прогнозирования результата и повышения надежности технологических процессов термической СВЧ обработки семян. Это весьма важно, поскольку, СВЧ обработку семян можно осуществить на любом СВЧ оборудовании, допускающем СВЧ обработку (нагрев) сыпучих материалов.

Ключевые слова: электромагнитное поле, сверхвысокая частота, семена, СВЧ нагрев, интеграл летальности, вероятность отказа объекта, интенсивность отказов.

PROBABILISTIC-STATISTICAL INTEGRAL ESTIMATION OF THERMAL ACTION FOR SEEDS UNDER UHF-TREATMENT

Abstract. The article presents a mathematical model of the probabilistic evaluation of the effectiveness of thermal microwave treatment of seeds in the form of a lethality integral, which takes into account the specifics of the microwave exposure. The presented form of assessing the lethal effects of speed and the final heating temperature of seeds on their sowing qualities, as well as assessing the lethal effects on insects of pests is the development of an integral approach to assess the lethal effect during thermal exposure of biological objects. The results show that the representation of the lethality integral as the probability of a “failure” of a biological object can be used to estimate the lethal effect during thermal microwave treatment of seeds. The proposed form of the lethality integral allows us to predict the result of thermal microwave treatment of seeds, taking into account such processing parameters as the rate of microwave heating, the initial temperature of the seeds (ambient temperature); the final temperature of the microwave heating of seeds, the time of heating and cooling of the seeds. This makes it possible to increase the reliability of the process. To evaluate the effectiveness of thermal microwave treatment of seeds using integral expressions, it is only necessary to know the kinetics of the process at the heating and cooling stages and to have the values of bioresistance coefficients, which are determined at the stage of preliminary experiments. Representation of the lethality integral of temperature and time effects during microwave processing of seeds as the probability of a “failure” of a biological object also makes it possible to effectively use the theoretical results of the kinetics of microwave heating to predict the result and increase the reliability of technological processes of thermal microwave treatment of seeds. This is very important, since microwave processing of seeds can be carried out on any microwave equipment that allows microwave processing (heating) of bulk materials.

Keywords: electromagnetic field, ultra-high frequency, seeds, microwave heating, integral of mortality, probability of object failure, failure rate.

Введение. Электромагнитное поле сверхвысокой частоты с успехом может быть применимо в различных технологических процессах для предпосевной и послеуборочной обработки семян [1-8 и др]. В тоже время, по мнению многих исследователей, качество семян, подверженных термическому воздействию, связано с понятием интеграла летальности, представляющего собой некоторую интегральную функцию, зависящую от изменения температуры семян во времени и их коэффициентов биорезистентности [9].

Цель исследования состоит в повышении эффективности применения энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) в технологических процессах предпосевной и послеуборочной обработки семян.

Объектом исследования являются технологические процессы термической СВЧ обработки семян.

Предметом исследования являются закономерности изменения качественных и количественных показателей в технологических процессах предпосевной и послеуборочной СВЧ обработки семян.

В исследованиях были использованы основные положения теории вероятностей, интегрального исчисления, математической статистики, методов планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных.

Результаты и их обсуждение. Известно, что не всякое изменение температуры семян приводит к токсичному действию, а лишь те колебания температур, которые находятся выше некоторой критической температуры T_k , обуславливающей момент возможности наступления процесса существенных биохимических изменений в клетках семян.

В простейшем случае «нагрев-охлаждение», показанном на рисунке 1, интеграл летальности представляет сумму интегралов на стадии нагрева и на стадии охлаждения.

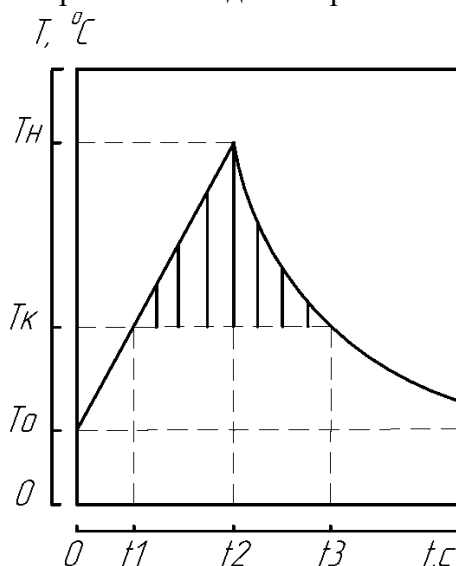


Рис. 1. К расчету интеграла летальности при термическом воздействии

В общем виде, согласно [9], для рассматриваемого случая интеграл летальности определяется следующим образом:

$$\mathcal{L} = \int_{t_1}^{t_2} e^{(A+B T(t))} dt + \int_{t_2}^{t_3} e^{(A+B T(t))} dt, \quad (1)$$

где $T(t)$ – изменение температуры во времени, °C; A , B – коэффициенты термической биорезистентности семян.

В такой форме интеграл летальности может принимать значения от 0 (полное сохранение посевных свойств) до 1 (полная утрата жизнеспособности).

Основную сложность при использовании интегрального выражения (1) представляет нахождение коэффициентов термической биорезистентности, однако при строго определенных условиях, проведя серию экспериментов, можно рассчитать приближенные значения этих коэффициентов.

Одна из возможных совокупностей этих условий определяется следующим образом:

- 1) относительно линейное изменение температуры семян на стадии нагрева;
- 2) поддержание одинаковых условий охлаждения для всех нагреваемых образцов семян.

мян.

Заметим, что первое условие приближенно выполняется при СВЧ нагреве, а второе не трудно выдержать при проведении экспериментальных исследований.

В таком случае выражение (1) приобретает вид:

$$\mathcal{L} = \int_{t_1}^{t_2} e^{(A+B(T_0+kt))} dt + \int_{t_2}^{t_3} e^{(A+BT(t))} dt, \quad (2)$$

где T_0 – начальная температура семян, °C; k – средняя скорость нагрева, °C/c.

После интегрирования первого слагаемого получаем:

$$\mathcal{L} = \frac{e^A}{kB} [e^{BT_k} - e^{BT_k}] + \int_{t_2}^{t_3} e^{(A+BT(t))} dt. \quad (3)$$

Отметим, что в случае нагрева двух одинаковых по массе образцов семян с одинаковыми теплофизическими характеристиками до одной температуры $T_{н1}$, при соблюдении одинаковых условий охлаждения, второй интеграл для обоих образцов, согласно выражения (2) будет иметь одно и то же значение. Тогда разность между интегралами летальности первого и второго образцов семян будет иметь вид:

$$\mathcal{L}_1 - \mathcal{L}_2 = \frac{e^{A+BT_k}}{kB} [e^{B(T_{н1}-T_k)} - 1] + \left[\frac{1}{k_1} - \frac{1}{k_2} \right], \quad (4)$$

где k_1, k_2 – соответственно скорость нагрева первого и второго образцов, °C/c.

Если нагреть два образца семян до температуры $T_{н1}$ и два образца до температуры $T_{н2}$, то с учетом (4) имеем систему трансцендентных уравнений для определения коэффициентов A и B :

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_1 - \mathcal{L}_2 &= \frac{e^{A+BT_k}}{kB} [e^{B(T_{н1}-T_k)} - 1] + \left[\frac{1}{k_1} - \frac{1}{k_2} \right], \\ \mathcal{L}_3 - \mathcal{L}_4 &= \frac{e^{A+BT_k}}{kB} [e^{B(T_{н2}-T_k)} - 1] + \left[\frac{1}{k_3} - \frac{1}{k_4} \right], \end{aligned} \quad (5)$$

которая при наличии экспериментальных значений $\mathcal{L}_1, \mathcal{L}_2, \mathcal{L}_3, \mathcal{L}_4$ может быть решена численными методами.

В простейшем случае, когда $k_1 = k_3, k_2 = k_4$, уравнения для определения коэффициентов имеют вид:

$$\frac{\mathcal{L}_1 - \mathcal{L}_2}{\mathcal{L}_3 - \mathcal{L}_4} = \frac{e^{B(T_{н1}-T_k)} - 1}{e^{B(T_{н2}-T_k)} - 1}, \quad (6)$$

$$A = \ln \left\{ \frac{(\mathcal{L}_1 - \mathcal{L}_2)B}{\left[\frac{1}{k_1} - \frac{1}{k_2} \right] [e^{B(T_{н1}-T_k)} - e^{B(T_k)}]} \right\}. \quad (7)$$

Таким образом, методика проведения экспериментальных исследований влияния интегрального температурно-временного воздействия на посевные качества семян и определения коэффициентов термической биорезистентности семян при СВЧ нагреве заключается в следующем:

- 1) отбираются четыре одинаковые, как по массе, так и по влажности образцы семян;
- 2) проводится СВЧ обработка образцов при двух скоростях нагрева до достижения двух конечных температур, с фиксацией конечной температуры (по термометру) и скорости нагрева (замеряя время);
- 3) выдерживаются одинаковые условия охлаждения для всех образцов семян;
- 4) проводится анализ всхожести семян и определяются экспериментальные значения интеграла летальности по формуле

$$\mathcal{L} = (y_k - y) / y_k \quad (8)$$

где y_k, y - соответственно всхожесть семян на контроле и всхожесть семян в экспериментальной точке после обработки, %;

- 5) проводится расчет коэффициентов биорезистентности семян по соотношениям (6) – (7), в качестве критической температуры можно принимать температуры возможной денатурации белка, например 35-42 °C.

Проведенные исследования и статистическая обработка экспериментальных данных для исследуемых культур (пшеница, ячмень, овес, горох, фасоль) показали, что полученная в экспериментах тенденция летального воздействия скорости и температуры нагрева при СВЧ

обработке семян не позволяет определить значения коэффициентов термической биорезистентности, т.е., при имеющихся экспериментальных данных система уравнений (6) – (7) не разрешима относительно A и B . Это свидетельствует о том, что в силу специфики СВЧ облучения семян, как биологических объектов, наряду с термическим действием присутствует действие напряженности электромагнитного поля. Потому эффективность воздействия обуславливается комплексом процессов, происходящих в семенах за счет термических и электродинамических аспектов, и выражения вида (1) для оценки эффекта термического действия при СВЧ обработке семян не подходят, необходимо использовать другую форму представления интегрального температурно-временного воздействия.

Если предположить, что интеграл летальности по своей сути, видимо, не является строгой аналитической зависимостью, а представляет вероятностную характеристику летального исхода, то его можно понимать как вероятность гибели (отказа) биологического объекта (семена, насекомого) к моменту окончания времени стадии остывания до критической температуры T_k . Тогда в соответствии с основными соотношениями, известными из теории вероятности и надежности систем [10] интеграл летальности определим как функцию вида:

$$L = F(t) = 1 - \exp \left[- \int_0^t h(\tau) d\tau \right], \quad (9)$$

где $F(t)$ - вероятность отказа (гибели семени, насекомого); $h(t)$ – интенсивность отказов в единицу времени (летальный эффект для единичного биологического объекта), функция зависящая от изменения температуры во времени и коэффициентов устойчивости биологических объектов к термическому СВЧ воздействию.

Экспериментальные исследования показали, что наиболее существенное значение при термической СВЧ обработке семян оказывают такие факторы, как скорость повышения температуры на стадии нагрева и конечная температура нагрева, определяющая длительность остывания семян. Однако сказывается и специфика СВЧ воздействия. Тогда в первом приближении функция $h(t)$ для семян может быть представлена следующим образом:

$$h(t) = A\delta_+(t) + \left\{ B \frac{1}{t_{\text{нн}} - t_{\text{нк}}} \frac{dT(t)}{dt} \right\}, \text{ при } t_{\text{нн}} \leq t \leq t_{\text{нк}}, \quad (10)$$

$$h(t) = A\delta_+(t) + \{C\tilde{T}(t)\}, \text{ при } t_{\text{н}} \leq t \leq t_{\text{к}},$$

где A , $\delta_+(t)$ – соответственно некоторая постоянная и асимметричная импульсная функция [11] физический смысл, которых, заключается в потенциальной устойчивости семян к СВЧ воздействию, если оно существует в семени в данный момент времени.

Эмпирический коэффициент A является совокупной характеристикой, учитывающей термическое и электродинамическое действие; $\tilde{T}(t), \frac{dT(t)}{dt}$ – соответственно зависимость температуры и скорости ее изменения во времени, $\tilde{T}(t) = T(t) - T_0$, °C; T_0 – начальная температура семян (температура окружающей среды), °C; $t_{\text{нн}}, t_{\text{нк}}$ – соответственно начальное и конечное время нагрева, характеризующие цикл стадии повышения температуры, с; $t_{\text{н}}, t_{\text{к}}$ – соответственно начальное и конечное время нагрева, характеризующие циклы стадии нагрева и остывания до некоторой критической температуры T_k (в качестве критической температуры можно, например, принять общепринятый температурный предел для денатурации белковой молекулы - 42°C). К стадии снижения температуры может быть отнесена зона постоянной во времени температуры семени, если она выше T_k ; B, C – соответственно эмпирические коэффициенты, характеризующие снижение устойчивости семени к термическому воздействию на стадии нагрева и остывания.

Отметим, что поскольку СВЧ воздействию присущи термический и электродинамический факторы, то функция $h(t)$ должна быть определена на всем временном интервале от момента воздействия $t=0$ до $t=t_{\text{кр}}$, где $t_{\text{кр}}$ соответствует T_k в последнем цикле СВЧ воздействия.

В простейшем и наиболее распространенном случае термической СВЧ обработки семян, представленном на рисунке 1, функция $h(t)$ определяется следующим образом:

$$h(t) = A\delta_+(t) + \left\{ B \frac{1}{t_2} \frac{d\tilde{T}(t)}{dt} \right\}, \text{ при } 0 \leq t \leq t_2, \tag{11}$$

$$h(t) = A\delta_+(t) + \{C\tilde{T}(t)\}, \text{ при } t_1 \leq t \leq t_3,$$

а выражение для интеграла летальности \mathcal{L} имеет вид:

$$\mathcal{L} = F(t_3) = 1 - \exp \left[- \int_0^{t_3} h(\tau) d\tau \right], \tag{12}$$

$$\mathcal{L} = 1 - \exp \left[- \left\{ A + \frac{B}{t_2} \int_0^{t_2} \frac{d\tilde{T}(\tau)}{d\tau} d\tau + C \int_{t_2}^{t_3} \tilde{T}(\tau) d\tau \right\} \right]. \tag{13}$$

Тогда эмпирические коэффициенты А, В и С, при наличии экспериментальных значений \mathcal{L} и данных о кинетике процесса, могут быть определены как решение системы уравнений:

$$-\ln(1 - \mathcal{L}_i) = A + \frac{B}{t_{2i}} \int_0^{t_{2i}} \frac{d\tilde{T}(\tau)}{d\tau} d\tau + C \int_{t_{2i}}^{t_{3i}} \tilde{T}(\tau) d\tau, i=1,2,3, \tag{14}$$

где \mathcal{L}_i – средние значения интегрального выражения в серии n экспериментов, определяемые в соответствии с (8)

$$\mathcal{L}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \mathcal{L}_k. \tag{15}$$

Таким образом, располагая значениями А, В, и С для оценки эффективности летального воздействия необходимо знать лишь кинетику процесса – аналитические зависимости изменения температуры во времени.

Весьма важными практическими случаями СВЧ обработки семян являются относительно линейное изменение температуры на стадии нагрева и экспоненциальное изменение на стадии охлаждения:

$$T(t) - T_0 = kt, \quad 0 \leq t \leq t_2, \tag{16}$$

$$T(t) - T_0 = (T_H - T_0)e^{-\alpha(t-t_2)}, \quad t_2 \leq t < \infty,$$

где k – скорость СВЧ нагрева; α - величина характеризующая скорость охлаждения, может быть определена по экспериментальным данным согласно выражению:

$$\alpha = \frac{1}{t_3 - t_2} \ln \left[\frac{T_H - T_0}{T_K - T_0} \right]. \tag{17}$$

Тогда для выражения (11) имеем:

$$\int_0^{t_3} h(\tau) d\tau = A + Bk + C \left[\frac{T_H - T_K}{\alpha} + \frac{T_H^2 - T_K^2}{2k} \right]. \tag{18}$$

И для определения коэффициентов А, В, С достаточно провести серию экспериментов фиксируя параметры T_0, T_H, k, t_2, t_3 и определяя значение эффективности воздействия \mathcal{L} .

Коэффициенты А, В, С могут быть рассчитаны также как и коэффициенты регрессионного уравнения вида:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 \tag{19}$$

на основе методов планирования эксперимента, т.е. если полагать

$$Y = -\ln(1 - \mathcal{L}), a_0 = A, a_1 = B, a_2 = C,$$

$$x_1 = k, x_2 = \frac{T_H - T_K}{\alpha} + \frac{T_H^2 - T_K^2}{2k}.$$

Изложенная выше методика определения интеграла летальности, как вероятности «отказа» биологического объекта вследствие электродинамического и термического действия на стадии СВЧ нагрева и на стадии остывания, позволила по имеющимся экспериментальным данным рассчитать коэффициенты биорезистентности для семян различных культур. В качестве исходных данных для расчетов использовались результаты экспериментальной оценки всхожести семян и приведенные в таблицах 1-3. Семена остывали в спокойной среде (без обдува), расчетное значение величины α составляло при этом $(1,9...2,1) \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$.

Следующим важным моментом является возможность аналитического описания и расчета коэффициентов биорезистентности для насекомых-вредителей, микроорганизмов и других вредителей семян.

Непосредственное применение интегральных соотношений к таким биологическим объектам, как насекомые-вредители, микроорганизмы - весьма затруднительно. Однако, поскольку при СВЧ обработке семена, насекомые, микроорганизмы представляют собой единую совокупность, т.е. вредитель может находиться или внутри семени или в межзерновом пространстве - коэффициенты и интегральные соотношения целесообразно рассчитывать на основе кинетики СВЧ нагрева (остывания) семян. В данном случае имеет место косвенная оценка летальности для вредителей по кинетике термического действия на семенную массу.

Таблица 1 – Расчет интеграла летальности при СВЧ облучении семян овса

№ п/п	Влажность семян, %	Средняя скорость СВЧ нагрева, °С	Конечная температура нагрева, °С	Всхожесть семян средняя, %	Значение интеграла летальности
1	10	0,60	53±1	80	0,024
2	10	0,70	53±1	78	0,049
3	10	0,60	68±1	68	0,170
4	10	0,70	68±1	66	0,195
5	20	0,66	59±1	61	0,256
6	20	0,90	59±1	65	0,207
7	20	0,66	80±1	11	0,866
8	20	0,90	80±1	11	0,866
Контроль	-	-	-	82	-

Таблица 2 - Расчет интеграла летальности при СВЧ облучении семян ячменя

№ п/п	Влажность семян, %	Средняя скорость СВЧ нагрева, °С	Конечная температура нагрева, °С	Всхожесть семян средняя, %	Значение интеграла летальности
1	8	0,56	50±1	92	0
2	8	0,72	50±1	90	0,022
3	8	0,56	69±1	86	0,065
4	8	0,72	69±1	89	0,033
5	20	0,64	57±1	81	0,120
6	20	0,82	57±1	66	0,283
7	20	0,64	75±1	34	0,630
8	20	0,82	75±1	29	0,685
Контроль	-	-	-	92	-

Таблица 3 - Расчет интеграла летальности при СВЧ облучении семян пшеницы

№ п/п	Влажность семян, %	Средняя скорость СВЧ нагрева, °С	Конечная температура нагрева, °С	Всхожесть семян средняя, %	Значение интеграла летальности
1	8	0,67	55±1	88	0
2	8	0,81	55±1	86	0,023
3	8	0,67	77±1	79	0,102
4	8	0,81	77±1	69	0,215
5	20	0,70	64±1	76	0,136
6	20	0,92	64±1	78	0,114
7	20	0,70	77±1	36	0,591
8	20	0,92	77±1	34	0,614
Контроль	-	-	-	88	-

Численные значения коэффициентов А, В, С приведены в таблице 4. В качестве критической температуры принималась температура $T_k = 35^\circ\text{C}$.

Далее заметим, что насекомые-вредители и микроорганизмы отличаются по своей биологии от семян и, следовательно, имеют свою функцию интенсивности отказов в единицу

времени $h(\tau)$. Поэтому для каждого из биообъектов желательно определять наиболее подходящую данному виду функцию $h(\tau)$. Функцию $h(\tau)$ можно определить по косвенным признакам, наблюдаемым в экспериментальных исследованиях.

Таблица 4 – Расчетные значения коэффициентов биорезистентности семян

Культура	Влажность, %	A	B	C
Пшеница	8±0,5	-5,51·10 ⁻¹	5,69·10 ⁻¹	1,29·10 ⁻⁵
	20±0,5	-1,62	2,21·10 ⁻¹	9,87·10 ⁻⁵
Ячмень	8±0,5	-1,31·10 ⁻¹	1,41·10 ⁻¹	6,0·10 ⁻⁶
	20±0,5	-1,49	1,01	7,94·10 ⁻⁵
Овес	10±0,5	-3,31·10 ⁻¹	2,76·10 ⁻¹	1,85·10 ⁻⁵
	20±0,5	-1,45	3,40·10 ⁻²	1,28·10 ⁻⁴
Горох	13±0,5	-3,74	5,51	3,82·10 ⁻⁵
	13±0,5	-4,75·10 ⁻¹	2,58	7,1·10 ⁻⁶
Фасоль	12±0,5	-5,03·10 ⁻¹	1,36·10 ⁻¹	1,94·10 ⁻⁵
	18±0,5	-5,40·10 ⁻¹	3,86·10 ⁻¹	1,41·10 ⁻⁵
	12±0,5	-1,92·10 ⁻¹	1,01	5,7·10 ⁻⁶

Как показывают исследования, насекомые-вредители на изменение температуры реагируют следующим образом: при повышении температуры у насекомых наступает «тепловое оцепенение» и если снизить температуру, то жизненные функции его восстанавливаются. Однако если температура нагрева превышает определенные критические значения, то в организме насекомого происходят необратимые процессы, приводящие к гибели. Поэтому для надежности процесса дезинсекции весьма важно уничтожить вредителей на стадии нагрева.

В экспериментальных исследованиях замечено, что эффективность СВЧ дезинсекции зависит от скорости и конечной температуры СВЧ нагрева семян. Тогда функцию интенсивности отказов в единицу времени для насекомых вредителей $h(\tau)$ в соответствии с рисунком 1 можно определить следующим образом:

$$\dot{h}(\tau) = A\delta_+(\tau) + \left\{ \dot{B} \frac{1}{t_2} \frac{d\tilde{T}(\tau)}{d\tau} \right\}, \text{ при } 0 \leq \tau \leq t_2, \tag{20}$$

$$\dot{h}(\tau) = A\delta_+(\tau) + \{ \dot{C} \tilde{T}(\tau) \}, \text{ при } t_1 \leq \tau \leq t_2,$$

а выражение для интеграла летальности имеет вид:

$$\dot{L} = F(t_2) = 1 - \exp \left[- \int_0^{t_2} \dot{h}(\tau) d\tau \right]. \tag{21}$$

После интегрирования выражения (3.20) имеем

$$\dot{L} = F(t_2) = 1 - \exp \left[- \left\{ A + \frac{B}{t_2} \int_0^{t_2} \frac{d\tilde{T}(\tau)}{d\tau} d\tau + \dot{C} \int_{t_1}^{t_2} \tilde{T}(\tau) d\tau \right\} \right]. \tag{22}$$

Тогда основное уравнение для расчета коэффициентов \dot{A} , \dot{B} и \dot{C} записывается в форме

$$-\ln(1 - \dot{L}) = A + \frac{B}{t_2} [\tilde{T}(t_2) - \tilde{T}_0] + \dot{C} [\tilde{T}(t_2) - \tilde{T}(t_1)]. \tag{23}$$

И если учесть, что

$$\tilde{T}_0 = 0, \tilde{T}(t_2) = T_H - T_0, \tilde{T}(t_1) = T_K - T_0,$$

получим

$$-\ln(1 - \dot{L}) = A + \frac{B}{t_2} [T_H - T_0] + \dot{C} [T_H - T_K]. \tag{24}$$

Коэффициенты \dot{A} , \dot{B} и \dot{C} могут быть рассчитаны как решение системы уравнений:

$$-\ln(1 - \dot{L}_i) = A + \frac{B}{t_{2i}} [T_{Hi} - T_0] + \dot{C} [T_{Hi} - T_K], i=1,2,3, \tag{25}$$

где \dot{L}_i – средние значения интегрального выражения в серии экспериментов с одинаковыми условиями t_{2i} , T_{Hi} :

$$\dot{L}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \dot{L}_k. \tag{26}$$

Значение \mathcal{L}_i в каждом эксперименте определяется как отношение погибших насекомых к общему их числу до обработки.

Заметим также, что коэффициенты \mathring{A} , \mathring{B} и \mathring{C} могут быть рассчитаны также как и коэффициенты регрессионного уравнения вида:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 \quad (27)$$

на основе методов планирования эксперимента, т.е. если полагать

$$Y = -\ln(1-\mathcal{L}), b_0 = \mathring{A}, b_1 = \mathring{B}, b_2 = \mathring{C},$$

$$x_1 = \frac{T_n - T_0}{t_2}, x_2 = T_n - T_k.$$

Рассчитанные по вышеизложенной методике коэффициенты биорезистентности гороховой и фасолевого зерновок приведены в таблице 5. В качестве исходных данных для расчетов использовались данные [7]. В качестве критической температуры принималась $T_k=35^\circ\text{C}$.

Таблица 5 - Коэффициенты биорезистентности гороховой и фасолевого зерновок

Культура	Вид СВЧ воздействия	\mathring{A}	\mathring{B}	\mathring{C}
Гороховая зерновка	непрерывное	-10,12	3,90	$3,05 \cdot 10^{-1}$
	импульсное	-5,18	31,94	$1,39 \cdot 10^{-1}$
Фасолевого зерновка	непрерывное	$-8,08 \cdot 10^{-1}$	$1,60 \cdot 10^{-1}$	$8,13 \cdot 10^{-2}$
	импульсное	-1,63	9,27	$1,13 \cdot 10^{-1}$

В целом расчет показателя всхожести семян по аналитическим выражениям (12), (16) с учетом коэффициентов биорезистентности (таблица 4) показывает, что расхождение между расчетными и полученными в результате эксперимента значениями не превышает 10%. В таблице 6 приведены отдельные результаты сравнения расчетных и экспериментальных значений всхожести для семян различных культур.

Таблица 6 - Результаты сравнения экспериментальных и расчетных значений всхожести семян

Культура	Скорость СВЧ нагрева, $^\circ\text{C}/\text{c}$	Конечная температура, $^\circ\text{C}$	Всхожесть семян, %			Относительная ошибка расчетов, %
			до обработки	в эксперименте	расчетная	
Пшеница	0,81	55 ± 1	88	86	83,0	3,4
	0,70	64 ± 1	88	76	74,5	2,0
Ячмень	0,72	50 ± 1	92	90	90,1	0,1
	0,64	57 ± 1	92	81	79	2,4
Овес	0,60	53 ± 1	82	80	79,9	0,08
	0,66	59 ± 1	82	61	58,9	3,4
Горох	0,53	76 ± 1	82	72	72,1	0,2
	0,15	71 ± 1	82	72	71,9	0,2
Фасоль	1,73	72 ± 1	94	84	33,0	0,1
	0,127	57 ± 1	89	86	85	1,0

Следует заметить, что интегральное выражение для \mathcal{L} (12) может принимать значения от 1 до \mathcal{L}_{min} . Однако, никакого противоречия в данном случае нет, т.к., по сути выражения вида (12) предложены для описания летального интегрального СВЧ воздействия. Другими словами, если \mathcal{L} принимает значения $\mathcal{L} > 0$, то это означает наличие отрицательного (ингибирующего) воздействия, а если $\mathcal{L} \leq 0$, то следует понимать, что при данных режимах отрицательного воздействия не наблюдается - могут быть случаи или отсутствия летального воздействия или стимуляции физиологических процессов (повышения всхожести и т.д.). Но надо понимать, что предложенные соотношения (12) нельзя применять для количественной оценки эффекта стимуляции (увеличения всхожести, урожайности).

Отметим, что поскольку в процессах термической СВЧ обработки семян необходимо выдерживать определенные технологические требования (недопустимо снижение всхожести,

эффективность дезинсекции должна быть высокой) интегральные выражения вида (12) позволяют определять термические режимы и параметры воздействия.

Режимы обработки могут быть определены из условий критических значений интегрального выражения (12). Для процессов СВЧ дезинсекции эти условия могут быть представлены следующим образом:

$$\mathcal{L} \leq 0, \dot{\mathcal{L}} \geq \mathcal{L}_k,$$

или с учетом соотношений (18) и (24) для процесса «СВЧ нагрев-охлаждение»

$$A + Bk + C \left[\frac{T_n - T_k}{\alpha} + \frac{T_n^2 - T_k^2}{2k} \right] \leq 0, \quad (28)$$

$$\dot{A} + \dot{B}k + \dot{C}[T_n - T_k] \geq -\ln(1 - \mathcal{L}_k), \quad (29)$$

где $\mathcal{L}, \dot{\mathcal{L}}$ - соответственно значение интегрального выражения вида (12) для семян и насекомых вредителей; \mathcal{L}_k - практически допустимое значение эффективности дезинсекции.

Если хотя бы одно из условий не выдерживается, то исследуемый режим обработки дает половинчатый результат и необходимо либо находить компромиссный вариант (по допустимым требованиям), либо определять (задавать) более подходящий режим. В качестве иллюстрации приведем следующий пример.

Пример 1. Режимы СВЧ дезинсекции задаются следующими параметрами - обработка непрерывным СВЧ воздействием, скорость СВЧ нагрева $0,5^\circ\text{C}/\text{с}$, конечная температура нагрева 70°C , величина α при охлаждении составляет $2 \cdot 10^{-3} \text{с}^{-1}$. Необходимо оценить эффективность дезинсекции и влияние СВЧ обработки на всхожесть семян. Исходные данные: семя гороха, влажность 13%, количество насекомых в семенной массе 50 шт/кг.

Используя соотношения (12), (18) и (24), а также коэффициенты биорезистентности (таблицы 4-5) рассчитываем:

$$\mathcal{L} = 1 - \exp \left\{ - \left[-3,74 + 5,51 \cdot 0,5 + 3,82 \cdot 10^{-5} \left(\frac{70 - 35}{2 \cdot 10^{-3}} + \frac{70^2 - 35^2}{2 \cdot 0,5} \right) \right] \right\} = -0,19,$$

$$\dot{\mathcal{L}} = 1 - \exp \{ -[-10,12 + 3,9 \cdot 0,5 + 3,06 \cdot 10^{-1}(70 - 35)] \} = 0,918.$$

Полученные значения летальности СВЧ воздействия на семена и насекомых показывают, что при данных режимах всхожесть семян будет не ниже контроля ($\mathcal{L} = -0,19$). Эффективность дезинсекции 91,8%.

Это означает, что после СВЧ обработки 92 насекомых из 100 в каждом килограмме семян будет уничтожено, или вероятное количество живых насекомых в 1 кг семян 4 шт/кг (согласно ГОСТ 12048-81 допустимое количество живых насекомых не более 10 шт/кг). Следовательно при такой заселенности семян гороховой зерновкой, в принципе, режим может быть рекомендован для дезинсекции.

В рассмотренном примере расчетное значение эффективности термической СВЧ дезинсекции составляло 0,918. Однако, если необходимо проводить СВЧ дезинсекцию с большей эффективностью (что имеет место при большой заселенности насекомыми вредителями), например с эффективностью 96% ($\mathcal{L}_k = 0,98$), то предложенный режим СВЧ обработки не оптимален. В то же время на эффективность СВЧ дезинсекции можно влиять изменением скорости и конечной температуры СВЧ нагрева.

Пример 2. Определить режимы СВЧ дезинсекции гороха от гороховой зерновки. Известно: скорость СВЧ нагрева не более $0,6^\circ\text{C}/\text{с}$, эффективность дезинсекции не менее 99%.

Поскольку скорость СВЧ нагрева задана, необходимо найти значение конечной температуры нагрева. Тогда из условий (28)-(29) находим:

$$T_n \geq \frac{1}{\alpha} \{ -\ln(1 - \mathcal{L}_k) - \dot{A} - \dot{B}k \} + T_k. \quad (30)$$

После подстановки численных значений получаем: $T_n \geq 75,6^\circ\text{C}/\text{с}$.

Оценим термическое действие на семена при их остывании без принудительного охлаждения ($\alpha = 2 \cdot 10^{-3} \text{с}^{-1}$):

$$\mathcal{L} = 0,386.$$

Расчеты показывают, что данный режим обработки, несмотря на высокую эффективность дезинсекции отрицательно сказывается на всхожести семян ($\mathcal{L} = 0,386 > 0$). Однако в интегральных выражениях, кроме стадии нагрева, определяемой величинами k и T_n , присутствует и стадия охлаждения, определяемая величиной α . Следовательно отрицательное воздействие на семена, вероятно, можно уменьшить на стадии охлаждения изменяя величину α . Для этого случая условие по α определяется следующим образом:

$$\alpha \geq (T_n - T_k) + \left[\frac{1}{c} (-A - Bk) - \frac{T_n^2 - T_k^2}{2k} \right]^{-1} \quad (31)$$

или с учетом конкретных численных значений (пример 2) получаем:

$$\alpha \geq 5,36 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1},$$

т.е. для сохранения посевных качеств семена после СВЧ нагрева необходимо охлаждать, причем величина α в данном случае должна быть $\alpha \geq 5,36 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$.

Как указывалось ранее, величина α определялась по условиям проведения экспериментов и рассчитывалась по формуле (30)

$$\alpha = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \left[\frac{T_n - T_0}{T_k - T_0} \right]. \quad (32)$$

Однако она может быть рассчитана также и по кривой кинетики охлаждения объема (семян) [12]. Анализ расчетных кривых кинетики остывания семян гороха при различных значениях коэффициента теплообмена на поверхности объекта $\alpha_{\text{охл}}$. Так при $\alpha_{\text{охл}} = 7,4 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ($Nu = 2$) $\alpha = 2,05 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$, при $\alpha_{\text{охл}} = 74 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ($Nu = 20$) $\alpha = 1,83 \cdot 10^{-2} \text{ c}^{-1}$. В общем случае для семян гороха можно предложить приближенные формулы перевода:

$$\alpha \approx 2,70 \cdot 10^{-4} \alpha_{\text{охл}}, \text{ c}^{-1}, \quad (33)$$

$$\alpha_{\text{охл}} \approx 3,70 \cdot 10^3 \alpha, \text{ Вт/(м}^2\text{К)}.$$

Далее следует сказать, что коэффициент теплоотдачи на поверхности объекта зависит от свойств среды (воздуха), объекта (семян) и скорости движения среды. Поэтому на практике (при постоянных свойствах среды, объекта) величину $\alpha_{\text{охл}}$ можно менять регулируя скорость движения среды. Для определения необходимой скорости движения среды на поверхности семени воспользуемся известными формулами [12]:

$$\alpha_{\text{охл}} = \frac{Nu \lambda_c}{2R}, \text{ Вт/(м}^2\text{К)}, \quad (34)$$

$$Nu = 0,9 Re^{0,5} Pr^{1/3},$$

$$Re = v R \rho_c / \mu_c,$$

где Nu , Re , Pr - соответственно критерии подобия Нуссельта, Рейнольдца и Прандтля; λ_c , ρ_c , v , μ_c - соответственно коэффициент теплопроводности, плотность, скорость и вязкость охлаждающей среды (воздуха); R - радиус семени.

Тогда расчетное значение скорости охлаждающей среды v можно определить из выражения

$$v = \left[\frac{Nu}{0,9 Pr^{1/3}} \right]^2 \frac{\mu_c}{R \rho_c}. \quad (35)$$

Пример 3. Рассчитанный в примере 2 режим дезинсекции гороха на стадии нагрева определяется скоростью нагрева $0,6 \text{ }^\circ\text{C/c}$ и конечной температурой нагрева $75,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Однако при эффективности дезинсекции 99% ($\mathcal{L}_k = 0,99$) имеет место снижение всхожести. Определить скорость потока воздуха при охлаждении семян и рассчитать время охлаждения до температуры T_k , позволяющие проводить дезинсекцию без снижения всхожести семян. Начальная температура семян $T_0 = 20^\circ\text{C}$.

Прежде чем приступить к решению, заметим, что приведенный ранее расчет величины α по условию (31) дает $\alpha \geq 5,36 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. В таком случае для надежной обработки положим $\alpha = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$.

Определяем расчетное значение коэффициента теплоотдачи по (33): $\alpha_{\text{охл}} = 37 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Рассчитываем значение критерия Нуссельта: $Nu = 10$. Расчетное значение скорости потока воздуха по выражению (35) составляет $v = 0,72 \text{ м}/\text{с}$.

Находим время охлаждения

$$t_{\text{охл}} = t_3 - t_2 = \frac{1}{\alpha} \ln \left[\frac{T_2 - T_0}{T_3 - T_0} \right]. \quad (36)$$

$$t_{\text{охл}} = 131 \text{ с}.$$

Рассмотренные в примерах 2 и 3 теоретические ситуации применения предлагаемых интегральных выражений для оценки летальности СВЧ воздействия показывают, что пользуясь аналитическими зависимостями можно прогнозировать эффективность СВЧ обработки семян и, соответственно, повысить надежность технологического процесса. Численный эксперимент по снижению отрицательного (ингибирующего) действия интегрального температурно-временного воздействия на семена варьированием скорости потока воздуха на стадии охлаждения и полученные результаты указывают на то, что возможны достаточно простые технологичные приемы, обеспечивающие сохранение посевных качеств семян на жестких режимах СВЧ дезинсекции и дезинфекции.

В связи с этим были проведены экспериментальные исследования процесса СВЧ дезинсекции, включающие сравнение режимов СВЧ обработки без обдува и с принудительным охлаждением после нагрева. Результаты экспериментов и режимы приведены в таблицах 7-9. Здесь же приведены и расчетные значения интегралов летальности для семян и насекомых.

Таблица 7 - Режимы СВЧ дезинсекции семян гороха

№ варианта	Скорость СВЧ нагрева, °С/с	Конечная температура СВЧ нагрева, °С	Расчетное значение коэффициента α , с^{-1}
1 (без обдува)	0,56	70±1	2,0·10 ⁻³
2 (с обдувом v=5 м/с)	0,56	70±1	2,6·10 ⁻²
3 (без обдува)	0,54	76±1	2,0·10 ⁻³
4 (с обдувом v=5 м/с)	0,54	76±1	2,6·10 ⁻²
5 (без обдува)	0,15	71±1	2,0·10 ⁻³
6 (с обдувом v=5 м/с)	0,15	71±1	2,6·10 ⁻²

Таблица 8 - Показатели всхожести после СВЧ дезинсекции семян гороха

№ Варианта	Значение интеграла летальности L		Всхожесть семян, %			Относительная погрешность расчетов, %
	расчетное	экспериментальное	до обработки	в эксперименте	расчетная	
1	0,13	0,0416	-	-	-	3,7
2	-0,61	-0,014	72	73	-	-
3	0,165	0,122	82	72	68,4	5,0
4	-0,70	0,012	82	81	-	-
5	0,122	0,122	82	72	71,9	0,13
6	0,006	-0,037	82	85	81,5	4,1

Анализ полученных экспериментальных данных и сравнение их с расчетными значениями всхожести семян и эффективности дезинсекции показывают, что теоретическое предположение о нейтрализации термического СВЧ воздействия на семена интенсивным охлаждением после нагрева, сделанное на основе анализа предложенных интегральных соотношений летальности, действительно имеет место.

Таблица 9 - Показатели эффективности летального действия на насекомых

№ Варианта по таблицам 7 и 8	Количество насекомых в образце до обработки, шт	Количество погибших насекомых, шт.	Значение интеграла летальности L		Расчетное количество погибших насекомых, шт	Относительная погрешность расчетов, %
			экспериментальное	расчетное		
1	14	14	1	0,94	13	7,1
2	13	13	1	0,94	12	7,7
3	12	12	1	0,99	12	0
4	17	17	1	0,99	17	0
5	16	16	1	0,99	16	0
6	19	19	1	0,99	19	0

Интенсивное охлаждение семян после СВЧ нагрева позволяет нейтрализовать ингибирующее действие ЭМП СВЧ. На рисунке 2 представлены гистограммы всхожести семян (по результатам эксперимента) после СВЧ нагрева с обдувом и без обдува, показывающие, что интенсивное охлаждение семян позволяет сохранить всхожесть на уровне контроля и даже несколько повысить ее (при импульсной СВЧ обработке). Относительная ошибка расчетов летального действия ЭМП СВЧ по интегральным выражениям (12)-(19) по сравнению с экспериментальными данными не превышает 3,7%.

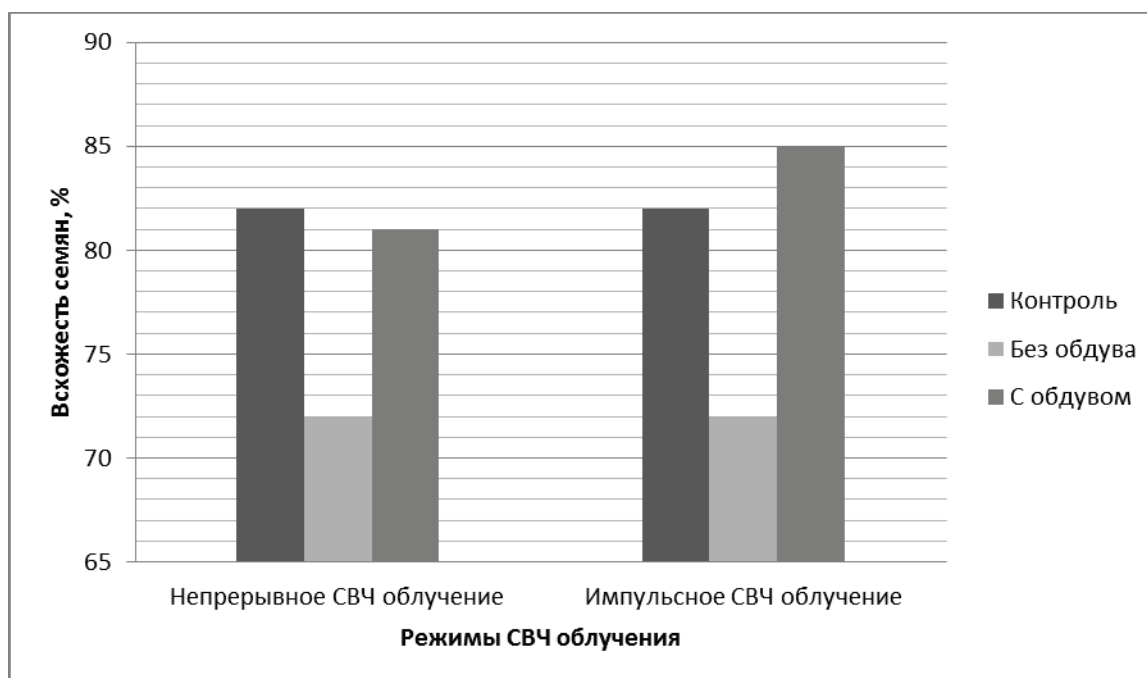


Рис. 2. Влияние СВЧ воздействия на всхожесть семян гороха «Топаз»

Заключение. Представлена математическая модель вероятностной оценки эффективности термической СВЧ обработки семян в виде интеграла летальности, который учитывает специфику СВЧ воздействия.

Результаты показывают, что представление интеграла летальности, как вероятности «отказа» биологического объекта может быть использовано для оценки летального воздействия при термической СВЧ обработке семян. Предлагаемая форма интеграла летальности позволяет прогнозировать результат термической СВЧ обработки семян с учетом таких технологических параметров обработки, как скорость СВЧ нагрева, начальная температура семян (температура окружающей среды); конечная температура СВЧ нагрева семян, времени нагрева и остывания семян. Это дает возможность повысить надежность технологического процесса.

Для оценки эффективности термической СВЧ обработки семян по интегральным выражениям необходимо лишь знать кинетику процесса на стадии нагрева и остывания и рас-

полагать значениями коэффициентов биорезистентности, которые определяются на стадии предварительных экспериментов.

Представление интеграла летальности температурно-временного воздействия при СВЧ обработке семян, как вероятности «отказа» биологического объекта, позволяет также эффективно использовать теоретические результаты кинетики СВЧ нагрева для прогнозирования результата и повышения надежности технологических процессов термической СВЧ обработки семян. Это весьма важно, поскольку, СВЧ обработку семян можно осуществить на любом СВЧ оборудовании, допускающем СВЧ обработку (нагрев) сыпучих материалов.

Библиография

1. Кононков П.Ф., Старцев В.И., Вендин С.В. Всхожесть семян можно повысить // Картофель и овощи. 1990. №2. С.24.
2. Бородин И.Ф. Вендин С.В., Горин А.Д. Изменение всхожести семян зерновых культур под влиянием СВЧ обработки // Российская сельскохозяйственная наука. 1993. № 2. С. 92.
3. Вендин С.В. Интегральная оценка температурного действия на семена //Техника в сельском хозяйстве. 1995. № 3. С. 31.
4. Вендин С.В. Экспериментальные исследования предпосевной обработки семян пшеницы электромагнитным полем СВЧ // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. №1(1). С.4-10.
5. Вендин С.В. Регрессионный анализ влияния удельной СВЧ мощности и экспозиции, скорости и конечной температуры нагрева на предпосевную обработку семян пшеницы // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. №2(6). С.9-13.
6. Вендин С.В. Технологические приемы СВЧ обработки семян в слое // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. №2(10). С.3-11.
7. Вендин С.В. Экспериментальные исследования процессов СВЧ обработки семян. Москва-Белгород: ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», ООО «ТРАНСЛОГ», 2017. 116 с.
8. Вендин С.В. Теория и математические методы анализа электродинамики процессов СВЧ обработки семян. М.: ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», ООО «ТРАНСЛОГ», 2015. 137 с.
9. Андреев С.А. Установка для СВЧ-обработки семян: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1987, 16 с.
10. Глазунов Л.П., Грабовецкий В.П. Основы теории надежности автоматических систем управления: Учебное пособие для вузов. Л.: Энергоатомиздат, Ленингр.отделение, 1984. 208 с: ил.
11. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. М.: Наука, 1964. 608 с.: ил.
12. Вендин С.В. Теория и математические методы анализа тепловых процессов при СВЧ обработке семян. М.: ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», ООО «ТРАНСЛОГ», 2016. 143 с.

References

1. Kononkov P.F., Starcev V.I., Vendin S.V. Vskhozhest' semyan mozjno povysit' [Seed germination can be increased] // Potatoes and vegetables. 1990. №2. P.24.
2. Borodin I.F. Vendin S.V., Gorin A.D. Izmenenie vskhozhesti semyan zernovykh kul'tur pod vliyaniem SVCH obrabotki [Change in seed germination of grain crops under the influence of microwave processing] // Russian agricultural science. 1993. № 2. p. 92.
3. Vendin S.V. Integral'naya ocenka temperaturnogo dejstviya na semena [Integral assessment of the temperature effect on seeds] // Technique in agriculture. 1995. № 3. p. 31.
4. Vendin S.V. EHksperimental'nye issledovaniya predposevnoj obrabotki semyan pshenicy ehlektromagnitnym polem SVCH [Experimental studies of pre-sowing treatment of wheat seeds with the electromagnetic field of the microwave] // Innovations in the AIC: Problems and Prospects. 2014. №1 (1). P.4-10.
5. Vendin S.V. Regressionnyj analiz vliyaniya udel'noj SVCH moshchnosti i ehkspozicii, skorosti i konechnoj temperatury nagreva na predposevnyuyu obrabotku semyan pshenicy [Regression analysis of the effect of specific microwave power and exposure, speed and final heating temperature on pre-sowing treatment of wheat seeds] // Innovations in the AIC: Problems and Prospects . 2015. №2 (6). P.9-13.
6. Vendin S.V. Tekhnologicheskie priemy SVCH obrabotki semyan v sloe [Technological methods of microwave treatment of seeds in the layer] // Innovations in the AIC: Problems and Prospects . 2016. №2 (10). P. 3-11.
7. Vendin S.V. EHksperimental'nye issledovaniya processov SVCH obrabotki semyan [Experimental studies of the processes of microwave seed treatment] Moscow-Belgorod: OJSC “Central Collector of Libraries“ BIBKOM”, TRANSLOG LLC, 2017. 116 p.
8. Vendin S.V. Teoriya i matematicheskie metody analiza ehlektrodinamiki processov SVCH obrabotki semyan [Theory and mathematical methods for the analysis of the electro-dynamics of the processes of microwave seed treatment] M.: OJSC “Central Library Collector“ BIBKOM”, TRANSLOG LLC, 2015. 137 p.
9. Andreev S.A. Ustanovka dlya SVCH-obrabotki semyan [Installation for microwave seed treatment]: author. dis. ... Cand. tech. Sciences. M.: 1987. 16 p.
10. Glazunov L.P., Graboveckij V.P. Osnovy teorii nadezhnosti avtomaticheskikh sistem upravleniya [Funda-

mentals of the theory of reliability of automatic control systems]: Textbook for universities. L.: Energoatomizdat, Lenigr.otredenie, 1984. 208 p.: Ill.

11. Glazunov L.P., Graboveckij V.P. Osnovy teorii nadezhnosti avtomaticheskikh sistem upravleniya [Handbook of mathematics for engineers and students of high schools]. M.: Nauka, 1964. 608 p.: Ill.

12. Vendin S.V. Teoriya i matematicheskie metody analiza teplovyh processov pri SVCH obrabotke semyan [Theory and mathematical methods for the analysis of thermal processes in the microwave treatment of seeds]. M.: OJSC "Central Library Collector" BIBKOM", TRANSLOG LLC, 2016. 143 p.

Сведения об авторах

Вендин Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, +7-4722-39-11-36, E-mail: elapk@mail.ru.

Information about authors

Vendin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, FGBOU VO Belgorod State University, ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, + 7-4722-39-11-36, E-mail: elapk@mail.ru.

УДК 631.361.022.003.13

С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШНЕКОВОГО ГРАНУЛЯТОРА КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ТРАВЯНОЙ МУКИ ДЛЯ КОРМЛЕНИЯ КРОЛИКОВ

Аннотация. Кормление сельскохозяйственных животных, в том числе кроликов, гранулированными кормовыми смесями на основе травяной муки весьма перспективно, поскольку позволяет повысить продуктивность животных при минимальных финансовых затратах. Особенно актуален такой подход к организации кормления в личных подсобных и фермерских хозяйствах. Для приготовления кормовых гранул на основе травяной муки необходим гранулятор. В настоящее время широкое распространение получили катковые грануляторы с кольцевой или плоской матрицей и шнековые грануляторы с плоской матрицей. Катковые грануляторы по конструкции сложнее, поэтому их стоимость достаточно высока. По состоянию на февраль 2019 года минимальная стоимость фермерского каткового гранулятора составляет 51 тысячу рублей. При этом самостоятельно изготовить такой гранулятор в условиях личного подсобного или фермерского хозяйства крайне сложно. В свою очередь шнековые грануляторы проще по конструкции и значительно дешевле в изготовлении. Простота конструкции позволяет фермерам самостоятельно изготавливать шнековые грануляторы, при этом максимальная стоимость самостоятельного изготовления не превышает 30 тысяч рублей. Для эффективной работы гранулятора с травяной мукой необходимо учесть несколько конструктивных особенностей, а именно: фильтры матрицы должны быть строго согласованы с ее толщиной; фильтры должны иметь конические части с двух сторон, причем глубина внутренней конической части должна быть в 2,5 раза больше внешней; зазор между крайней лопастью шнека и матрицей должен быть не более 0,5 мм, в идеале лопасть должна скользить по матрице; диаметр цилиндрических частей фильер – не менее 4,2 мм; на внутренней части деки обязательно прорезаются продольные или спиральные борозды глубиной и шириной 3×3 мм, а шаг навивки шнека должен уменьшаться от входа к выходу. Все перечисленные выше конструктивные особенности учтены в 3D-модели нового шнекового гранулятора, описанного в данной публикации. Кроме того, предложено описание рациональной конструкции и принципа его работы, а также основы конструирования. На основании предложенной 3D-модели можно разработать шнековый гранулятор любого типоразмера с рациональной для конкретной фермы производительностью.

Ключевые слова: кормление кроликов, травяная мука, гранулятор, конструкция, 3D-модель.

THE DESIGN OF THE SCREW GRANULATOR FEED MIXES BASED ON HERBAL FLOUR FOR FEEDING RABBITS

Abstract. Feeding of farm animals with granulated feed mixtures on the basis of herbal flour is very promising, as it allows to increase the productivity of animals at minimal financial costs. This approach to the organization of feeding in personal subsidiary plots and farms is especially relevant. For the preparation of feed pellets based on herbal flour granulator is required. Currently, widespread roller pellet mills with an annular or flat die, and screw pellet mills with flat die. Roller granulators are more complex in design, so their cost is quite high. As of February 2019, the minimum cost of a farm roller pellet mill is 51 thousand rubles. At the same time, it is extremely difficult to make such a granulator independently in the conditions of a personal subsidiary or a farm. In turn, screw granulators are simpler in design and much cheaper to manufacture. The simplicity of the design allows farmers to produce their own screw granulators, with the maximum cost of self-production does not exceed 30 thousand rubles. In order for the auger granulator to work effectively with grass flour, several design features must be taken into account, namely: the die of the matrix must be strictly consistent with its thickness; the dies must have chamfers on both sides, and the depth of the internal chamfer must be 2,5 times greater than the external; the gap between the extreme blade of the screw and the matrix must be no more than 0,5 mm; the diameter of the cylindrical parts of the dies is not less than 4,2 mm; on the inner part of the deck, longitudinal or spiral grooves are necessarily cut with a depth and width of 3×3 mm, and the pitch of the screw winding should decrease from input to output. All of the above design features are taken into account in the 3D-model of the new auger granulator described in this publication. In addition, a description of the rational design and the principle of its operation, as well as the basis of construction. On the basis of the proposed 3D-model, it is possible to develop a screw granulator of any size with a rational performance for a particular farm.

Keywords: feeding rabbits, herbal flour, granulator, design, 3D-model.

Введение. В рамках данной публикации рассмотрены особенности конструкции гранулятора кормовых смесей на основе травяной муки, предназначенного для кроликофермы. Травяная мука – это белково-витаминный корм для сельскохозяйственных животных, полученный путем искусственной сушки и дробления свежескошенных трав. Состав кормовой смеси для кроликов [1] представлен в таблице 1.

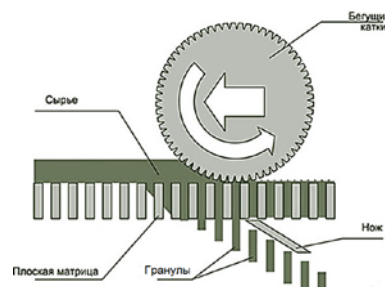
Для кроликов кормовые смеси консолидируют в твердые гранулы, и только после этого скармливают. В процессе приготовления гранул используются катково-матричные [2] и шнеково-матричные [3] грануляторы (рисунок 1).

Таблица 1 – Состав кормовой смеси для кроликов [1], %

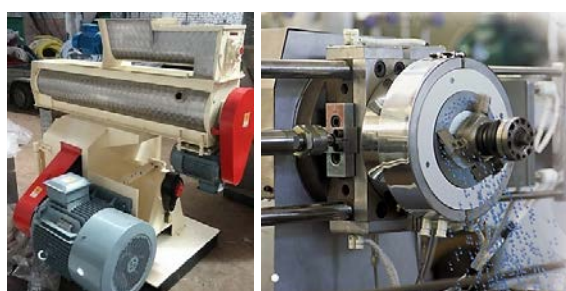
№ п/п	Показатель	Молодые особи	Взрослые животные	Самки в период беременности	Самки в период вскармливания	Самки и самцы перед случкой
Процентное содержание веществ в сухой смеси						
1	Травяная мука	30	40	30	30	30
2	Овес	19	19	19	19	19
3	Ячмень	19	24	19	19	19
4	Пшеничные отруби	15	5	15	15	15
5	Подсолнечный или соевый шрот	13	10	14	13	15
6	Мясокостная или рыбная мука	1,0	0,5	1,0	1,5	0,5
7	Витаминный комплекс, мел и дрожжи	2,7	1,2	1,2	2,0	1,0
8	Соль	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5
9	Суточная норма смеси, г	100-140	170	180-200	330-410	210



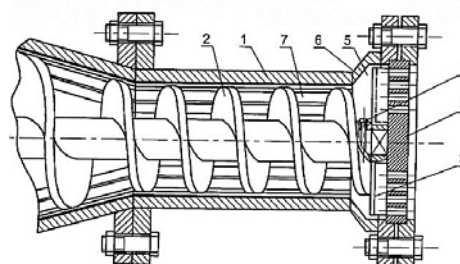
а)



б)



в)



г)

а – конструктивная схема катково-матричного гранулятора; б – принцип работы катково-матричной системы; в – общий вид шнекового гранулятора; г – конструктивная схема шнеково-матричной системы;
 1 – дека; 2 – шнек; 3 – нож; 4 – матрица; 5 – полость перед матрицей; 6 – раструб;
 7 – прорези деки; 8 – фиксатор ножа

Рис. 1. Конструктивные схемы грануляторов

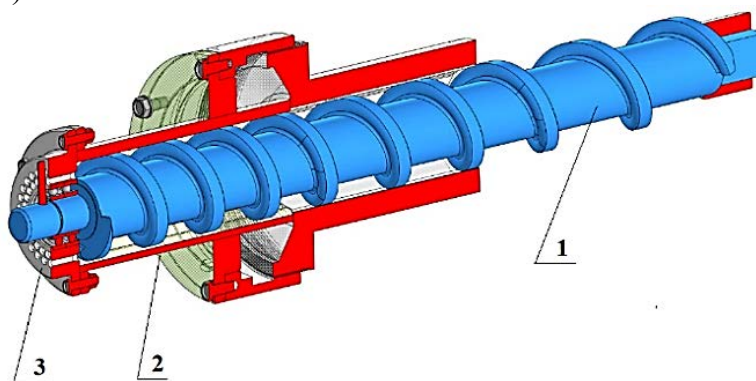
Шнековые грануляторы конструктивно проще и дешевле в изготовлении. По состоянию на февраль 2019 года минимальная стоимость фермерского каткового гранулятора составляет 51 тысячу рублей. При этом самостоятельно изготовить такой гранулятор в условиях личного подсобного или фермерского хозяйства крайне сложно. В свою очередь шнеко-

вые грануляторы проще по конструкции и значительно дешевле в изготовлении. Простота конструкции позволяет фермерам самостоятельно изготавливать шнековые грануляторы, при этом максимальная стоимость самостоятельного изготовления не превышает 30 тысяч рублей.

Объект и методы исследований. Объектом исследования является технологический процесс гранулирования кормовых смесей на основе травяной муки. В исследованиях применялись методы системного анализа, 3D-моделирования, а также основы проектирования и конструирования кормоприготовительных машин.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследование проводилось в соответствии с Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства РФ на 2017-2025 гг., утверждённой постановлением Правительства РФ от 25.08.2017 г. № 996.

Шнековый гранулятор как кормоприготовительная машина состоит из корпуса с приводом и рабочей части. Рабочая часть гранулятора включает шнек переменного шага, деку и матрицу (рисунок 2).



1 – шнек переменного шага; 2 – дека; 3 – матрица

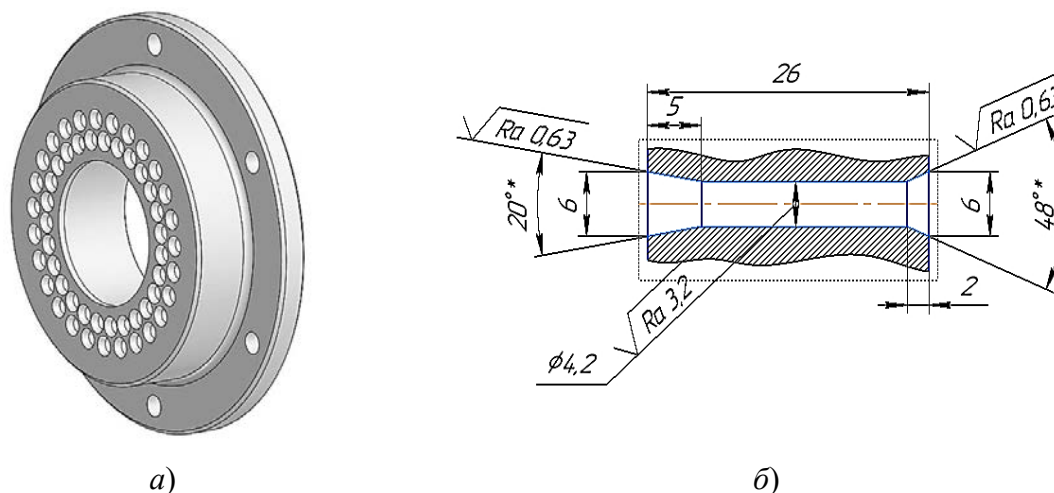
Рис. 2. Рабочая часть гранулятора

Предложенная конструкция работает следующим образом. Кормовая смесь предварительно приготовленная в соответствии с рецептурой (см. таблицу 1) и качественно перемешанная подается в приемный бункер гранулятора откуда под действием мешалки активатора перемещается в приемную часть шнека. Шнек захватывая кормовую смесь, придает ей осевое перемещение, сжимает и продавливает сквозь матрицу. В отверстиях матрицы (фильерах) происходит консолидация частиц смеси и формируется гранула требуемой длины, диаметра и плотности. Далее гранулы выходят из фильера, отламываются вращающейся шпилькой и по выгрузному лотку отводятся в бункер-накопитель.

Особенности конструкции шнека. Шнек представляет собой вал из стали 40 с навивкой переменного шага (см. рисунок 2). Длина винтовой части шнека 600 мм, из которых первые 200 мм представляют собой захватывающую часть, на которой расположено два шага винта; вторые 200 мм представляют собой транспортную часть, на которой расположено три шага винта; третьи 200 мм представляют собой сжимающую часть, на которой расположено минимум четыре шага винта.

Диаметр вала шнека составляет $d = 47$ мм, что позволяет в месте соединения с матрицей в качестве опоры использовать шариковые радиальные однорядные подшипники, у которых диаметр внешнего кольца также 47 мм (например, подшипники 105). Навивка изготавливается из круглого прутка диаметром 16 мм, что после механической обработки позволяет получить высоту трапецеидальной навивки 12 мм. Из этого следует, что внешний диаметр шнека составляет $D = 47 + 2 \cdot 12 = 71$ мм. Материал навивки также сталь 40. Шнек производит перемещение и уплотнение кормовой смеси, а также продавливание ее через фильеры матрицы.

Особенности конструкции плоской матрицы. Матрица представляет собой диск из стали 40X толщина 26 мм (рисунок 3).



а – 3D-модель матрицы; б – фильера матрицы
Рис. 3. К обоснованию конструкции матрицы гранулятора

В центральное отверстие матрицы вставляется два 105-х подшипника диаметром 47 мм. Во внутреннее кольцо данных подшипников входит хвостовик шнека диаметром 25 мм. В результате шнек имеет возможность свободно вращаться в неподвижной матрице.

Если рассматривать соединение шнек–матрица, то в пределах высоты навивки шнека в матрице насверлены 2 ряда фильер по 27 штук в каждом ряду (см. рисунок 3). Каждая фильера состоит из конической загрузочной части длиной 5 мм и углом раствора конуса 20°; цилиндрической части длиной 18 мм, а также конической выходной части длиной 2 мм и углом раствора конуса 48°.

Диаметр цилиндрической части фильер составляет 4,2 мм, а диаметр большего основания конусной части фильер 6 мм с внешней и внутренней стороны.

Согласно теории гранулирования, приведенной в источнике [4] консолидация компонентов смеси в гранулу, происходит на длине 40% цилиндрической части фильеры. Остальная длина лишь способствует увеличению плотности гранулы.

Для кроликов гранулы необходимой плотности достигаются, если длина цилиндрической части фильеры не менее 15 мм. В предлагаемой конструкции матрицы этот параметр составляет 19 мм, что позволяет восстанавливать требуемые параметры фильер при шлифовке матрицы в процессе ее планового ремонта.

Производительность шнекового гранулятора рассчитывается по формуле [5]:

$$Q = 47 \cdot (D^2 - d^2) \cdot t \cdot n \cdot \rho \cdot k, \quad (1)$$

где Q – производительность шнекового гранулятора, кг/с;

D – внешний диаметр шнека, м;

d – диаметр вала шнека, м;

t – шаг винта в сжимающей части, м;

n – частота вращения шнека, мин⁻¹;

ρ – плотность кормовой смеси, кг/м³;

k – коэффициент заполнения винта, $k=0,3$.

Подставляя в выражение (1) рациональные значения параметров получим:

$$Q = 47 \cdot (0,071^2 - 0,047^2) \cdot 0,05 \cdot \left(\frac{5}{60}\right) \cdot 350 \cdot 0,3 = 0,06 \text{ кг/с.}$$

Для того чтобы кормовая смесь качественно продавливалась через отверстия в матрице, необходимо чтобы торцевая часть винта скользила по ее поверхности (рисунок 4).

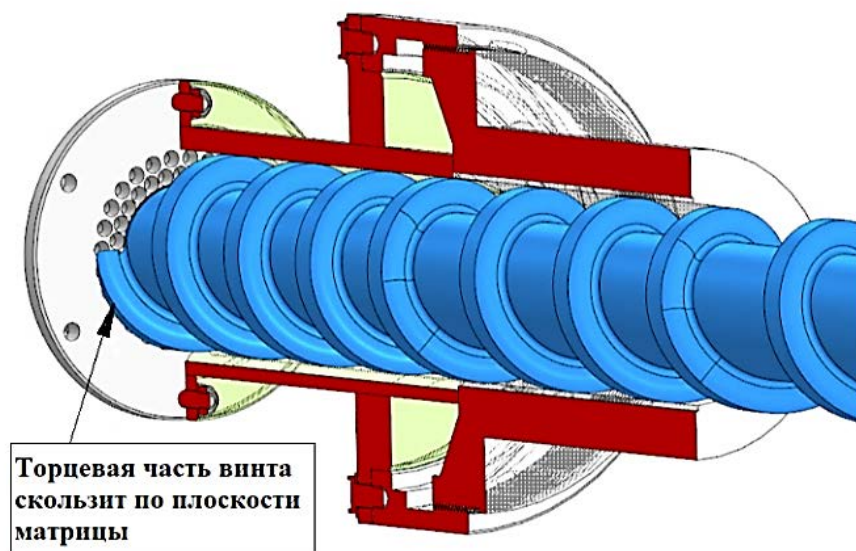


Рис. 4. Визуализация взаимодействия торцевой части винта с матрицей

Особенности конструкции деки. Дека представляет собой цилиндр, сваренный из тех же прутков, из которых выполнена навивка (рисунок 5), то есть материал деки и навивки сталь 40. Зазор между верхней кромкой винта шнека и декой должен быть не более 1–1,5 мм.

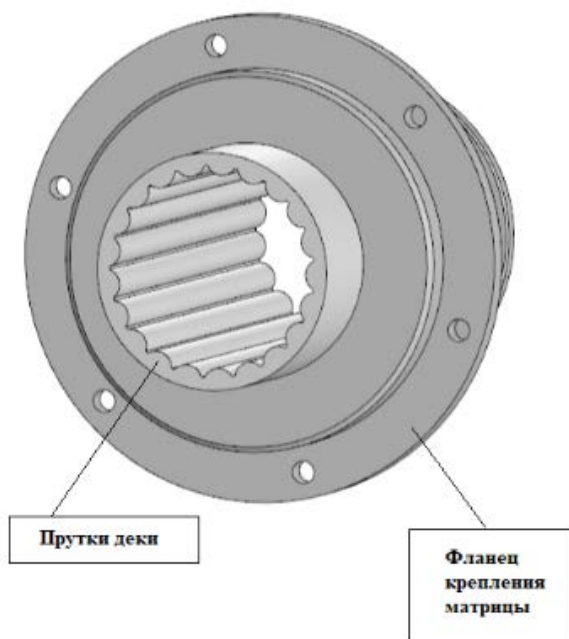


Рис. 5. 3D-модель деки

Рабочая часть гранулятора в деталях представлена на рисунке 6. Для привода гранулятора предложенной конструкции необходим мотор-редуктор с частотой вращения выходного вала $n = 5-15 \text{ мин}^{-1}$. Соответственно, от частоты вращения шнека зависит производительность и мощность, затраченная на продавливание кормовой смеси сквозь все фильеры матрицы. В предлагаемой матрице 2 ряда по 27 фильер.

Анализируя экспериментальные данные С.В. Мельникова и Н.В. Хилкова [4, 6] можно заключить, что максимальное осевое давление в одной фильере составит $p_{\text{max}} = 40 \text{ МПа}$. Именно это давление необходимо создать шнеку.

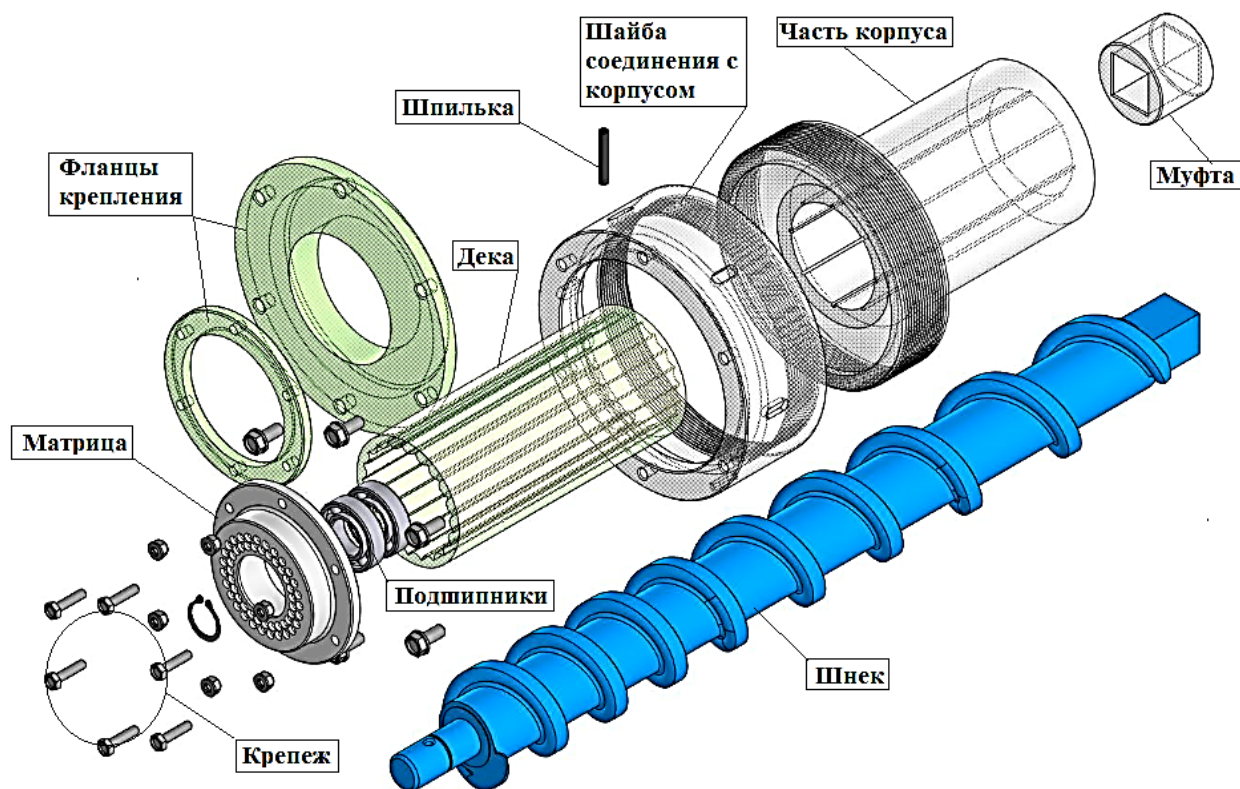


Рис. 6. Рабочая часть гранулятора в деталях

Давление определяется по общеизвестной формуле [7]:

$$p_{\max} = \frac{F}{A}, \quad (2)$$

где p_{\max} – давление, МПа;

F – сила, Н;

A – площадь поперечного сечения, мм².

Отсюда, действующая сила составит:

$$F = p_{\max} \cdot A. \quad (3)$$

Площадь поперечного сечения отверстия фильеры определяется по общеизвестной формуле:

$$A = \frac{\pi \cdot d_{\phi}^2}{4}, \quad (4)$$

где d_{ϕ} – минимальный диаметр отверстия фильеры, $d_{\phi} = 4,2$ мм (см. рисунок 3,б).

Подставляя в выражение (4) значение минимального диаметра отверстий фильеры, получим:

$$A = \frac{3,14 \cdot 4,2^2}{4} = 13,85 \text{ мм}^2.$$

Зная искомую площадь, рассчитаем значение действующей силы:

$$F = 40 \cdot 13,85 = 554 \text{ Н}.$$

Полное сопротивление всех фильер матрицы:

$$F_{\Pi} = z \cdot F, \quad (5)$$

где F_{Π} – полное сопротивление всех фильер матрицы, Н;

z – количество фильер, $z = 54$ штуки.

Зная количество фильер, получим:

$$F_{II} = 54 \cdot 554 = 29916 \text{ Н.}$$

Мощность определяется по общеизвестной формуле [7]:

$$N = \frac{F_{II} \cdot V}{1000 \cdot \eta}, \quad (6)$$

где N – мощность, затраченная на продавливание кормовой смеси сквозь все фильеры матрицы, кВт;

η – КПД передачи, $\eta = 0,7$;

V – линейная скорость торцевой части винта (см. рисунок 4).

$$V = \omega \cdot r, \quad (7)$$

где ω – угловая скорость торцевой части винта, с^{-1} ;

r – радиус торцевой части винта, м.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (8)$$

где n – принятая к расчету частота вращения вала привода, $n = 5$ об/мин.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 5}{30} = 0,52 \text{ с}^{-1}.$$

Зная угловую скорость, получим:

$$V = 0,52 \cdot 0,0355 = 0,019 \text{ м/с.}$$

$$N = \frac{29916 \cdot 0,019}{1000 \cdot 0,7} = 0,82 \text{ кВт.}$$

Мощность двигателя шнекового гранулятора составит [7]:

$$N_{\delta} = k \cdot N, \quad (9)$$

где k – коэффициент запаса, $k = 2$.

$$N_{\delta} = 2 \cdot 0,82 = 1,64 \text{ кВт.}$$

На основании расчетов выбираем электродвигатель АИР 112 МВ8 мощностью 2,2 кВт ГОСТ 51689-2000.

Эксплуатация шнекового гранулятора предложенной конструкции на описанных выше режимах позволит в соответствии с ГОСТ 18691-88 «Корма травяные искусственно высушенные. Технические условия» получать гранулированные корма для кроликов плотностью от 700 до 900 кг/м^3 .

Плотность компонентов кормовой смеси до гранулирования составляет: овес измельченный 300–360 кг/м^3 ; ячмень измельченный 460–650 кг/м^3 ; отруби пшеничные 220–330 кг/м^3 ; шрот соевый 410–610 кг/м^3 ; шрот подсолнечный 480–630 кг/м^3 ; дрожжи кормовые сухие 430–570 кг/м^3 ; соль поваренная каменная 1000–1200 кг/м^3 ; мука мясокостная 500–650 кг/м^3 ; мука рыбная 450–620 кг/м^3 ; витаминная травяная мука 180–200 кг/м^3 [8]. Следовательно, согласно рациону, приведенному в таблице 1, средняя плотность кормовой смеси для кроликов, составит 350 кг/м^3 . Данное значение плотности кормовой смеси использовалось в формуле (1) при расчете производительности гранулятора.

Дополнительные рекомендации при конструировании шнекового гранулятора. Следует учитывать, что существенное снижение частоты вращения электродвигателя (например, с 1500 об/мин до 5 об/мин) может потребовать нескольких понижающих редукторов и цепной передачи. Здесь каждая ступень понижения частоты вращения обладает своим механическим КПД. Поэтому коэффициент запаса мощности брать меньше $k = 2$ нецелесообразно.

Увеличение частоты вращения шнека потребует уменьшения шага винта в сжимающей части, где максимальное количество витков не должно превышать 10.

Конусная часть фильер перед работой должна быть притерта с применением пасты для притирки клапанов ДВС.

Матрицу из стали 40Х после изготовления необходимо закалить в масле. Температура нагрева 840 градусов Цельсия. Выдержка в течение 60 минут, затем охлаждение в масле с обязательным перемешиванием.

В случае изготовления деки гранулятора из трубы, внутренние прорезы можно заменить резьбой большого шага.

Очистка фильер матрицы после эксплуатации должна осуществляться без нарушения геометрии конических и цилиндрических участков отверстий.

Для предотвращения поломок, вызванных забиванием матрицы, муфту соединения хвостовика шнека с приводом необходимо оснастить срезным штифтом.

Рабочая часть гранулятора должна быть легко разборной и присоединяться к корпусу посредством резьбовой шайбы (см. рисунок 6). При этом навивка шнека должна обеспечивать вращение кормовой смеси по часовой стрелке, что исключит раскручивание шайбы с правосторонней резьбой.

Длина готовых гранул регулируется перестановкой отламывающей шпильки. Рациональная длина гранул для кроликов 15–25 мм.

Выполнение рекомендаций, описанных в данной публикации позволит разработать и сконструировать простой, работоспособный и ремонтпригодный шнековый гранулятор кормовых смесей на основе травяной муки. Работоспособность будет обеспечена согласованностью работы матрицы и шнека.

Гранулятор обеспечит изготовление гранул диаметром 4,2 мм плотностью от 700 до 900 кг/м³.

Выводы. Обеспечение работоспособности шнекового гранулятора кормовых смесей на основе травяной муки требует согласования основных конструктивных параметров шнека, матрицы и деки.

Основными конструктивными параметрами шнека являются: длина винтовой части – 600 мм; навивка шнека должна быть переменного шага, при этом шаг уменьшается от входа к выходу дискретно каждые 200 мм длины винта: 2, 3 и минимум 4 шага, соответственно; материал шнека сталь 40; диаметр вала шнека 47 мм, а внешний диаметр навивки 71 мм.

Основными конструктивными параметрами плоской матрицы являются: толщина – 26 мм; количество фильер в пределах высоты навивки шнека 54 штуки; каждая фильера состоит из конической загрузочной части длиной 5 мм и углом раствора конуса 20°; цилиндрической части длиной 18 мм, а также конической выходной части длиной 2 мм и углом раствора конуса 48°; максимальный конструктивный диаметр матрицы зависит от максимального диаметра деки гранулятора; материал матрицы сталь 40Х.

Дека должна представлять собой цилиндр, сваренный из стальных прутков или трубы с внутренней резьбой большого шага. Основными конструктивными параметрами деки являются: зазор между верхней кромкой навивки шнека и внутренней частью деки не более 1–1,5 мм; длина рабочей части деки минимум 200 мм; материал – сталь 40.

Для привода шнека гранулятора с вышеперечисленными конструктивными параметрами необходим электродвигатель АИР112МВ8 мощностью 2,2 кВт ГОСТ 51689-2000, который посредством понижающих редукторов и цепной передачи обеспечит частоту вращения шнека от 5 до 15 мин⁻¹. В результате предложенный гранулятор обеспечит изготовление гранул диаметром 4,2 мм плотностью от 700 до 900 кг/м³ с производительностью 0,06 кг/с.

Библиография

1. ФермерГид. Как приготовить комбикорм для кроликов: состав и рецепты. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://gidfermer.com/zhivotnye/kroliki/sostav-kombikorma-dlya-krolikov.html>.
2. Как сделать гранулятор комбикорма своими руками: пошаговая инструкция: Электронный ресурс. Режим доступа: <http://lubitelikrolikov.ru/inventar/granulyator-kombikorma.html>.
3. Грануляторы комбикорма шнековые. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://reconvent.ru/GranulyatorKombikorma/granulyatori-kombikorma-shnekovic>.
4. Кучинкас З.М., Особов В.И., Фрегер Ю.Л. Оборудование для сушки, гранулирования и брикетирования кормов. М.: Агропромиздат, 1988. 208 с.
5. Геррман Х. Шнековые машины в технологии. Л.: Химия, 1975. 231 с.
6. Завражнов А.И., Николаев Д.И. Механизация приготовления и хранения кормов. М.: Агропромиздат, 1990. 336 с.

7. Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А., Вольвак С.Ф., Несвит В.Д. Техническая механика. Курсовое проектирование: Учебное пособие для профессиональных образовательных учреждений. СПб: Издательство «НИЦ АРТ», 2017. 236 с.
8. Объемные массы и углы естественных откосов сырья и комбикормов. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://zakonbase.ru/content/part/520781?print=1>.

References

1. FermerGid. Kak prigotovit kombikorm dlya krolikov: sostav i recepty [Farmer'sGuide. How to prepare feed for rabbits: composition and recipes]. Electronic resource. Access mode: <https://gidfermer.com/zhivotnye/kroliki/sostav-kombikorma-dlya-krolikov.html>.
2. Kak sdelat granulyator kombikorma своими руками: poshagovaya instrukciya [How to make a feed pellet mill with your own hands: step by step instructions]: Electronic resource. Access mode: <http://lubitelikrolikov.ru/inventar/granulyator-kombikorma.html>.
3. Granulyatory kombikorma shnekovye [The pellet feed auger]. Electronic resource. Access mode: <http://re-convent.ru/GranulyatorKombikorma/granulyatori-kombikorma-shnekovie>.
4. Kuchinkas Z.M., Osobov V.I., Freger Y.I. Oborudovanie dlya sushki, granulirovaniya i briketirovaniya kormov [Equipment for drying, granulation and briquetting of forages]. M.: Agropromizdat, 1988. 208 p.
5. Herman H. Shnekovye mashiny v tekhnologii [Auger machines in technology]. L.: Chemistry, 1975. 231 p.
6. Zavrazhnov A.I., Nikolayev D.I. Mekhanizatsiya prigotovleniya i hraneniya kormov [Mechanization of preparation and storage of feed]. M.: Agropromizdat, 1990. 336 p.
7. Bakharev D.N., Dobrickiy A.A., Volvak S.F., Nesvit V.D. Tekhnicheskaya mekhanika. Kursovoe proektirovanie: Uchebnoe posobie dlya professionnykh obrazovatelnykh uchrezhdenij [Technical mechanics. Course design: a textbook for vocational schools]. St. Petersburg: publishing house «NIC ART», 2017. 236 p.
8. Obemnyye massy i ugly estestvennykh otkosov syrya i kombikormov [Volumetric masses and angles of natural slopes of raw materials and animal feed]. Electronic resource. Access mode: <https://zakonbase.ru/content/part/520781?print=1>.

Сведения об авторах

Вольвак Сергей Федорович, кандидат технических наук, профессор кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 39-12-80, e-mail: volvak.s@yandex.ru.

Бахарев Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и конструирования машин ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 39-12-33 e-mail: baharev.dn_82@mail.ru.

Добрицкий Александр Александрович, кандидат технических наук, преподаватель кафедры технического сервиса в АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 39-27-02, e-mail: dobrickiy_aa@bsaa.edu.ru.

Information about authors

Sergey F. Volvak, candidate of technical sciences, professor of the department of electrical equipment and electrical technologies in the agro-industrial complex Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova,1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, telephone +7 4722 39-12-80, e-mail: volvak.s@yandex.ru.

Dmitriy N. Baharev, candidate of technical sciences, docent of the department of technical mechanics and construction of machines Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova,1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, telephone +7 4722 39-12-33 e-mail: baharev.dn_82@mail.ru.

Alexander A. Dobrickiy, candidate of technical sciences, teacher of the department of technical service in the agro-industrial complex Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova,1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, telephone +7 4722 39-27-02 e-mail: dobrickiy_aa@bsaa.edu.ru.

УДК: 631.316.02

*А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова***РАБОЧИЙ ОРГАН КУЛЬТИВАТОРА**

Аннотация. В настоящее время уделяется особое внимание повышению эффективности и рентабельности сельскохозяйственного производства, а это в свою очередь требует повышения урожайности культур и применения передовой техники, обеспечивающей высокую производительность при минимальных затратах. Рабочие органы почвообрабатывающих машин тем или иным путем воздействуют на почву и изменяют ее свойства и структуру. Для того чтобы понять физическую сущность процессов, которые происходят при обработке почвы, нужно, прежде всего, изучить структуру почвы, механический состав, механические факторы структурообразования почвы, воздействие почвы на рабочие органы почвообрабатывающих машин. В статье рассматривается конструкция рабочего органа культиватора, имеющая криволинейную незакономерную форму. Форма поверхности рабочего органа культиватора выполнена в виде дорзовентрально приплюснутого усеченного полуконуса, сопрягаемого с плоскорежущей частью и его боковыми обрезами, участками логарифмической спирали отрицательной кривизны. Рабочий орган культиватора предлагаемой конструкции позволяет достичь выполнения нескольких задач: снижение тягового сопротивления, за счет применения плоскорежущей и криволинейной поверхности, а так же за счет сохранения остроты режущей кромки при использовании износостойких покрытий, что в свою очередь позволит получить повышение долговечности, а разборная конструкция элементов повышает ремонтпригодность, за счет быстрой смены передней, наиболее изнашиваемой части поверхности рабочего органа. Кроме того, здесь же приводятся результаты теоретических исследований, позволяющих обосновать отдельные конструктивные параметры рабочего органа.

Ключевые слова: рабочий орган культиватора, плоскорежущая часть, тяговое сопротивление, долговечность, ремонтпригодность, угол крошения, угол смежности, скорость частицы, траектория движения.

WORKING ORGAN OF THE CULTIVATOR

Abstract. Currently, special attention is paid to improving the efficiency and profitability of agricultural production, and this in turn requires an increase in crop yields and the use of advanced technology that ensures high productivity at minimal cost. The working bodies of tillage machines in one way or another affect the soil and change its properties and structure. In order to understand the physical nature of the processes that occur during tillage, it is necessary, first of all, to study the soil structure, mechanical composition, mechanical factors of soil structure formation, the effect of soil on the working bodies of tillage machines. The article discusses the design of the working body of the cultivator, which has a cry-linear irregular shape. The shape of the surface of the cultivator's working body is made in the form of a dorsoventrally flattened truncated semi-cone mating with the flat-cutting part and its lateral cuts, sections of a logarithmic spiral of negative curvature. The working body of the cultivator of the proposed design allows you to achieve several tasks: reducing traction resistance, due to the use of flat-cutting and curvilinear surfaces, as well as by maintaining sharpness of the cutting edge when using wear-resistant coatings, which in turn will allow to increase durability, and the collapsible design of the elements increases the repair capability, due to the rapid change of the front, most wear part of the surface of the working body. In addition, here are the results of theoretical studies, allowing to justify the individual design parameters of the working body.

Keywords: cultivator working body, flat cutting part, traction resistance, durability, maintainability, crumbling angle, adjacency angle, particle velocity, trajectory of movement.

В настоящее время уделяется особое внимание повышению эффективности и рентабельности сельскохозяйственного производства, а это в свою очередь требует повышения урожайности культур и применения передовой техники, обеспечивающей высокую производительность при минимальных затратах. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и получение качественной продукции возможно только путем внедрения новых научно обоснованных технологий их возделывания, использованием высокопроизводительной, универсальной техники, дающих возможность изменения технологических параметров в зависимости от состояния почвы и биологических особенностей возделываемой культуры, т.е. агротехники. Одной из наиболее ответственных технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур является обработка почвы, которая должна быть выполнена в сжатые агротехнические сроки и с требуемым качеством. Качеству обработки принадлежит важная роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур. Среди операций обработки почвы наибольшее влияние на урожайность сельскохозяйственных культур оказывает предпосевная обработка. Предпосевная подготовка почвы достигается в результате выполнения следующих технологических задач: рыхления (крошения), пере-

мешивания, формирования микрорельефа, уплотнения, создание требуемого сложения и строения обрабатываемого слоя почвы и т.п. Установлено, что наиболее благоприятные условия для роста и развития зерновых культур достигается при гетерогенном сложении обрабатываемого слоя почвы. Многообразие задач обработки почвы требует наличия огромного количества разнообразных почвообрабатывающих орудий с различными рабочими органами, возможность применения которых зависит также от конкретных почвенно-климатических условий и исходного состояния почвы.

Механическая обработка почвы - важное звено системы земледелия любого хозяйства. В современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур на обработку почвы приходится 35-40% энергетических и 25-30% трудовых затрат. От обработки почвы зависят физические, агрохимические и биологические показатели плодородия почвы, во многом определяющие величину и качество будущего урожая [1, 2].

В процессе механической обработки почвы принимают участие несколько основных элементов: тяговое средство, сельскохозяйственная машина или орудие и обрабатываемый материал, т.е. почва.

Рабочий орган машины тем или иным путем воздействует на почву и изменяет ее свойства и структуру. Для того, чтобы понять физическую сущность процессов, которые происходят при обработке почвы, нужно, прежде всего, изучить структуру почвы, механический состав, механические факторы структурообразования почвы, воздействие почвы на рабочие органы почвообрабатывающих машин.

Механические факторы структурообразования особенно проявляются в процессах обработки почвы, а также при воздействии на нее сельскохозяйственных машин и орудий. При работе орудий на почве, находящейся в состоянии физической спелости, не только сохраняется целостность имеющихся структурных агрегатов, но и образуются новые макроагрегаты, характеризующиеся различной степенью водопрочности.

Механическая обработка почвы - это воздействие на нее рабочими органами машин и орудий с целью создания оптимальных условий для жизни сельскохозяйственных растений, повышения плодородия и защиты почв от водной и ветровой эрозии.

Обработка почвы может быть эффективна тогда, когда она проводится с учетом следующих факторов: свойства почвы, физическая спелость, климатические и погодные условия, требования растений к технологии их возделывания.

Обработка почвы влияет на размер почвенных агрегатов, форму их расположения с учетом гранулометрического состава, что обеспечивает лучшее соотношение объемов твердой, жидкой и газообразной фаз почвы, а в итоге регулирует физико-химические, химические и биологические процессы в почвенной среде и обеспечивает ускорение или замедление процессов синтеза или разрушения органического вещества. Обработкой достигается оптимальное строение почвы для возделывания сельскохозяйственных культур.

В конечном счете, от изменения различных свойств почвы, в том числе и агрофизических, зависит продуктивность сельскохозяйственных растений.

Результат воздействия рабочих органов на почву и величина возникающих при этом сопротивлений зависят от ее механических свойств. Механические свойства почвы оказывают существенное влияние на сам процесс обработки почвы. Так как почва имеет особенное строение, то процессы ее крошения и уплотнения имеют значительные отличия от процессов деформации и разрушения металлов, которые имеют, в отличие от почвы, более однородную структуру и сплошное строение.

Одним из недостатков, применяемых при обработке почвы, универсальных стрельчатых лап с плоскими прямолинейными рабочими поверхностями является недостаточное разрушение почвы: крылья лап, в основу работы которых заложен трёхгранный клин, воздействуют на обрабатываемую почву однотипно [3].

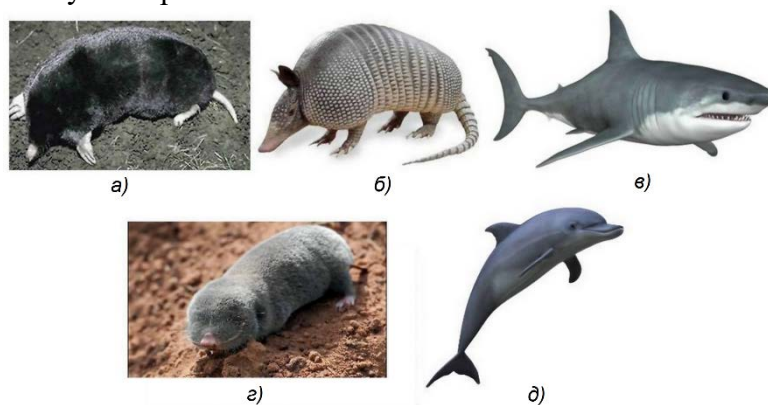
Воздействие на почву рабочего органа можно интенсифицировать за счет изменения углов трёхгранного клина, но при этом будет изменяться энергетика протекания технологи-

ческого процесса обработки почвы (и не обязательно в лучшую сторону), что может привести к ухудшению агротехнических показателей.

Предполагаемая рабочая поверхность культиваторной лапы имеет криволинейную незакономерную форму. Форма будет определяться из условий максимального снижения тягового сопротивления рабочего органа, а именно за счет снижения усилия резания почвы. Рабочая поверхность будет составлена из нескольких горизонтальных и вертикальных сечений незакономерной формы.

Путем моделирования и применения методов прикладной геометрии нам необходимо: разработать модель деформирования почвы при ее обработке новым рабочим органом; исходя из модели деформирования почвы задаться условиями для формообразования рабочих поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин, в данном случае культиваторной лапы. В основу своих исследований предполагаем заложить имеющиеся теоретические и экспериментальные данные, устанавливающие связь между формой рабочего органа (деформатора) и качеством обработки почвы, а также ее энергетической составляющей.

Правильность направления поиска подтверждается наличием большого количества биологических природных форм (рисунок 1), перемещающихся в довольно плотных средах (почва, вода, воздух) и как показывает практика, имеющих наименьшее лобовое сопротивление и сравнительно высокую скорость.



а - крот; б - броненосец; в - акула; г - слепыш; д - дельфин.

Рис. 1. Биологические аналоги форм

Предполагается, что криволинейная рабочая поверхность будет получена литьем или штамповкой. Для того чтобы упростить изготовление конструкции лап и заранее заложить возможность замены быстроизнашивающихся элементов, можно заменить способ получения поверхности горизонтальными и вертикальными плоскостями на пересечение нескольких фигур, например, пересечение конической и цилиндрической поверхности. При этом необходимо учесть, что наиболее подверженным износу является носок лапы. Мы предлагаем выполнить его в виде s – образного долота. Необходимо учитывать, что на протекание технологического процесса обработки почвы большое влияние, кроме самого рабочего органа, оказывает и стойка лапы на которой она закреплена. В зависимости от ее формы и сечения будут изменяться деформационные процессы почвы [4]. Возможно применение пружинных стоек, которые во время работы будут создавать дополнительную вибрацию, что может значительно снизить тяговое сопротивление. Но при этом возможно изменение технологического процесса, которое вызовет необходимость изменения формы рабочей поверхности лапы.

Для повышения энергоэффективности технологических процессов обработки почвы необходимо создать рабочие органы и машины с динамическими характеристиками, обеспечивающими высокое качество работы. Это возможно при изменении (управлении) углов атаки и крошения, ширины захвата рабочих органов в допустимых пределах, а также площади фронтальной проекции рабочих органов почвообрабатывающей машины при заданной глубине обработки почвы [5]. Следует отметить, что в аэродинамике (или газодинамике) и гидродинамике физико-механические свойства воздуха (или газа) и жидкости практически не

меняются, и при этом основным критерием оценки является качества функционирования объекта (например, самолета, автомобиля или насоса).

При работе почвообрабатывающих агрегатов динамические процессы приобретают более сложный характер. При обработке почвы необходимо обеспечить изменение физико-механических характеристик обрабатываемого материала, то есть почвы, вместе с тем необходимо сохранить основные показатели надежности и качества функционирования почвообрабатывающих агрегатов.

В связи с вышеизложенными особенностями почвообрабатывающих рабочих органов и машин вводятся новые понятия «террадинамика» и «коэффициент террадинамического сопротивления». Террадинамика в полном смысле может быть признана, как новый раздел в теории обработки почвы, как основа для разработки динамичных рабочих органов [5, 6].

Коэффициент террадинамического сопротивления K_d учитывает обтекаемость рабочих органов. Коэффициент K_d зависит от формы, качества поверхности рабочего органа и твердости (плотности) почвы. Принцип учета террадинамического сопротивления основан на разработке энергоэффективных рабочих органов и почвообрабатывающих машин, имеющих динамические характеристики с учетом коэффициента террадинамического сопротивления и нестабильности силовых характеристик при контактном взаимодействии рабочих поверхностей с почвой. Оптимизация коэффициента террадинамического сопротивления K_d должна быть произведена по критериям минимума потребной мощности $N_p \rightarrow \min$, необходимой для преодоления террадинамического сопротивления, и агротехническим показателям качества работы почвообрабатывающих машин.

При проектировании рабочих органов с криволинейными рабочими поверхностями необходимо правильно оценивать качественные показатели обработки почвы. Так, при достаточно высокой крутизне постановки рабочих поверхностей, лапа может оказывать разрушающее влияние на структуру почвы, а ее фракционный состав может содержать большое количество пылевидных фракций, что нежелательно.

На основании вышесказанного можем сделать вывод, что к решению вопросов проектирования криволинейных рабочих поверхностей необходимо подходить комплексно. Нужно учитывать все факторы, оказывающие влияние на технологический процесс. Это и глубина обработки, и скорость движения, и агротехнические свойства почвы до и после обработки и геометрические параметры самого рабочего органа. При этом необходимо учитывать и такой показатель, как коэффициент террадинамического сопротивления, который будет зависеть от формы рабочего органа (форма должна иметь наименьшую допустимую площадь фронтальной проекции). Нужно отметить, что большое количество природных биологических форм, передвигающихся в плотных средах, дают нам некоторый материал к размышлению. В результате такого комплексного подхода может быть найдена наиболее оптимальная форма рабочего органа культиватора, которая не только позволит снизить тяговое сопротивление, но и улучшить агротехнические показатели обработки почвы.

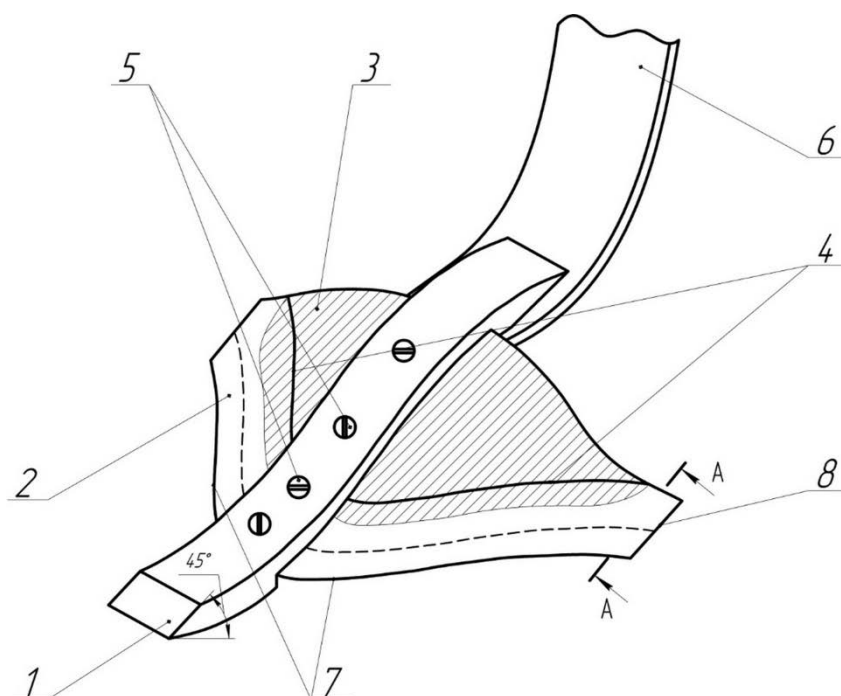
Рассмотрим некоторые известные конструкции рабочих органов культиваторов. Известен почвообрабатывающий рабочий орган [7], содержащий режущее лезвие, выполненное по логарифмической кривой с вырезом по форме логарифмической спирали с кривизной и выступами по форме логарифмической спирали с кривизной и выступами по форме параболы четвертой степени. Недостатками данного рабочего органа являются значительная энергоемкость процесса рыхления, а такое выполнение режущего лезвия препятствует условию скользящего резания почвы и скольжению сорняков по нему. Это приводит к накоплению и наволакиванию растений, в целом к забиванию рабочих органов и тем самым снижению качества обработки почвы.

Известен рабочий орган культиватора-плоскореза [8], содержащий стойку с лапой, имеющей крылья с режущими кромками, выполненными в виде сопряженных отрезков логарифмических спиралей; закрылки; рабочую поверхность каждого крыла, выполненную по параболе, причем образующие рабочей поверхности выполнены в виде кривых с переходом от параболы к прямой. Недостатками данного изобретения являются отброс почвы в сторону,

а это приводит к ухудшению просеваемости эрозионно-опасных частиц на дно борозды; уплотнение дна борозды, также такое выполнение рабочей поверхности не способствует качественному крошению почвы.

Наиболее близким аналогом является рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы [9], включающий стойку и закрепленную на ней плоскорежущую лапу. Рабочая поверхность выполнена двойкой выпуклостью вверх кривизны: отрицательной - в подрезающей части и положительной - в рыхлящей части. Образующая рабочей поверхности лапы, расположенная в поперечно вертикальной плоскости, проходящей перпендикулярно продольной оси лапы через ее верхнюю точку (вершину), расположенной передней части стойки, выполнена в виде плавно сопряженных участков логарифмической спирали: отрицательной - в подрезающей части и положительной - в рыхлящей части.

Недостатками данного рабочего органа является сравнительно низкая ремонтпригодность. Задачей проектирования рабочего органа является снижение тягового сопротивления, повышение долговечности и ремонтпригодности. Сущность предлагаемой конструкции заключается в том, что для реализации указанной задачи предлагаемый рабочий орган почвообрабатывающего орудия выполнен из центрального элемента, переднего и заднего боковых элементов, крепежных винтов и стойки (рисунки 2, 3).



1-центральный элемент; 2-передний боковой элемент; 3-задний боковой элемент; 4-линия примыкания; 5- винт; 6-стойка; 7-режущая кромка; 8-боковой обрез.

Рис. 2. Рабочий орган культиватора

На рисунке 2 представлен общий вид рабочего органа культиватора, который выполнен из центрального элемента 1, выполненного из прямоугольного профиля, S-образной формы, с углом заточки в носовой части 45 градусов, имеющего вырез в нижней части, глубиной равной толщине устанавливаемых в нем переднего 2 и заднего 3 боковых элементов (на рисунке 2 разделены основной линией 4). Передний и задний боковые элементы закреплены винтами 5, по два на каждый элемент. Причем задний элемент прикреплен к стойке 6, а передний посредством винтов к центральному S-образному элементу. Задний элемент установлен по отношению к переднему элементу без выступания. Рабочая поверхность образована передним и задним боковыми элементами, она выполнена из двух частей: плоскорежущей (на рисунке 1 не заштрихована) и криволинейной (на рисунке 2 заштрихована).

Режущая кромка 7 переднего плоскорежущего элемента выполнена с верхней заточкой по всей длине, кроме боковых обреза 8. В лобовой части лезвие режущей кромки переднего элемента выполнено по форме логарифмической спирали положительной в носовой

части и отрицательной в части боковых обреза. Боковые обрезы 8 выполнены по прямой. С тыльной стороны переднего элемента выполнена технологическая канавка для возможности наплавки износостойкого покрытия (на рисунке 2 показана пунктирной линией). Глубина технологической канавки $h = 1 \dots 2$ мм (рисунок 3, разрез А-А), а ширина $b = 15 \dots 20$ мм.

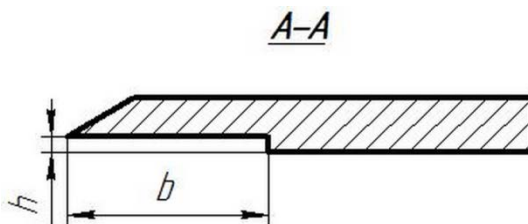


Рис. 3. Поперечный разрез

Криволинейная рабочая поверхность выполнена в виде дорзовентрально приплюснутого [10, 11] усеченного полуконуса, сопрягаемого с плоскорежущей частью и боковыми обрезами 8, участками логарифмической спирали отрицательной кривизны, что позволяет уменьшить площадь фронтальной проекции рабочего органа, а следовательно и снизить тяговое сопротивление [12].

Рабочий орган почвообрабатывающего орудия работает следующим образом: почву подрезают центральным элементом 1 и передним элементом 2 с режущими кромками 7, задним элементом 3 дополнительно ее деформируют и крошат. Во время работы пружинной стойкой 6 создают дополнительную вибрацию, и почву смещают с тыльной кромки заднего элемента 3 [13, 14].

Для того, чтобы теоретически правильно обосновать параметры рабочих органов почвообрабатывающих машин, с рабочими поверхностями, имеющими переменные углы, необходимо смоделировать закон движения частиц почвы по таким поверхностям. Рассмотрим движение частиц почвы по поверхности рабочего органа культиватора, имеющему кривизну в виде логарифмической спирали в переходной зоне, от плоскорежущей части к криволинейной. Величина криволинейности будет определять в дальнейшем рабочие углы культиваторной лапы, и оказывать влияние на энергетические и агротехнические показатели ее работы.

Рассмотрим движение почвенной части в переходной зоне, то есть в момент, когда на нее оказывается наибольшее механическое воздействие. Пусть t – время; $t = 0$ и $t = T_0$ – начало и конец рабочего процесса, совершаемого рабочим органом (лапой) O (лапа жестко закреплена на стойке, неподвижной по отношению к корпусу машины); A – плоскость, являющаяся рабочей поверхностью лапы. Обозначим h - плоскость микрорельефа поля и будем считать ее горизонтальной (рисунок 4).

Для дальнейшего примем следующие допущения:

1) с течением времени $t \in [0; T_0]$ движение тела O будем считать только поступательным;

2) если $\vec{V} = \vec{V}(t)$ - скорость движения лапы и $\vec{V}_0 = \frac{1}{t} \int_0^{T_0} \vec{V}(t) dt$, то при $t \in [0; T_0]$, получим

$$\left. \begin{aligned} \vec{V}(t) = \vec{V}_0 \\ \vec{V}(t) \parallel h \end{aligned} \right\}; \tag{1}$$

3) ускорение лапы O относительно h пренебрежимо мало.

Следовательно, подвижную систему координат, жестко связанную с телом O можно считать инерциальной при $0 \leq t \leq T_0$.

Из выше сказанного следует, что движение частиц почвы по отношению к подвижной системе координат (их перемещение по рабочей поверхности лапы) описывается такими же уравнениями, как если бы они двигались относительно неподвижной системы (рисунок 4).

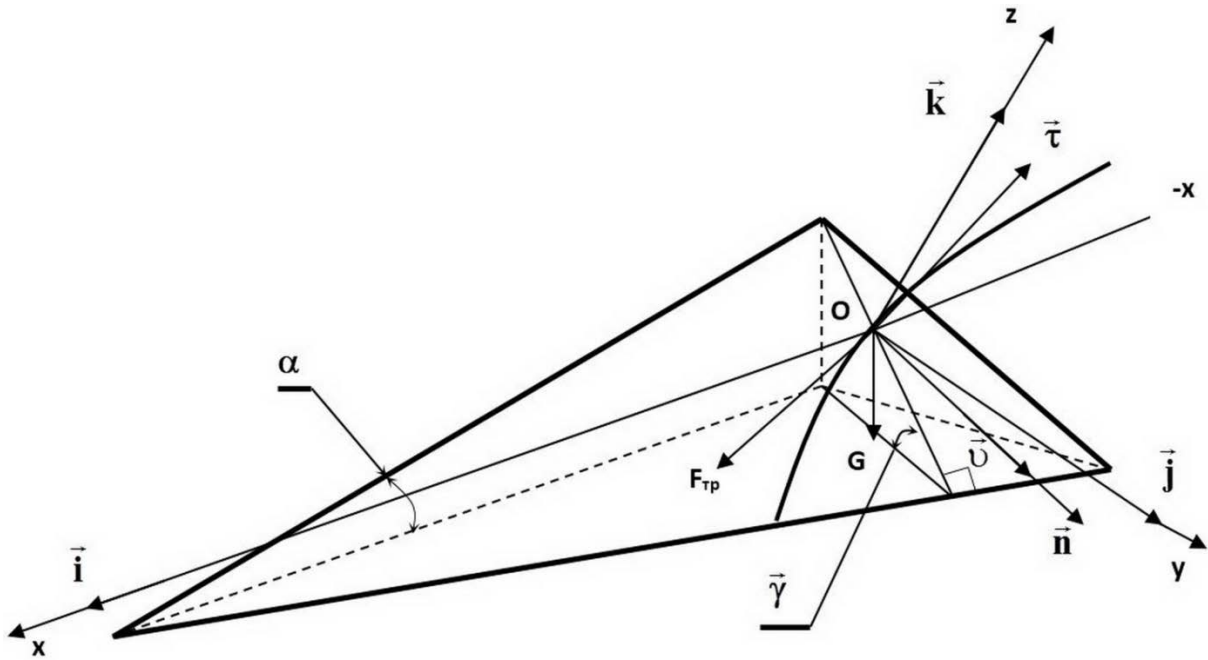


Рис. 4. Схема движения комка по рабочей поверхности

Пусть почвенный комок τ столкнулся во время рабочего процесса с плоскостью А и продолжает свое движение, перемещаясь по ней чисто поступательно, контактируя при этом с ней одной и той же элементарной площадкой dS своей поверхности. Предполагаем, что касание комка с рабочей поверхностью лапы происходит при $t = 0$ в точке О, которая принадлежит плоскости А.

Из условий (1) следует, что если

$$\alpha = (h; A), \text{ то } \alpha = const. \quad (2)$$

Примем следующие обозначения:

M_{t_0} - положение центра инерции М площадки dS в момент $t = t_0$.

Введем неподвижную относительно тела О прямоугольную систему координат Охуz:

- ось Оу параллельна плоскости рабочей поверхности А и перпендикулярна направлению движения;

- ось Oz \perp А, а луч O_z^+ направлен вверх.

Следовательно, Охуz – инерциальная система отсчета.

Уравнение движения почвенных частиц по рабочей поверхности. Одним из ребер трехгранного угла во время работы можно считать ось Ох, поэтому на основании (2) получим

$$(h; O_x) = \alpha. \quad (3)$$

Пусть \vec{i} , \vec{j} и \vec{k} - единичные векторы лучей O_x^+ , O_y^+ и O_z^+ соответственно, (x; y) – координаты точки M_t в системе хОу, L – траектория описываемая радиус-вектором и лежащая в плоскости А

$$\vec{r} = OM_t = \vec{r}(t), \quad (4)$$

$$\vec{r} \in C^2. \quad (5)$$

Введем обозначения:

- единичный вектор касательной к кривой L

$$\vec{\tau} = \vec{\tau}(S) = \frac{d\vec{r}}{dS}, \quad (6)$$

- $\vec{\tau}(M)$ - единичный вектор касательной к линии (кривой) L в точке $M \in L$;

- $\Theta(M)$ - угол между положительным направлением оси x и положительным направлением касательной в точке M ;
 - K - кривизна кривой L в точке M .
- Радиус кривизны будет

$$\rho = \frac{1}{K}, \quad (7)$$

$$K = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta \Theta}{\Delta S} \right|, \quad (8)$$

где $\Delta \Theta = \Theta(N) - \Theta(M)$ - угол смежности $\Rightarrow \rho = \rho(S), S \in L$;

Единичный вектор нормали к L (в соответствии с первой формулой Френе) [15, 16], направленный в сторону вогнутости кривой ($\vec{V} = \dot{\vec{S}}(t)$)

$$\vec{n} = \vec{n}(S) = \rho(S) \frac{d\vec{\tau}}{dS} \quad (9)$$

где S - перемещение лапы O .

Угол трения

$$\varphi = \text{arctg } f; \quad \vec{g} \perp h, \quad (10)$$

где f - коэффициент трения;

\vec{g} - ускорение свободного падения.

В силу (3), (10) и ортогональности (перпендикулярности) системы координат имеем

$$(\vec{i}; \vec{g}) = \frac{\pi}{2} - \alpha; \quad (\vec{k}; \vec{g}) = \pi - \gamma. \quad (11)$$

Согласно тригонометрическим формулам отсюда имеем

$$\begin{aligned} \vec{g} &= g(\cos(\frac{\pi}{2} - \alpha)\vec{i} + g \cdot \cos(\pi - \gamma))\vec{k} = \\ &= g(\cos \frac{\pi}{2} \cos \alpha + \sin \frac{\pi}{2} \sin \alpha) + g(\cos \pi \cdot \cos \gamma + \sin \pi \cdot \sin \gamma); \\ \vec{g} &= g(\sin \alpha \cdot \vec{i} - \cos \gamma \cdot \vec{k}). \end{aligned} \quad (12)$$

Для сохранения стандартного вида формул будем записывать естественный трехгранник кривой L и единичный вектор нормали к A соответственно в форме $(\vec{\tau}, \vec{n}, \vec{b})$. Для производных от векторов $(\vec{\tau}, \vec{n}, \vec{b})$ сопровождающего трехгранника справедливы формулы Серре-Френе:

$$\frac{d\vec{\tau}}{dS} = K\vec{n}; \quad \frac{d\vec{n}}{dS} = -K\vec{\tau}; \quad \frac{d\vec{b}}{dS} = -T\vec{b}, \quad (13)$$

где T – кручение.

Система сил включает равнодействующую гравитационных сил

$$\vec{G} = m\vec{g}, \quad (14)$$

нормальной реакцию $R\vec{v}$ плоскости A и диссипативную силу $fR\vec{\tau}$, значит

$$\vec{F} = \vec{G} + \vec{R} - fR\vec{\tau} \quad \text{или} \quad \vec{F} = m\ddot{\vec{r}}, \quad (15)$$

$$\ddot{\vec{r}} = \dot{V}\vec{\tau} + \frac{V^2}{\rho}\vec{n}, \quad (16)$$

\vec{v} - единичный вектор нормали.

Так как $\dot{\vec{r}} = \vec{v}$, то дифференцируя еще раз по L и используя первую формулу Френе, получаем $\ddot{\vec{r}} = K\vec{n}$. Для упрощения расчетов выразим полученное через текущие координаты и их производную $\ddot{\vec{r}} = \ddot{x}\vec{i} + \ddot{y}\vec{j} + \ddot{z}\vec{k}$.

Из (15) учитывая (12), (14) и (16) и инерциальности любой системы отсчета, жестко связанной с телом O, следует, что движение почвенного комка τ по рабочей поверхности лапы описывается уравнением:

$$m(\dot{V}\vec{\tau} + \frac{V^2}{\rho}\vec{n}) = mg(\sin \alpha \cdot \vec{i} - \cos \gamma \cdot \vec{k}) + R\vec{v} - fR\vec{\tau}. \quad (17)$$

Будем считать траекторию L, в соответствии с опытными данными, выпуклой вверх. Вследствие этого

$$\frac{d\Theta}{dS} < 0. \quad (18)$$

Умножая скалярно обе части (17) на $\vec{\tau}, \vec{n}, \vec{b}$, находим в силу (13) и равенств $(\vec{i}; \vec{\tau}) = \frac{\pi}{2} - \Theta; (\vec{j}; \vec{n}) = 0$, вытекающих из (7) получим

$$m(\dot{V}\vec{\tau} + \frac{V^2}{\rho}\vec{n})\vec{\tau} = (mg(\sin \alpha \cdot \vec{i} + \cos \gamma \cdot \vec{k}) + R\vec{v} + fR\vec{\tau})\vec{\tau},$$

$$\frac{V^2}{\rho} = g \sin \alpha \cdot \cos \Theta; \quad (19)$$

$$\vec{n}m(\dot{V}\vec{\tau} + \frac{V^2}{\rho}\vec{n}) = (mg(\sin \alpha \cdot \vec{i} - \cos \gamma \cdot \vec{k}) + R\vec{v} - fR\vec{\tau})\vec{n},$$

$$m\dot{V} = mg \sin \alpha \cdot \cos \Theta - fR, \quad (20)$$

$$m(\dot{V}\vec{\tau} + \frac{V^2}{\rho}\vec{n})\vec{b} = [mg(\sin \alpha \cdot \vec{i} - \cos \gamma \cdot \vec{k}) + R\vec{v} - fR\vec{\tau}]\vec{b};$$

$$R = mg \cos \alpha, \quad (21)$$

$$\frac{1}{\rho} = (\frac{1}{V})\dot{\Theta}. \quad (22)$$

Система (19)...(22) позволяет получить полное аналитическое описание движения почвенных частиц по рабочей поверхности культиваторной лапы.

Так как L – гладкая кривая, то текущая координата S на дуге L может быть выражена через Θ , т.е. $S = S(\Theta)$.

Отсюда вытекает, что x и y (значит V, ρ) представимы в виде функции параметра Θ :

$$x = x(S) = x(S(\Theta)) = x(\Theta),$$

$$y = y(S) = y(S(\Theta)) = y(\Theta),$$

$$z = z(S) = z(S(\Theta)) = z(\Theta).$$

С помощью уравнений (19)...(22) все кинематические характеристики движения комка почвы по плоскости A выражаются через Θ .

Вычисление линейной скорости. В силу (19) и (20) имеем

$$\frac{V^2}{\rho} = g \sin \alpha \cdot \cos \Theta;$$

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\dot{\Theta}}{V} (xV^2);$$

$$\frac{V^2}{\rho} = \dot{\Theta}V = g \sin \alpha \cdot \cos \Theta, \quad (23)$$

а на основании (20) и (21) получим

$$\dot{V} = g(\sin \alpha \cdot \cos \Theta - f \cos \alpha). \tag{24}$$

Из (23) и (24) следует, что $V = V(\Theta)$ удовлетворяет уравнению

$$\frac{dV}{V} = -f \frac{\cos \alpha}{\cos \Theta \sin \alpha} d\Theta,$$

$$\frac{dV}{V} = -f \frac{\operatorname{ctg} \alpha}{\cos \Theta} d\Theta. \tag{25}$$

Пусть в начальный момент времени движение почвенного комка по рабочей поверхности

$$\Theta = 0; \quad V = V_0. \tag{26}$$

Решение задачи Коши (25) и (26) единственно [17]

$$\int \frac{dV}{V} = \int -f \frac{\operatorname{ctg} \alpha}{\cos \Theta} d\Theta; \tag{27}$$

$$\ln V = -\int f \operatorname{ctg} \alpha / \cos \Theta \quad d\Theta; \tag{28}$$

$$\ln V = -f \operatorname{ctg} \alpha \int \frac{d\Theta}{\cos \Theta}. \tag{29}$$

Применяя формулы приведения получим

$$\ln V = -f \operatorname{ctg} \alpha \int \frac{d(\Theta + \frac{\pi}{2})}{\sin(\Theta + \frac{\pi}{2})}. \tag{30}$$

По формулам, представленным в [17] имеем

$$\ln V = -f \operatorname{ctg} \alpha \ln \left| \operatorname{tg} \left(\frac{\Theta}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right|; \tag{31}$$

$$\ln V = \ln \left| \operatorname{tg} \left(\frac{\Theta}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right|^{-f \operatorname{ctg} \alpha} + \ln C; \tag{32}$$

где C – постоянная интегрирования.

Тогда линейная скорость будет

$$V = C \left| \operatorname{tg} \left(\frac{\Theta}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right|^{-f \operatorname{ctg} \alpha}; \quad \Theta = 0; \quad V = V_0; \tag{33}$$

$$V_0 = C \left| \operatorname{tg} \frac{\pi}{4} \right|^{-f \operatorname{ctg} \alpha}; \tag{34}$$

$$\text{так как } \left| \operatorname{tg} \frac{\pi}{4} \right|^{-f \operatorname{ctg} \alpha} = 0, \text{ то } C=V_0; \tag{35}$$

$$V = V_0 \operatorname{tg}^{-f \operatorname{ctg} \alpha} \left(\frac{\Theta}{2} + \frac{\pi}{4} \right). \tag{36}$$

Таким образом, система уравнений (19)...(22), (36) на практике позволяет вычислить и обосновать геометрические параметры рабочего органа, установить линейную скорость почвенных частиц и получить траекторию их движения.

Решив совместно уравнения (19)...(22) относительно α (таблица 1) представим графическую зависимость угла крошения α от угла смежности Θ (рисунок 5).

Таблица 1 - Результаты расчета угла крошения в зависимости от величины угла смежности

Угол смежности Θ	Угол крошения α
100	70,85
105	62,63
110	55,63
115	49,79
120	45,00
125	41,08
130	37,88
135	35,26
140	33,13
145	31,40
150	30,00
155	28,89
160	28,02
165	27,37
170	26,92

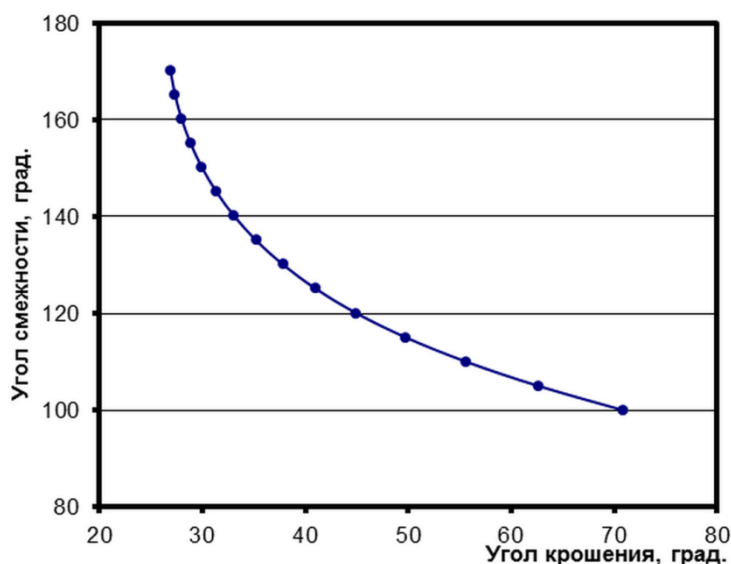


Рис. 5. Зависимость угла крошения α от угла смежности θ

Так как угол смежности $\Theta = 140 \dots 170^\circ$, то угол $\alpha \approx 25 \dots 35^\circ$.

В результате теоретических исследований установлена зависимость между углом крошения и углом смежности, необходимый для дальнейших исследований [18, 19]. Получена система уравнений, позволяющая вычислить и обосновать геометрические параметры рабочего органа, установить линейную скорость почвенных частиц и получить траекторию их движения. Рабочий орган культиватора предлагаемой конструкции позволяет достичь выполнения нескольких задач: снижение тягового сопротивления, за счет применения плоско-режущей и криволинейной поверхности, а так же за счет сохранения остроты режущей кромки при использовании износостойких покрытий, что в свою очередь позволит получить повышение долговечности, а разборная конструкция элементов повышает ремонтпригодность, за счет быстрой смены передней, наиболее изнашиваемой части поверхности рабочего органа.

Библиография

1. Лачуга Ю.Ф. и др. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 80 с.
2. Концепция развития технологий и техники для обработки почвы на период до 2010 года. М.: ВИМ, 2002. 104 с.

3. Казаков К.В., Макаренко А.Н., Мартынова И.В. и др. Зарубежная сельскохозяйственная техника: Монография Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. 200 с.
4. Макаренко А.Н., Мартынова И.В. К обоснованию формы культиваторной лапы с криволинейной поверхностью // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию А.П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 10 января 2017 г.). Ч. I. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. С. 131 - 134.
5. Джаббаров Н.И., Федькин Д.С. Основы оценки энергоэффективности технологических процессов и технических средств обработки почвы / Молокохозяйственный вестник. 2014. № 4 (16). С. 76 - 83.
6. Макаренко А.Н. Культиваторная лапа / Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ. п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. С. 183 - 186.
7. Авторское свидетельство SU 1380626 A1, A01B35/26 (2000.01). Почвообрабатывающий рабочий орган / А.С. Кушнарев, З.М. Шанина - 3860914; Заявлено 26.02.1985; Оpubл. 15.03.1988.
8. Авторское свидетельство SU 1614767 A1, A01B35/20 (2000.01), A01B35/26 (2000.01). Рабочий орган культиватора-плоскореза / Х.С. Гайнанов, Г.Г. Булгариев - 4407749; Заявлено 08.04.1988; Оpubл. 23.12.1990.
9. Патент РФ RU 103267 U1, A01B39/20 (2006.01), 10.04.2011. Рабочий орган орудия для безотвальной обработки почвы / Г.В. Пикмуллин, Г.Г. Булгариев, Ф.Ф. Ибляминов - 2010143199/21; Заявлено 21.10.2010; Оpubл. 10.04.2011.
10. Биологический энциклопедический словарь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://enc-dic.com/biology/Dorsoventraln-1760/>.
11. Дорзовентрально сплюснутый [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://animalkingdom.su/books/item/f00/s00/z0000020/st036.shtml>.
12. Джаббаров Н.И., Федькин Д.С. Террадинамика почвообрабатывающих машин // Молодой ученый, №11, 2015. С. 311 - 315.
13. Макаренко А.Н. Повышение эффективности крошения почвы рабочими органами почвообрабатывающих машин / Материалы XVIII международной научно-производственной конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и it-технологий» п. Майский: Изд-во БелГСХА им. В.Я. Горина, 2014. с. 172.
14. Макаренко А.Н., Мартынова И.В. Проектирование культиваторной лапы по наименьшему террадинамическому сопротивлению // Сборник материалов I Международной научно-практической конференции «Наука в эпоху модернизации», - ТОО Образовательный центр «AKSU», Республика Казахстан, г. Шымкент, 2017. С. 92 - 96.
15. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х томах. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001.
16. Рашевский П.К. Курс дифференциальной геометрии. М.: ЛКИ, 2014. 432 с.
17. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисления. – М.: Книга по Требованию, 2012. 424 с.
18. Макаренко А.Н. Моделирование процесса движения почвы по поверхности рабочих органов почвообрабатывающих машин с измененной геометрией на примере культиваторной лапы / Проблемы механизации и электрификации сельского хозяйства: сборник материалов Всерос. науч.-практ. интернет-конф., Краснодар: Кубанский ГАУ, 2014. С. 149.
19. Макаренко А.Н. Обоснование параметров рабочих органов почвообрабатывающих машин с переменными углами рабочих поверхностей / Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 0. Т. 2. № 5-3. Воронеж: Издательство Воронежской государственной лесотехнической академии, 2014. С. 236 - 240.

References

1. Lachuga YU.F. i dr. Strategiya mashinno-tekhnologicheskoy modernizacii sel'skogo hozyajstva Rossii na period do 2020 goda. [The strategy of machine-technological modernization of agriculture in Russia for the period up to 2020]. М.: FGNU "Rosinformagrotekh", 2009. 80 p.
2. Konceptsiya razvitiya tekhnologij i tekhniki dlya obrabotki pochvy na period do 2010 goda. [The concept of development of technology and technology for tillage for the period up to 2010]. М.: VIM, 2002. 104 p.
3. Kazakov K.V., Makarenko A.N., Martynova I.V. i dr. Zarubezhnaya sel'skohozyajstvennaya tekhnika [Foreign agricultural machinery]: Monograph Moscow, Belgorod: Central Library Collector BIBCOM LLC, 2016. 200 p.
4. Makarenko A.N., Martynova I.V. K obosnovaniyu formy kul'tivatornoj lapy s krivolinejnoy poverhnost'yu [To justify the shape of the cultivator paw with a curved surface] // Modern trends in the development of technologies and technical means in agriculture: materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 80th anniversary of A.P. Tarasenko, Doctor of Technical Sciences, Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, Professor of the Agricultural Machinery Department of the Voronezh State Agrarian University named

after Emperor Peter I (Russia, Voronezh, January 10, 2017). - Part I. Voronezh: Voronezh State Agrarian University, 2017. p. 131 - 134.

5. Dzhaborov N.I., Fed'kin D.S. Osnovy ocenki ehnergoehffektivnosti tekhnologicheskikh processov i tekhnicheskikh sredstv obrabotki pochvy. [Basics of assessing the energy efficiency of technological processes and technical means of tillage] / Dairy Bulletin. 2014. № 4 (16). pp. 76 - 83.

6. Makarenko A.N. Kul'tivatornaya lapa [Cultivator paw] / Materials of the National Scientific and Practical Conference "Actual problems of development, operation and technical service of machines in the agro-industrial complex" dedicated to the 40th anniversary of the Belgorod State Agrarian University. p. Maysky: FSBEI HE Belgorod GAU, 2019. p. 183 - 186.

7. Copyright certificate SU 1380626 A1, A01B35 / 26 (2000.01). Pochvoobrabatyvayushchij rabochij organ [Soil-cultivating worker-gan] / A.S. Kushnarev, Z.M. Shanina - 3860914; Stated 02/26/1985; Publ. 03/15/1988.

8. Copyright certificate SU 1614767 A1, A01B35 / 20 (2000.01), A01B35 / 26 (2000.01). Rabochij organ kul'tivatora-ploskoreza [The working body of the cultivator-flat cutter] / H.S. Gajnanov, G.G. Bulgariyev - 4407749; Stated 04/08/1988; Publ. 12/23/1990.

9. RF patent RU 103267 U1, A01B39 / 20 (2006.01), 04/10/2011. Rabochij organ orudiya dlya bezotval'noj obrabotki pochvy/ [The working body of the tool for soilless tillage] / G.V. Pikmullin, G.G. Bulgariyev, F.F. Ibyaminov - 2010143199/21; Stated 10/21/2010; Publ. 04/10/2011.

10. Biologicheskij ehnciklopedicheskij slovar' [Biological encyclopedic dictionary] [Electronic resource] - Access mode: <http://enc-dic.com/biology/Dorsoventraln-1760/>.

11. Dorzoventral'no splyushchennyj [Dorsoventrally flattened] [Electronic resource] - Access Mode: <http://animalkingdom.ru/books/item/f00/s00/z0000020/st036.shtml>.

12. Dzhaborov N.I., Fed'kin D.S. Terradinamika pochvoobrabatyvayushchih mashin [Terradynamics of tillage machines] // Young Scientist, No. 11, 2015. - p. 311-315.

13. Makarenko A.N. Povyshenie ehffektivnosti krosneniya pochvy rabochimi organami pochvoobrabatyvayushchih mashin [Increasing the efficiency of soil crumbling by the working bodies of soil-cultivating machines] / Materials of the XVIII International Scientific and Production Conference "Problems and Prospects of Innovative Development of Agroengineering, Energy Efficiency and IT Technologies" - p. V.Ya. Gorina, 2014. p. 172.

14. Makarenko A.N., Martynova I.V. Proektirovanie kul'tivatornoj lapy po naimen'shemu terradinamicheskomu soprotivleniyu [Designing cultivator paws for the least terra-dynamic resistance] // Collection of materials of the I International Scientific and Practical Conference "Science in the era of modernization", - Educational Center "AKSU" LLP, Republic of Kazakhstan, Shymkent, 2017. P. 92 - 96.

15. Fihngol'c G.M. Kurs differencial'nogo i integral'nogo ischisleniya [Course of differential and integral calculus]. In 3 volumes. M.: FIZ-MATLIT, 2001.

16. Rashevskij P.K. Kurs differencial'noj geometrii [Course differential geometry]. M.: LKI, 2014, 432 p.

17. Ehl'sgol'c L.EH. Differencial'nye uravneniya i variacionnoe ischisleniya [Differential equations and calculus of variations]. - M.: Book on Demand, 2012. 424 p.

18. Makarenko A.N. Modelirovanie processa dvizheniya pochvy po poverhnosti rabochih organov pochvoobrabatyvayushchih mashin s izmenennoj geometriey na primere kul'tivatornoj lapy [Modeling the process of moving the soil along the surface of the working bodies of soil-cultivating machines with a modified geometry using the example of a cultivator paw] / Problems of mechanization and electrification of agriculture: a collection of materials Vseros. scientific-practical Internet conference. Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2014. P. 149.

19. Makarenko A.N. Modelirovanie processa dvizheniya pochvy po poverhnosti rabochih organov pochvoobrabatyvayushchih mashin s izmenennoj geometriey na primere kul'tivatornoj lapy [Substantiation of the parameters of the working bodies of tillage machines with variable angles of working surfaces] / Actual areas of scientific research of the XXI century: theory and practice. 0. V. 2. No. 5-3. Voronezh: Publishing house of the Voronezh State Forestry Academy, 2014. p. 236 - 240.

Сведения об авторах

Макаренко Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», кафедра машин и оборудования в агробизнесе, инженерный факультет, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 8 (4722) 38-19-48, e-mail: Makarenko_AN@bsaa.edu.ru

Мартынова Инна Вячеславовна, преподаватель, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», кафедра машин и оборудования в агробизнесе, инженерный факультет, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 8 (4722) 38-19-48, e-mail: ivm-rus@mail.ru

Information about authors

Makarenko Alexey Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, Faculty of Engineer-

ing, st. Vavilova, 1, p. Maysky, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8 (4722) 38-19-48, e-mail: Makarenko_AN@bsaa.edu.ru

Martynova Inna Vyacheslavovna, lecturer, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, Faculty of Engineering, st. Vavilova, 1, p. Maysky, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8 (4722) 38-19-48, e-mail: ivm-rus@mail.ru

УДК 620.171.5

А.Г. Минасян, А.Г. Пастухов

МЕТОДИКА ОПТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВАЛКОВ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ

Аннотация. Анализ работы современных помольных и измельчающих агрегатов, работающих в различных отраслях, в том числе в области переработки сельскохозяйственной продукции показывают, что одной из основных причин отказа их функционирования является износ рабочих поверхностей валков. Процесс изнашивания сложен, а разнообразие факторов, влияющих на износ велико, поэтому надежные методы защиты оборудования от интенсивного износа отсутствуют. Обзор методов упрочнения, с учетом конструктивных особенностей валковых измельчителей, и условий их эксплуатации, позволили определить основные направления повышения износостойкости рабочих поверхностей валков, в частности, применение съемных предварительно напряженных сегментов. Установлена аналитическая зависимость между упруго-напряженным состоянием поверхности металла и его износостойкостью. В связи с этим поиск характера распределения напряжения на рабочих поверхностях съемных сегментах, является актуальной задачей. Целью работы является разработка методики определения характера распределения напряжения в предварительно напряженных сегментах с использованием поляризационно-оптического метода. В результате исследований напряженно-деформированного состояния прозрачной модели сегментов получена общая картина распределения напряжения для всех точек, а также выявлены области концентрации напряжений. На основании анализа распределения напряжений в виде полос интерференции разработана рациональная геометрическая форма предварительно напряженных сегментов. По картине полос интерференции определены максимальные касательные напряжения, что достаточно для оценки напряженного состояния исследуемой области предварительно напряженных сегментов. Анализ результатов исследований показывает, что условия наибольшего сжатия наблюдаются в центральной части модели сегмента, следовательно, увеличение напряжений сжатия именно в центральной части съемных сегментов обеспечивает повышение износостойкости их рабочих поверхностей.

Ключевые слова: измельчитель, съемные сегменты, износостойкость, поляризационно-оптический метод, касательное напряжение.

METHODOLOGY FOR OPTICAL STUDIES OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE ROLLS OF GRINDERS

Abstract. The analysis of operation of the modern grinding and crushing units working in various industries including in the field of processing of agricultural products is shown that one of the main reasons for refusal of their functioning is the wear of work faces of rolls. Process of wear is difficult, and variety of the factors affecting wear is high therefore reliable methods of protection of the equipment against intensive wear are absent. The review of methods of hardening, taking into account design features of roll grinders, and conditions of their operation, the main directions of increase in wear resistance of work faces of rolls have allowed to define, in particular, application of the removable previously strained segments. The analytical dependence between elastic tension of surface of metal and its wear resistance is established. In this regard search of nature of distribution of tension on work faces removable segments, is relevant task. The purpose of work is development of technique of determination of nature of distribution of tension in previously strained segments with use of polarizing and optical method. As a result of probes of the intense deformed condition of transparent model of segments the overall picture of distribution of tension for all points is received and also areas of concentration of tension are revealed. On the basis of the analysis of distribution of tension in the form of strips of interference the rational geometrical form of previously strained segments is developed. The extreme of tangential tension is determined by picture of strips of interference that it is enough for assessment of stress of the explored area of previously strained segments. The analysis of results of probes shows that conditions of the greatest compression are observed in the central part of model of segment, therefore, increase in tension of compression in the central part of removable segments provides increase in wear resistance of their work faces.

Keywords: shredder, removable segments, wear resistance, polarization-optical method, tangential stress.

Анализ работы валковых измельчителей, работающих в различных отраслях, в том числе в области переработки сельскохозяйственной продукции (дробление зерновых материалов, измельчение кормов животного происхождения и т.д.) показывает, что измельчаемый материал эффективно разрушается при реализации принципа объемно-сдвиговых деформаций (ОСД) в измельчителях [1-3]. Однако, интенсификация процесса измельчения, как правило, связана с усилением износа рабочих поверхностей валков, что является основной причиной отказа функционирования помольных агрегатов. Из этого следует, что проблема

интенсификации процесса измельчения материала и повышения износостойкости рабочих поверхностей помольных агрегатов взаимосвязаны [4-7]. Решение данной проблемы требует реализации двух задач: создание конструкций валков измельчителей, обеспечивающих реализацию принципа ОСД измельчаемого материала и разработка мероприятий, повышающих износостойкость рабочих поверхностей агрегата. Первая задача может быть решена в рамках изменения геометрического профиля валков, однако решение этой задачи целесообразно только в случае, когда решена вторая задача. Для решения последней необходимо изучить факторы, влияющие на процесс изнашивания и его общие закономерности.

При контактном взаимодействии валков измельчителей и измельчаемого материала происходит раздавливание и истирание. Рабочие поверхности валков подвергаются циклической упругой и пластической деформации (оттеснение), приводящей к усталостному разрушению, на поверхности валков зарождаются и распространяются микро- и макротрещины, происходит царапание и микрорезание, внедрение твердых зерен абразивного материала в поверхности валков, что приводит к разрушению их сплошности и т.д. Все это, в конечном итоге, приводит к изнашиванию валков [3].

Проблема повышения износостойкости валков измельчителей решается путем изучения закономерностей процесса их изнашивания при различных условиях трения и качестве поверхностного слоя. Однако процесс изнашивания настолько сложен, а разнообразие факторов, влияющих на износ, настолько велико, что, несмотря на обилие исследований в области трибологии, надежные методы защиты оборудования от интенсивного износа отсутствуют.

Имеющиеся в настоящее время материалы не отвечают техническим требованиям для изготовления рабочих валков измельчающих агрегатов, поэтому многие ученые и практики, проводящие исследования в области трибологии, исследовали разнообразные методы упрочнения: термическая обработка, химико-термическая обработка, холодно-пластическое деформирование, наплавка, электромеханическое упрочнение и др. Анализ этих методов, с учетом конструктивных особенностей валковых измельчителей и условий их эксплуатации, позволил нам определить основные методы и их сочетания по повышению износостойкости валков: применение съемных предварительно напряженных сегментов (ПНС) и создание условий для «самофутеровки» рабочей поверхности валков с помощью измельчаемого материала, а также использование сегментов с заданными геометрическими профилями, обеспечивающими выполнение различных технологических задач [3, 8].

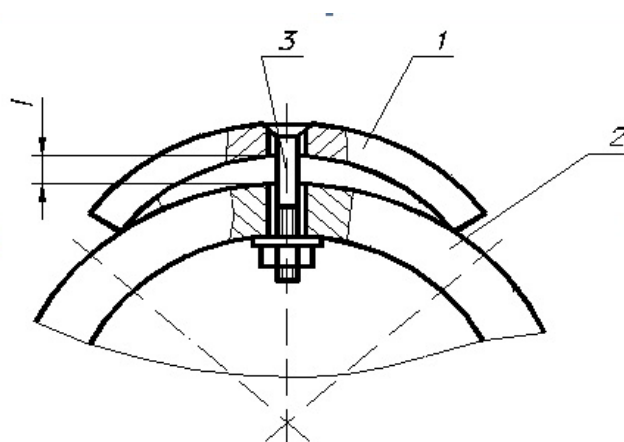
При решении задач по определению долговечности валков измельчителей целесообразно использовать критерий удельного износа I_y , г/(м³/ч), определяющий количественное значение износа I_G , г, в зависимости от производительности Q , м³/ч, агрегата по уравнению [8]:

$$I_y = \frac{I_G}{Q} = \frac{4,55\varepsilon^{\frac{2}{3}} \sigma_y^{2,5} r^{0,5} \sqrt{R} |V_1 - V_2| \rho \cos \gamma}{HB^{2,5} \varepsilon_0^t (\alpha V_1 + \beta V_2) [D_{cp} (1 - \cos \alpha_0) + \delta] \rho_0}, \quad (1)$$

где ε - концентрация абразивных частиц в единичном объеме межвалкового пространства, %; r - средний радиус абразивной частицы, м; V_1, V_2 - линейные скорости поверхностей валков, м/с; ρ - плотность материала валка, г/м³; γ - угол конусности валков, град; HB - твердость материала валков, МПа; ε_0 - относительное удлинение материала валков при разрыве, %; t - коэффициент усталости материала валков при пластических деформациях; α, β - вероятности прилипания измельчаемых частиц на поверхности валков ($\alpha + \beta = 1$); D_{cp} - средний диаметр валков, м; α_0 - угол уплотнения и деформации, град; δ - величина зазора между валками, м; ρ_0 - насыпная масса измельчаемого материала до ее деформации, т/м³; R - приведенный радиус кривизны валков, м.

Анализ данного выражения показывает, что величина удельного износа валков зависит от физико-механических свойств материала валков, измельчаемого материала и конструктивно-технологических параметров валковых измельчителей. Важно отметить, что износостойкость валков определяется произведением твердости материала валков на их отно-

сительное удлинение при разрушении ($HB \cdot \epsilon_0$). Максимальное значение этого произведения, может быть достигнуто при использовании новых технических решений, например, при увеличении предела прочности σ_b поверхностного слоя валков за счет его упругого предварительного сжатия (рисунок 1).



1 - сегмент; 2 - барабан; 3 - болтовое соединение; l – зазор между сегментами и барабаном

Рис. 1. Схема закрепления сегментов

Таким образом, приведенная аналитическая зависимость между упруго-напряженным состоянием металла и его износостойкостью актуализирует экспериментальные исследования характера распределения напряжений на рабочих поверхностях съемных сегментов.

Цель работы - разработать методику экспериментального исследования характера распределения напряжений в предварительно напряженных сегментах, устанавливаемых на валках измельчающих агрегатов, на основе поляризационно-оптического метода.

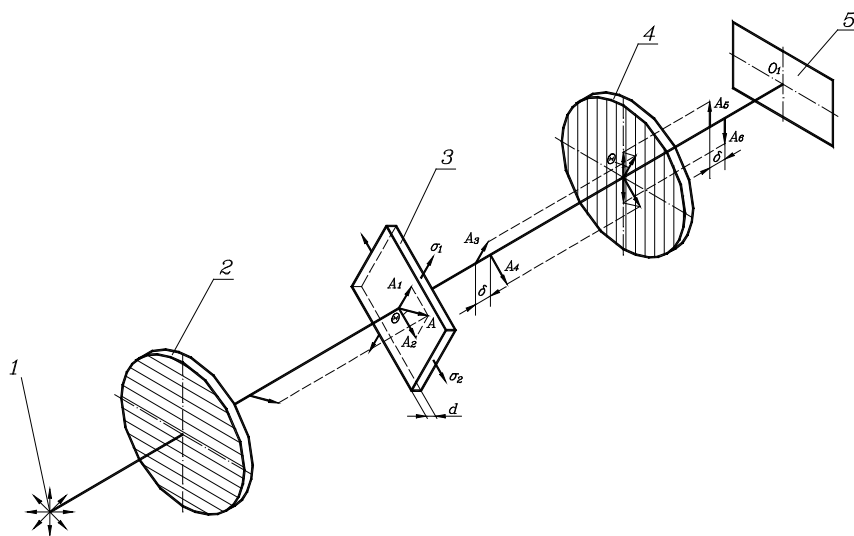
Съемные сегменты измельчающих агрегатов представляют собой статически неопределенную систему, находящуюся под воздействием сложной системы сил, вследствие чего оценка напряженного состояния аналитическими методами представляет значительные трудности. В теории упругости существуют экспериментальные методы, изучающие напряженно-деформированное состояние деталей машин, например, метод хрупких покрытий, метод делительных сеток, метод реплик, метод муаровых полос и др. Особое место в этом перечне занимает метод фотоупругости или поляризационно-оптический метод (ПОМ) исследования напряжений на прозрачных моделях из оптически активного материала, преимуществами которого являются: наглядность и простота измерения величин, отсутствие необходимости сложного оборудования, обеспечение высокой точности и наглядности метода, надежности и универсальности применения [9]. Особенностью ПОМ является представление общей картины распределения напряжений, тогда как другие методы дают сведения лишь для отдельных характерных точек. Это позволяет сравнительно легко исследовать поля напряжений, т.е. определять направления и величины напряжений, выявлять концентрацию напряжений, что необходимо для обоснования оптимальных форм и размеров деталей и конструкции при проектировании. Применение плоских моделей позволяет легко проводить оптимизацию формы детали постепенным удалением материала в менее напряженных местах и сопоставлением нескольких последовательно выполняемых форм детали.

Для ПОМ применяют оптически активные прозрачные изотропные материалы (стекло, целлулоид, бакелит, отвержденные эпоксидные смолы, игдантин, агарин и др.), которые под действием напряжений (деформаций) проявляют свойство двойного лучепреломления, величина которого связана с величиной напряжения и может быть измерена оптическим методом при освещении модели плоскополяризованным или поляризованным по кругу светом.

Если на пути поляризованного света поставить напряженную модель, то поляризованный луч света при прохождении в разных ее точках будет вести себя различно в зависимости от величины и направления главных напряжений в этих точках, в результате чего на

экране за моделью видны полосы черного и белого цвета (при монохроматическом источнике света). Эти полосы являются информацией о напряженном состоянии в каждой точке области модели. При анализе распределения напряжений в съемных сегментах валкового измельчителя качественная картина полос дает представление об их напряженном состоянии.

На плоскую прозрачную модель 3, находящуюся под действием главных напряжений σ_1 и σ_2 , направляется луч света от монохроматического источника 1 на поляризатор 2, который пропускает световые колебания лишь в своей главной плоскости - горизонтально (рисунок 2). После поляризатора 2 луч света плоскополяризован, как это показано вектором A . Прохождение монохроматического поляризованного света далее через напряженную модель 3, разложится на два составляющих луча A_1 и A_2 . Плоскости колебаний A_1 и A_2 взаимно перпендикулярны и совпадают с направлениями главных напряжений σ_1 и σ_2 . Оба эти луча проходят через модель с различными скоростями V_1 и V_2 . Величина скоростей прохождения этих лучей зависит от величины напряжения.



1 - источник света; 2 - поляризатор; 3 - модель; 4 - анализатор; 5 – экран

Рис. 2. Схема плоского полярископа

Вследствие различной величины скоростей V_1 и V_2 один луч A_3 при выходе из модели запаздывает по отношению к другому A_4 и приобретает разность фаз δ , так как лучи A_3 и A_4 взаимноперпендикулярны, то они интерферировать не могут. В этом случае разность хода лучей A_3 и A_4 определяется на основе количественной связи оптического эффекта и разности главных напряжений по закону Вертгейма

$$\Delta = cd(\sigma_1 - \sigma_2), \quad (2)$$

где d – толщина модели, мм; c – относительный оптический коэффициент напряжений (постоянная величина, характерна для данного материала), 1/МПа; σ_1 , σ_2 , - величина главных напряжений, МПа.

Для осуществления интерференции и определения таким путем величины Δ , далее установлена вторая поляризационная пластинка 4 (анализатор). Главные оси поляризатора 2 и анализатора 4 скрещены. Анализатор пропускает световые колебания соответствующие вертикальным составляющим векторов A_3 и A_4 , т.е. свет за анализатором можно рассматривать как состоящий из двух волн с колебаниями в вертикальной плоскости, как это обозначено векторами A_5 и A_6 с той же разностью хода Δ . В зависимости от величины Δ возможны два частных случая: 1) если Δ равно целому числу длины волн, то произойдет гашение волн λ , и на экране 5 в точке O' будет затемнение; 2) при Δ не равном целому числу длин волн λ произойдет частичное гашение волн и на экране возникает светлая точка, яркость которой

зависит от величины Δ . Таким образом, при прохождении поляризованного света через модель на экране наблюдаются чередующиеся темные и светлые области, называемые картиной полос. Как видно из формулы (2) связь оптического эффекта с механическими напряжениями, возникающими в нагруженной модели, имеет вид

$$n\lambda = cd(\sigma_1 - \sigma_2), \quad (3)$$

где n – порядок полос; λ – длина волны света, нм.

Формулу (3) можно преобразовать к виду

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{n\lambda}{2cd}. \quad (4)$$

Из теории упругости известно, что максимальное касательное напряжение равно полуразности главных нормальных напряжений, т.е.

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \tau_{\max} = n\tau_0, \quad (5)$$

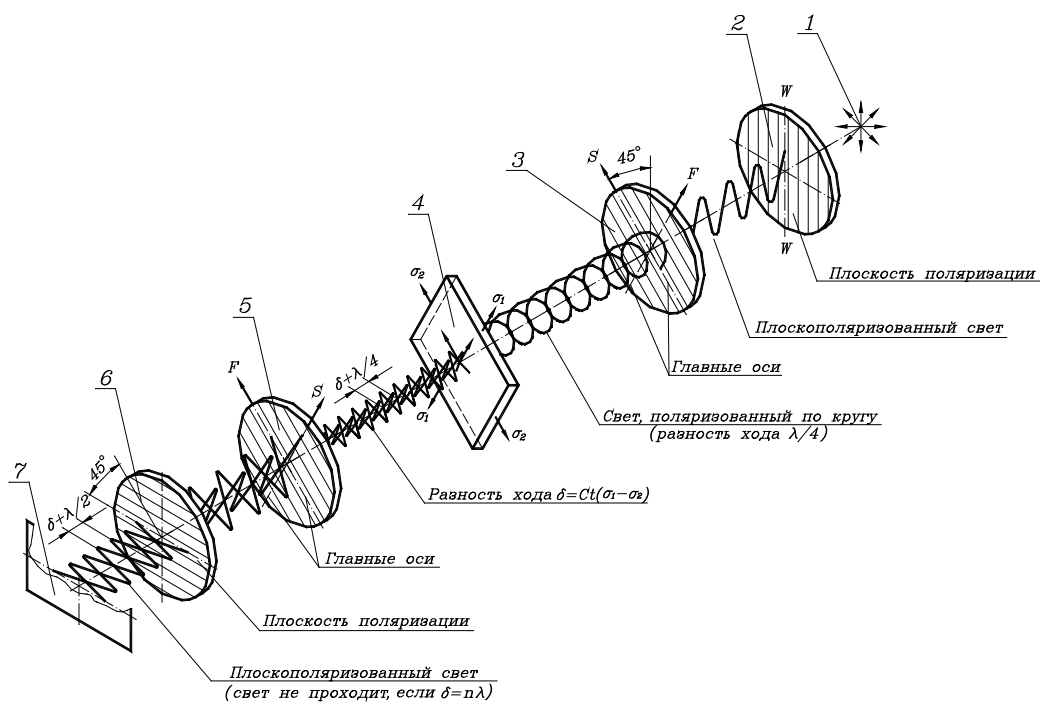
где $\tau_0 = \lambda / (2cd)$ – постоянная величина, зависящая от материала и толщины модели, длины волны света, и называемая ценой полосы модели. Для практических случаев знание величины τ_{\max} является достаточным для оценки напряженного состояния исследуемой области [8].

При просмотре нагруженной модели в плоскополяризованном свете на экране наблюдается два вида полос: 1) изохромы (цветные полосы) – это геометрическое место точек в которых разность главных напряжений постоянна; 2) изоклины (затемненные полосы) – это геометрическое место точек одинакового направления действия главных напряжений.

Темная изоклиническая линия пересекает (накладывается на) цветную картину изохром, затемняет ее, что вносит трудности в расшифровку картины изохром. Для выделения чистой картины изохром без изоклин при исследовании напряженного состояния модели сегмента применялась круговая поляризация (рисунок 3), при скрещенных поляризаторе 2 и анализаторе 6.

С обеих сторон модели сегмента устанавливали пластинки в четверть волны $\lambda/4$. Первую четвертьволновую пластинку 3 устанавливали так, что ее главные оси F и S составляли 45° с плоскостью колебаний поляризатора 2, $W-W$. Плоскополяризованный свет при прохождении через пластинку 3 преобразуется в поляризованный по кругу. Белый свет служит для получения цветной картины полос, т.е. изохром.

По напряженно-деформированному состоянию модели ПНС получена общая картина распределения напряжения для всех точек (рисунок 4), а также выявлена область концентрации напряжений. По картине цветных полос интерференции (изохром) установили разность главных нормальных напряжений $(\sigma_1 - \sigma_2)$ или максимальные касательные напряжения τ_{\max} , которые находили определением порядка полос путем подсчета числа полос, прошедших через данную точку модели сегмента при постепенном увеличении внешней нагрузки от нуля до $P=191,7$ Н с приращением $\Delta P=21,3$ Н; число цветных полос (изохром) постепенно увеличивается. Новые полосы возникают в точках, имеющих более высокий уровень напряжений, а все остальные полосы перемещаются в направлении областей с более низкими значениями напряжений. На основании анализа характера распределения напряжений – полос интерференции разработана рациональная геометрическая форма ПНС.



1 – источник монохроматического света с длиной волны λ ; 2 – поляризатор; 3, 5 – четвертьволновые пластинки; 4 – модель; 6 – анализатор; 7 – экран

Рис. 3. Схема оптических превращений в круговом полярископе

Анализ результатов исследования показывает, что увеличение разности главных напряжений ($\sigma_1 - \sigma_2$) и, соответственно, оптические разности хода лучей Δ сопровождается последовательной сменой цветов. Цвета, согласно результатам эксперимента появляются в следующей последовательности: желтый (ж) - 1; красный (к) - 1; зеленый (з) - 1 - первый порядок полос; желтый (ж) - 2; красный (к) - 2; зеленый (з) - 2 - второй порядок полос и т.д. Таким образом, установив цвет и порядок полос изохром в данной точке модели, находим требуемый порядок при соответствующей длине волны света и по формуле (5) вычисляем разность главных нормальных напряжений т.е. максимальные касательные напряжения.



Рис. 4. Картина полос интерференции на модели сегмента

Результаты изменения порядка полос и величины касательных напряжений в наиболее опасном сечении (А-В) модели сегмента представлены на рисунке 5. Анализ картины позволяет сделать следующие выводы: наибольший рост напряжений сжатия наблюдается на поверхности в точке В, а наибольший рост напряжений растяжения - в точке А; при равномерном увеличении нагрузки рост напряжений не пропорционален, при увеличении нагрузки с 21,3 Н до 191,8 Н, т.е. в 9 раз, напряжения возрастают с 5,18 МПа до 15,0 МПа, т.е. в 2,89 раз, что объясняется наличием в центральной части образца наклонного прилива.

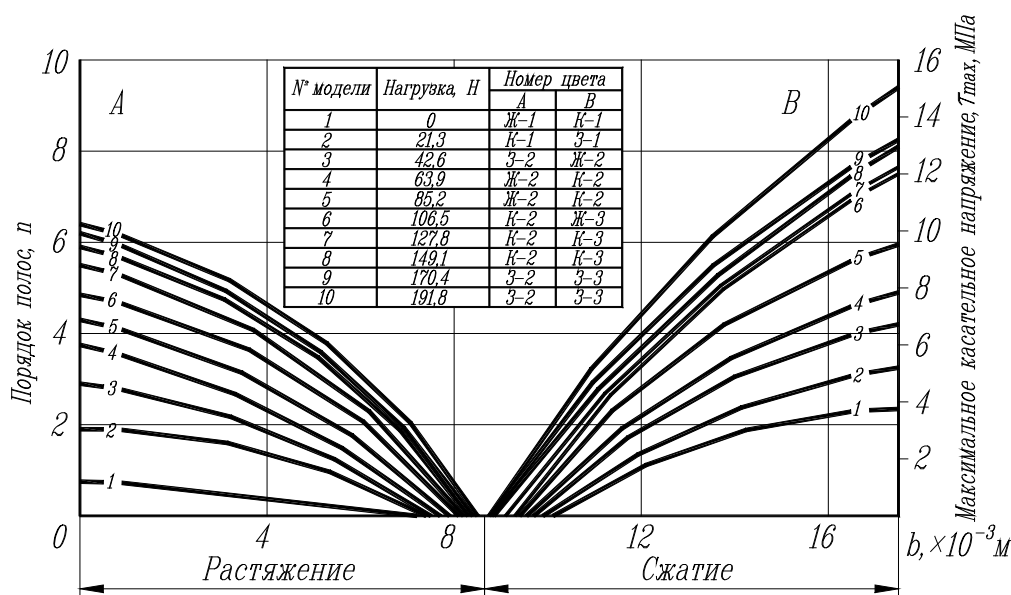


Рис. 5. Изменение порядка слоев и величины напряжения в слоях модели сегмента в сечении А-В

Таким образом, условия наибольшего сжатия поверхностных волокон наблюдаются в центральной части модели сегмента. Из практики эксплуатации валковых измельчителей известно, что наиболее интенсивному изнашиванию подвергается именно средняя часть вала на длине 0,5...0,6 от ширины вала. Следовательно, наибольшее увеличение напряжений сжатия именно в центральной части съемных сегментов повышает износостойкость рабочих поверхностей измельчителя.

Библиография

1. Минасян А. Г. Повышение эксплуатационного ресурса рабочих поверхностей валковых измельчителей // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. №3 (19) С. 38-43.
2. Водолазская Н. В., Минасян А. Г., Шарая О. А. О причинах отказа и об оценке износа насосного оборудования перерабатывающих предприятий АПК // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 3(11). С. 14–23.
3. Минасян А. Г., Пастухов А. Г., Шарая О. А. Оценка напряженно-деформированного состояния сегмента пресс-валкового измельчителя // Технология машиностроения. 2016. № 3. С.43-46.
4. Пастухов А. Г., Шарая О. А., Бережная И. Ш. Экспериментальные исследования режимов электрохимического упрочнения детали типа «плунжер» // Труды ГОСНИТИ. 2017. Т. 129 С. 148-157.
5. Пастухов А. Г., Шарая О. А., Бережная И. Ш., Жуков Е. М. Оценка износа рабочей поверхности плунжера гомогенизатора молока // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 124. № 1. С. 130-137.
6. Водолазская Н. В., Стребков С. В. Надежность и эксплуатация технических систем: монография. Белгород: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. 151 с.
7. Вольвак С. Ф., Бахарев Д. Н., Вертий А. А. Теоретические исследования измельчителя стебельчатых кормов с шарнирно подвешенными комбинированными ножами // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 3 (11). С. 24–34.
8. Минасян А. Г. Исследование процессов износа рабочих органов пресс-валковых измельчителей и совершенствование их конструкции: дис. ... канд. техн. наук. 05.02.13, 05.02.08. Белгород, 2000. 139 с.
9. Филоненко–Бородич М. М. Теория упругости. М., ФизматГиз, 1959. 364 с.
10. Пастухов А. Г. Методика и результаты исследования нагруженности подшипниковых узлов карданных шарниров поляризационно-оптическим методом // Материалы международной научно-практической конференции «Направления стабилизации развития и выхода АПК в современных условиях». Воронеж: Воронежский ГАУ, 1999. С.170-171.

References

1. Minasyan A. G. Povyshenie ehkspluatacionnogo resursa rabochih poverhnostej valkovyh izmel'chitelej [Increasing the service life of the working surfaces of roll shredders] / Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2018. №3 (19) Pp. 38-43.
2. Vodolazskaya N. V., Minasyan A. G., Sharaya O. A. O prichinah otказа i ob ocenke iznosa nasosnogo oborudovaniya pererabatyvayushchih predpriyatij APK [On the causes of failure and on the assessment of pump equipment

wear at processing enterprises of the agro-industrial complex of machines] // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2016. № 3 (11). Pp. 14-23.

3. Minasyan A. G., Pastukhov A. G., Sharaya O. A. Ocenka napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya segmenta press-valkovogo izmel'chatelya [Assessment of the stress-strain state of the press-roll shredder] // Mechanical Engineering Technology. 2016. № 3. Pp. 43-46.

4. Pastukhov A. G., Sharaya O. A., Berezhnaya I. Sh. Eksperimental'nye issledovaniya rezhimov ehlektromekhanicheskogo uprochneniya detali tipa «plunzher» [Experimental studies of the modes of electromechanical hardening of a plunger-type part] // Proceedings of GOSNITI, 2017. T. 129. Pp. 148-157.

5. Pastukhov A. G., Sharaya O. A., Berezhnaya I. Sh., Zhukov E. M. Ocenka iznosa rabochej poverhnosti plunzhera gomogenizatora moloka [Assessment of wear of the working surface of the plunger of a milk homogenizer] // Proceedings of GOSNITI. 2016. T.124. № 1. Pp. 130-137.

6. Vodolazskaya N. V., Strebkov S. V. Nadezhnost' i ehkspluatatsiya tekhnicheskikh sistem [Reliability and operation of technical systems] : monograph. Belgorod : FSBEI HE Belgorod GAU, 2017. 151 p.

7. Volvak S. F., Bakharev D. N., Vertiy A. A. Teoreticheskie issledovaniya izmel'chatelya stebel'chatyh kormov s sharnirno podveshennymi kombinirovannymi nozhami [Theoretical studies of stalk-feed chopper with articulated double-bladed knives] // Innovations in the agricultural sector: problems and prospects. 2016. № 3 (11). Pp. 24–34.

8. Minasyan A. G. Issledovanie processov iznosa rabochih organov press-valkovyh izmel'chitelej i sovershenstvovanie ih konstrukcii [Research of processes of wear of working organs of a press-roll one of miners and improvement of their design] : dissertation of a candidate of technical sciences: 05.02.13, 05.02.08. Belgorod, 2000. 139 p.

9. Filonenko-Borodich M. M. Teoriya uprugosti [Theory of elasticity]. M., Fizmat Guise. 1959. 364 p.

10. Pastukhov A. G. Metodika i rezul'taty issledovaniya nagruzhennosti podshipnikovyh uzlov kardannyh sharnirov polarizacionno-opticheskim metodom [Technique and results of probe of loading of bearing mount assemblies of cardan hinges with polarizing and optical method] // Materials of the international scientific and practical conference "The directions of stabilization of development and exit of agrarian and industrial complex in modern conditions". Voronezh: Voronezh SAU, 1999. Pp.170-171.

Сведения об авторах

Минасян Алексан Гургенович кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 89103232415, E-mail: AlikMun@yandex.ru

Пастухов Александр Геннадиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической механики и конструирования машин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 8-4722-392390, E-mail: pastuhov_ag@bsaa.edu.ru

Information about authors

Minasyan Alexan, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Machine Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, Maisky, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 89103232415, E-mail: AlikMun@yandex.ru

Pastukhov Alexander, Dr, professor, head of Department of Technical Mechanics and Machinery Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. 8-4722-392390, E-mail: pastuhov_ag@bsaa.edu.ru.

УДК 631.53.041

Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ

Аннотация. Агрохимическая наука и передовая практика выработала требования к посеву сельскохозяйственных культур и в частности к зерновым. Они заключаются в следующем: размещать семена во влагообеспеченный слой на заданную глубину на подготовленное ложе. Почва над семенами должна быть уплотнена и иметь плотность 1,15...1,25 г/см³. Доказано, что предпочтение следует отдавать локальному, внутрипочвенному, припосевному внесению удобрений. Возможны следующие варианты внутрипочвенного, локального, припосевного внесения удобрений: с одной стороны от рядка семян на уровне посева, с обеих сторон рядка на уровне посева, эти же варианты, но ниже уровня посева, ниже рядка семян, размещенных на посевном ложе, сформированном над рядком удобрений. Последние два варианта комбинированного посева считаются наиболее эффективными. Но, как показывает анализ технических решений по комбинированному посеву зерновых культур, эффективных разработок с позиции технологической надежности процесса сева – нет. Предложен комбинированный сошник зерноуковой сеялки. Он обеспечивает рыхление почвы в зоне размещения удобрений и семян, высевает на дно борозды удобрения, укрывает их почвой, формирует уплотненную ложе под семена, высевает семена на уплотненное ложе, укрывает их почвой и уплотняет ее над семенами.

Определены основные конструктивные параметры комбинированного сошника:

- длина горизонтального участка семяпровода равна 0,045 м;
- ширина уплотнителя почвы над удобрениями – 0,05 м;
- максимальный угол отклонения уплотнителя почвы от горизонтали – 12,8°.

Агроэкономический эффект достигается за счет:

- рыхление ограниченного объема почвы в зоне размещения удобрений и семян;
- совмещения ряда технологических операций за один проход агрегата;
- локального внутрипочвенного внесения основного удобрения;
- ориентированного размещения удобрения относительно корневой системы растений.

Представленные материалы являются основой дальнейшего совершенствования посевных машин с позиции рационального использования ресурсов: топлива, минеральных удобрений и почвенной влаги.

Ключевые слова: посев; семена; удобрения; комбинированный; почва; уплотнение; совмещение.

IMPROVING EFFICIENCY THE COMBINED CROPS OF CEREALS

Abstract. Agrochemical science and best practices have developed requirements for the sowing of crops and, in particular, grain. They will be as follows: place seeds in a moisture-rich layer at a given depth on a prepared bed. The soil above the seeds should be compacted and have a density of 1.15...1.25 g/cm³. It is proved that the preference should be given to local, in-soil, pre-sowing fertilization. The following options for intra-soil, local, sowing fertilizer: on the one hand from a row of seeds at the seeding level, on both sides of the row at the seeding level, the same options, but below the seeding level, below the row of seeds placed on the seeding bed formed over a row of fertilizers. The last two variants of combined sowing are considered to be the most effective. But, as the analysis of technical solutions for combined sowing of grain crops shows, there are no effective developments from the position of technological reliability of the sowing process.

We propose a combined Coulter seeders and. It provides loosening of the soil in the zone of fertilizer and seed spacing, sows fertilizers to the bottom of the furrow, covers them with soil, forms a compacted lo-same under the seeds, sows the seeds on a compacted bed, covers them with soil and compacts it over the seeds.

The main design parameters of the combined Coulter are determined:

- the length of the horizontal portion of the seed pipe is 0.045 m;
- the width of the seal the soil over the fertilizer to 0.05 m;
- the maximum angle of deviation of the soil seal from the horizontal-12.8°.

The agro-economic effect is achieved by:

- loosening of a limited amount of soil in the area of fertilizer and seeds;
- combination of a number of technological operations in one pass of the unit;
- local soil application of the main fertilizer;
- oriented placement of fertilizer relative to the root system of plants.

The presented materials are the basis for further improvement of sowing machines from the perspective of rational use of resources: fuel, mineral fertilizers and soil moisture.

Keywords: sowing; seeds; fertilizers; combined; soil; compaction; combination.

Принято считать, что более 50% прибавок урожая сельскохозяйственных культур из общего числа мероприятий приходится на внесение удобрений. Известны способы внесения: поверхностное и внутрипочвенное, сплошное и локальное, раздельное и припосевное [1, 2].

Доказано, что предпочтение следует отдавать локальному, внутривпочвенному, припосевному внесению удобрений. Но и в выделенном сочетании приемов есть целый ряд вариантов, которые подлежат дальнейшему изучению с целью получения максимальной прибавки урожая [3, 4, 5, 6].

Возможны следующие варианты внутривпочвенного, локального, припосевного внесения удобрений: с одной стороны от рядка семян на уровне посева, с обеих сторон рядка на уровне посева, эти же варианты, но ниже уровня посева, ниже рядка семян, размещенных на посевном ложе, сформированном над рядком удобрений. Последние два варианта комбинированного посева считаются наиболее эффективными. Но, как показывает анализ технических решений по комбинированному посеву зерновых культур [7, 8, 9, 10], эффективных разработок с позиции технологической надежности процесса сева – нет.

В целях исключения отмеченного недостатка в технологии посева зерновых культур предложены технические решения в виде посевных секций [11, 12]. Секция зернотуковой сеялки пресового типа, выполняет следующие операции: рыхление почвы дисковым ножом в зоне размещения основного удобрения и семян, внесения удобрения в виде рядка ниже уровня семян, высеv двух рядков семян, вдавливание их в разрыхленную почву на заданную глубину и уплотнение почвы над семенами. Конструктивно-технологическая схема посевной секции зернотуковой сеялки представлена на рисунке 1.

Секция зернотуковой сеялки пресового типа состоит из рамы 1, к которой жестко закреплена передним концом пластинчатая пружина 2, причем ее задний конец оснащен втулкой 3, шарнирно соединенной пальцем 4 с верхним концом кронштейна 5, а его нижний конец жестко соединен с балкой 6, к концам которой средней частью жестко закреплены продольные тяги 7.

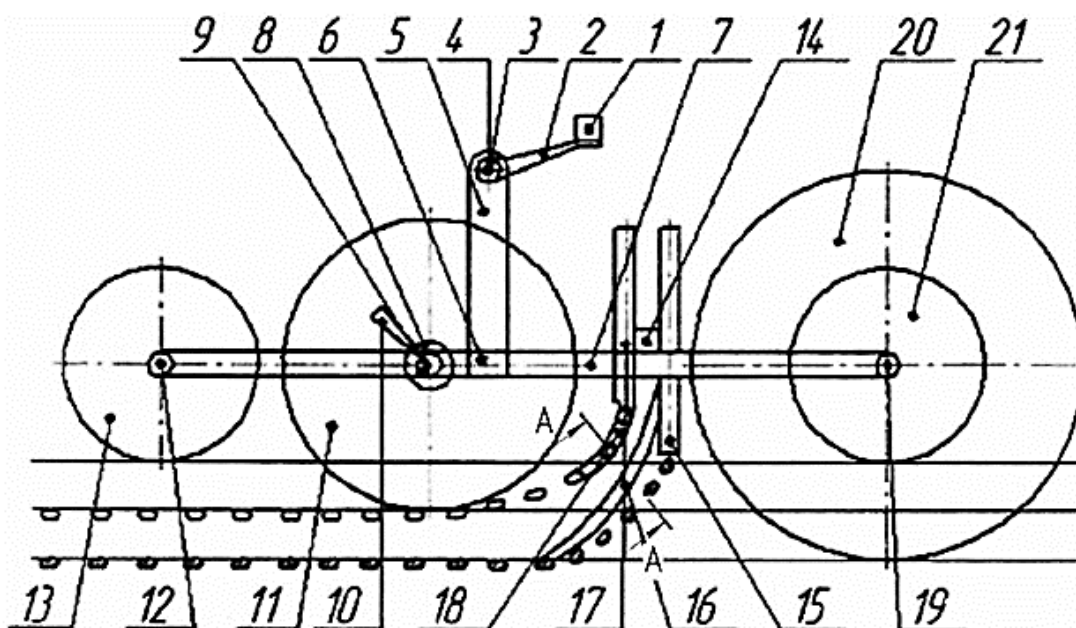


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема посевной секции зернотуковой сеялки пресового типа

К ним сзади балки 6 жестко закреплена втулка 8, в которой помещена эксцентриковая ось 9, причем в средней части втулки 8 в поперечном направлении выполнен паз, в котором помещен фиксатор эксцентриковой оси 10, жестко соединенный с эксцентриковой осью 9, на концах которой установлены диски 11.

К задним и передним концам продольных тяг 7 жестко закреплены оси 12 и 19, причем на концах задней оси 12 соосно с дисками 11 закреплены катки 13, а на переднюю ось 19 в средней ее части закреплен дисковый нож 20, оснащенный с обеих сторон ребордами 21. Впереди балки 6 к продольным тягам 7 жестко закреплен поперечный брус 14, к которому

спереди по центру жестко закреплен тукопровод 15 с закрепленным сзади внизу уплотнителем туков дугообразной формы 16, а к концам поперечного бруса соосно с дисками жестко закреплены семяпроводы 17, причем их нижние концы оснащены ножами семянаправителями 18, контактирующими с почвой.

Посевная секция зернотуковой сеялки прессового типа работает следующим образом. При опускании рамы 1 дисковый нож 20 погружают в почву до контакта с ней реборд 21 и катков 13. При движении посевной секции дисковым ножом 20 создают щель и рыхлят почву по обеим сторонам, образуя борозду с разуплотненной почвой, причем борозду в поперечном сечении выполняют в виде равнобедренного треугольника с вершиной, находящейся на уровне нижней кромки дискового ножа 20. В образованную щель по тукопроводу 15 подают удобрения, которые уплотнителем туков дугообразной формы 16 погружают на дно борозды.

Наряду с этим по семяпроводу 17 и ножу семянаправителя 18 семена размещают на ширину междурядья В перед дисками 11, которые погружают на глубину, меньшую глубины заделки удобрений, причем при скольжении ножа семянаправителя 18 по поверхности почвы ведут разрушение комьев почвы, разрезание растительных остатков, а также формирование бороздки под семена. Глубину заделки семян регулируют путем поворота эксцентриковой оси 9 во втулке 8, для этого осуществляют разъединение фиксатора 10 с втулкой 8 и выполняют поворот эксцентриковой оси 9 на требуемый угол.

Борозды, образованные дисками 11, заделывают путем уплотнения катками 13 разрыхленной почвы. Поломки дискового ножа 20 при наезде его на уплотненные участки почвы или посторонние предметы исключают за счет шарнирного соединения кронштейна 5 с пластинчатой пружиной 2, жестко закрепленной передним концом к раме 1. При одновременном наезде на препятствия дискового ножа 20 и катков 13 поломку элементов конструкции исключают за счет отклонения вверх заднего конца пластинчатой пружины 2, оснащенной втулкой 3, к которой посредством пальца 4 шарнирно соединен верхний конец кронштейна 5.

Технологическая надежность применения посевной секции зернотуковой сеялки прессового типа достигается тем, что нижние концы семяпроводов 17 и тукопровода 15 расположены над почвой, погружение удобрений на дно борозды осуществляют уплотнителем туков 16, выполненным по дуге, обращенной вперед, а семена укладывают на почву перед дисками в бороздки, образованные ножами семянаправителями, контактирующими с разрыхленной почвой.

Эффект от применения посевной секции зернотуковой сеялки прессового типа достигается за счет:

- выполнения четырех технологических операций за один проход: рыхление почвы лишь в зоне размещения семян и удобрений, внесение основного удобрения ниже уровня посева семян, высев семян, уплотнение почвы над семенами;
- ориентированного размещения основного удобрения относительно корневой системы растения;
- укладки семян на уплотненное дисками посевное ложе.

Кроме того, разработана конструктивно-технологическая схема комбинированного сошника зернотуковой сеялки [12], обеспечивающая внесение основного удобрения и семян в одной вертикальной плоскости, причем удобрения от семян разделены прослойкой уплотненной почвы требуемой толщины (рисунок 2).

Комбинированный сошник состоит из узла крепления 1, к которому жестко прикреплена рама 2, с установленными на ней опорными подшипниками 3 с дисковым ножом 4. За дисковым ножом 4 к раме 2 жестко прикреплен тукопровод 5, нижний конец которого отогнут назад и расположен на уровне нижней кромки дискового ножа 4.

За тукопроводом 5 установлен семяпровод 6, причем нижний конец отогнут назад на угол меньший 90° и расположен над отогнутым концом тукопровода 5, причем к нижней части отогнутого конца семяпровода 6 жестко прикреплен ромбовидной формы уплотнитель

почвы 7. На конце рамы 2, установлен каток 8, свод которого выполнен в виде желоба, обращенного выпуклостью к оси катка.

В месте изгиба тукопровода 5 семяпровод 6 посредством шарнира 9 прикреплен к тукопроводу, а при опускании комбинированного сошника в рабочее положение дисковый нож 4 погружается в почву и при движении образует борозду в виде равнобедренного треугольника с вершиной, обращенной вниз. По тукопроводу 5, жестко прикрепленному к раме 2 за дисковым ножом 4, минеральные удобрения поступают в нижнюю часть образованной дисковым ножом 4 борозды.

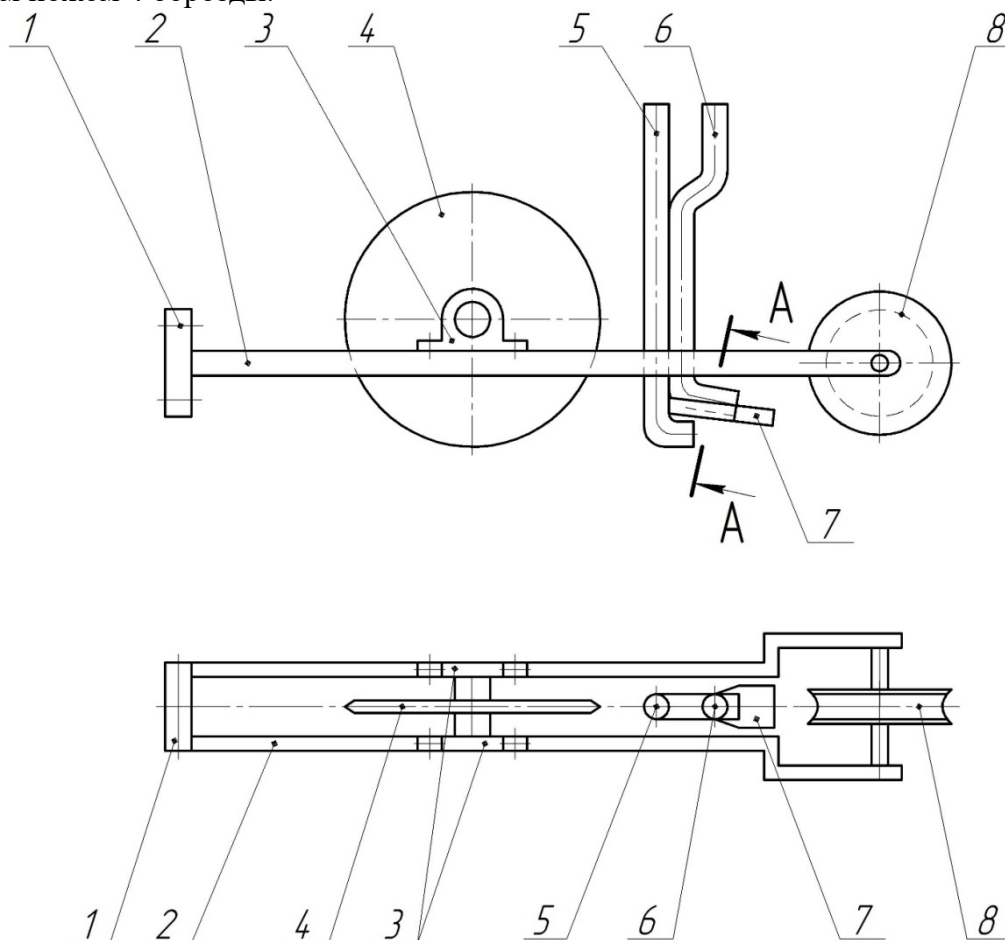


Рис. 2. Конструктивно-технологическая схема комбинированного сошника

Почва, сходящая с боков борозды, закрывает минеральные удобрения, так как нижний конец семяпровода 6 отогнут назад на угол меньший 90° и расположен над нижним концом тукопровода 5, то уплотнитель почвы 7 сжимает почву, оказавшуюся над минеральными удобрениями, создавая посевное ложе для семян. Семена, вышедшие из отогнутого назад нижнего конца семяпровода 6, размещаются на посевном ложе и укрываются разрыхленной почвой верхних слоев, которая в свою очередь уплотняется катком 8, образуя выпуклую форму поверхности борозды, что сокращает испарение влаги. В верхней части семяпровод 6 соединен с тукопроводом 5 регулируемым узлом угла наклона уплотнителя почвы 7.

Требуемая величина уплотнения почвы посевного ложа достигается путем изменения угла наклона уплотнителя 7.

Применение комбинированного сошника позволяет:

- снизить затраты топлива на посев зерновых, так как почва рыхлится лишь в зоне размещения удобрений и семян;

- повысить урожайность, поскольку удобрения вносятся локально, ниже уровня размещения семян.

Одним из энергозатратных конструктивных элементов рассматриваемых посевных секций является дисковый нож. Определим силы, действующие на него.

Заметим, что рабочая зона диска - это передняя половина его нижней части, находящейся в почве.

Сопротивление почвы возникает, прежде всего, на режущей кромке (рисунок 3) по дуге AC и боковых сторонах диска по площади левого и правого полусегментов ADC.

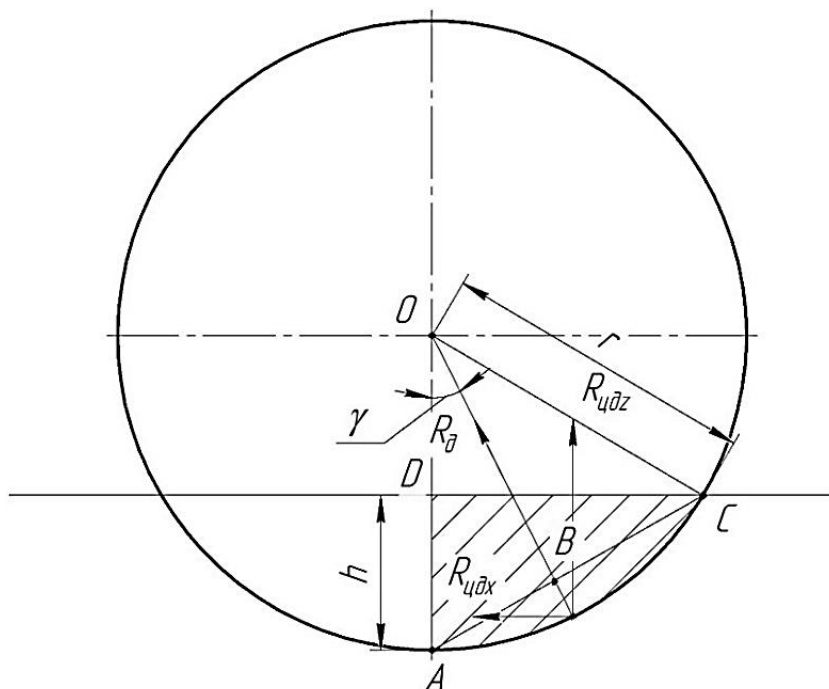


Рис. 3. Схема сил, действующих на центральный диск со стороны почвы

Принято считать, что сила сопротивления диску приложена в средней части дуги окружности, находящейся в почве, т.е. в точке В и ее вектор проходит через ось вращения диска О.

Горизонтальная составляющая равнодействующей силы $R_{цдх}$ может быть найдена, если будет известна вертикальная составляющая $R_{цдз}$ и угол γ между вектором равнодействующей силы R_B и вертикалью.

$$\frac{R_{цдх}}{R_{цдз}} = \operatorname{tg}\gamma, \text{ откуда } R_{цдх} = R_{цдз} \operatorname{tg}\gamma. \quad (1)$$

Вертикальная составляющая $R_{цдз}$, очевидно зависит от глубины погружения диска в почву h и рабочей скорости v_p , т.е.

$$R_{цдз} = f(h; v_p). \quad (2)$$

Зависимость (2) должна устанавливаться экспериментальным путем.

Определим угол γ . Треугольники AOB и DCA образованы взаимно перпендикулярными сторонами, поэтому углы AOB и DCA равны углу γ .

Из треугольника ADC находим гипотенузу AC:

$$\frac{h}{AC} = \operatorname{sin}\gamma \text{ или } AC = \frac{h}{\operatorname{sin}\gamma}.$$

Тогда сторона AB треугольника AOB равна:

$$AB = \frac{h}{2\sin\gamma}. \quad (3)$$

Из этого же треугольника находим значение АВ:

$$\frac{AB}{r} = \sin\gamma \text{ или } AB = r\sin\gamma. \quad (4)$$

Тогда $\frac{h}{2\sin\gamma} = r\sin\gamma$; или $h = 2r\sin^2\gamma$. Откуда $\sin^2\gamma = \frac{h}{2r}$; $\sin\gamma = \sqrt{\frac{h}{2r}}$.

Следовательно, угол γ равен:

$$\gamma = \arcsin\sqrt{\frac{h}{2r}}. \quad (5)$$

Тогда значение горизонтальной составляющей сопротивления диску со стороны почвы равно:

$$R_{\text{цдк}} = f(h; \vartheta_p) \operatorname{tg} \arcsin\sqrt{\frac{h}{2r}}. \quad (6)$$

Таким образом, горизонтальная составляющая силы сопротивления центрального диска зависит от его радиуса r , глубины обработки почвы h , ее состояния и рабочей скорости движения ϑ_p агрегата.

С использованием разработанной и изготовленной установки экспериментальным путем определена сила сопротивления погружению плоского диска в почву при условии: твердость почвы 43,1 Н/см², радиус диска 56 см, его толщина 0,5 см, скорость перемещения 3,33 м/с. Она подчиняется зависимости:

$$R_{\text{цдк}} = 72,433h - 17,585, R_i = 0,694. \quad (7)$$

Для погружения диска на глубину 7 см требуется усилие равное 485 Н, а горизонтальная составляющая (лобовое сопротивление) будет равна 196 Н.

Одним из важных параметров комбинированного сошника являются геометрические размеры уплотнителя почвы.

Агрохимической наукой доказано, что при посеве семена необходимо укладывать на уплотненное посевное ложе с плотностью 1,27...1,29 г/см³ и твердостью 0,35...0,40 МПа. В традиционных технологиях возделывания зерновых культур почвенное ложе для семян подготавливают при предпосевной обработке почвы стрельчатыми лапами паровых культиваторов на глубину заделки семян.

У разработанного комбинированного сошника предусмотрен уплотнитель почвы, необходимо обосновать его основные параметры (рисунок 4).

В начале проектирования обозначаем ряд условий: глубина погружения диска в почву регулируется путем изменения расстояния между рамой секции сеялки и поверхностью почвы, аналогично регулируется и глубина сева семян, только блок «тукопровод-семяпровод» осуществляет перемещение во втулке жестко прикреплённой к раме секции, причем семяпровод шарнирно прикреплен к тукопроводу на выбранном расстоянии от его конца, т.е. расстояние между рядком семян и минеральными удобрениями будет сохраняться постоянным.

Форму уплотнителя выберем в виде прямоугольной пластины, жестко прикрепленной к нижней части семяпровода, причем ширина пластины не должна превышать ширину борозды в месте размещения рядка семян (рисунок 4).

Уплотнение почвы над удобрениями осуществляется путем наклона пластины вниз на некоторый угол, который зависит от величины уплотнения почвы и длины горизонтальной части семяпровода.

Длину горизонтальной части семяпровода целесообразно найти экспериментальным путем, так как этот параметр зависит от ряда случайных факторов, положив в основу длину горизонтального участка семяпровода, на котором отсутствует сгуживание семян при движении после выхода из высевающего аппарата сеялки.

Определим поперечный размер уплотнителя почвы для принятых условий: поперечный размер конца уплотнителя равен ширине борозды после уплотнения почвы, причем величина уплотнения Δh_c задана.

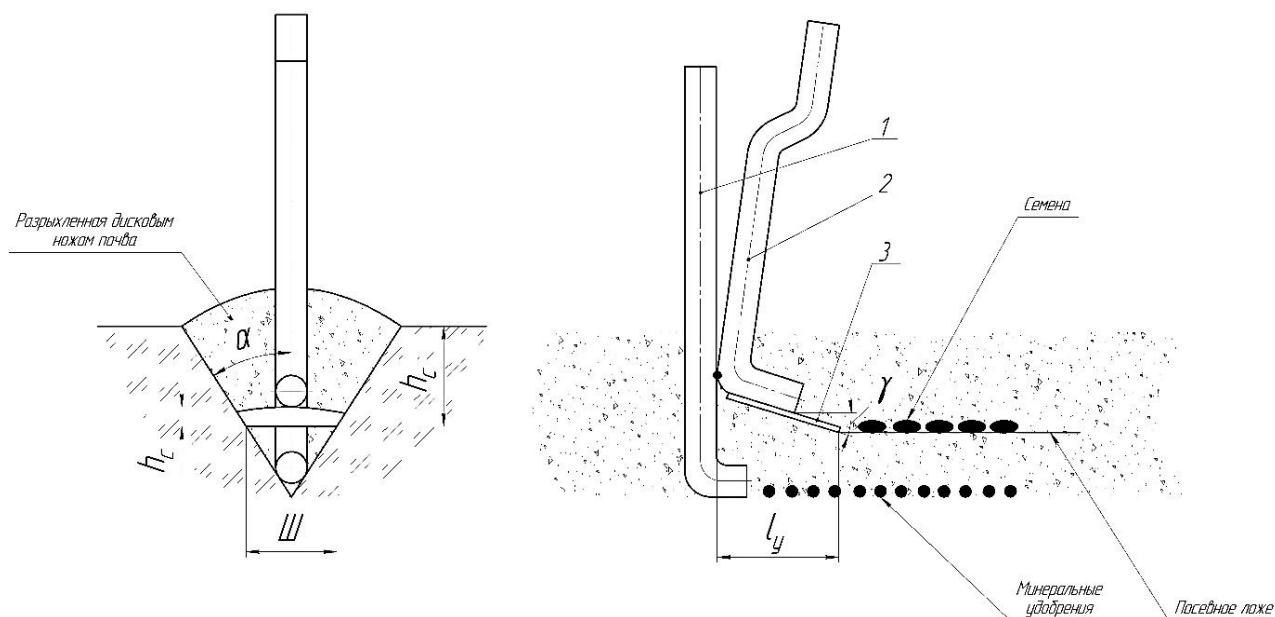


Рис. 4. Схема работы комбинированного сошника

Заметим, что глубина посева, реализуемая предложенным комбинированным сошником, есть величина, представляющая собой расстояние от поверхности почвы до заднего конца уплотнителя, т.е.:

$$h_c = h_n + \Delta h_c, \quad (8)$$

где h_c , h_n , и Δh_c - глубина посева соответственно конечная, назначенная и величина уплотнения почвы, м.

Тогда ширина заднего конца уплотнителя почвы будет равна:

$$\frac{B}{2(h_\delta - h_c)} \operatorname{tg} \alpha, \quad (9)$$

откуда

$$B = 2(h_\delta - h_c) \operatorname{tg} \alpha, \quad (10)$$

где B - ширина заднего конца уплотнителя почвы, м;

h_δ - глубина погружения дискового ножа, м;

α - угол скалывания почвы, град.

Максимальный угол наклона уплотнителя почвы к горизонту найдем как:

$$\frac{\Delta h_c}{l_y} = \sin \gamma, \quad (11)$$

где l_y - длина уплотнителя, м;

γ - угол наклона уплотнителя к горизонту, град.

Откуда

$$\gamma = \arcsin \frac{\Delta h_c}{l_y}. \quad (12)$$

Следовательно, для определения параметров уплотнителя почвы B и l_y необходимо знать:

- длину горизонтального участка семяпровода l_c ;
- линейный размер уплотнителя почвы l_y ;
- угол скалывания почвы α .

Учитывая форму борозды под удобрения и семена в поперечном сечении и изменение ее размеров по глубине, выбираем форму уплотнителя близкую к трапеции, меньшее основание которой направлено назад. Поскольку уплотнитель почвы под семена жестко прикреплен к отогнутому назад концу семяпровода, то его длину целесообразно принять равной длине отогнутого конца [13], то есть:

$$l_y = 0,045 \text{ м.} \quad (13)$$

Это обеспечит беспрепятственный выход семян из семяпровода (без их сгуживания) и одновременное уплотнение почвы.

Необходимо определить диапазон изменения угла наклона уплотнителя почвы, то есть следует определить максимальный угол наклона уплотнителя γ_{max} , тогда диапазон его регулирования D будет равен:

$$D = 0 - \gamma_{max}. \quad (14)$$

Для определения γ_{max} необходимо задаться максимальным значением уплотнения почвы Δh_{max} , тогда по зависимости (12) при $\Delta h_c = 0,01 \text{ м}$ получаем:

$$\gamma_{max} = \arcsin \frac{0,01}{0,045} = 12,8^\circ.$$

Ширину заднего конца уплотнителя почвы найдем по зависимости (10) для угла скалывания почвы равного 26° [14] (турбодиск при прямом вхождении в почву) и глубины посева $h_c = 0,07 \text{ м}$:

$$B = 2(0,12 - 0,07)0,487 = 0,0487 \approx 0,05 \text{ м.}$$

Следовательно, параметры уплотнителя будут равны:

- длина $l_y = 0,045 \text{ м}$;
- ширина заднего конца $B = 0,05 \text{ м.}$;
- максимальный угол отклонения уплотнителя $\gamma_{max} = 12,8^\circ$.

Представленные материалы являются основой дальнейшего совершенствования посевных машин с позиции рационального использования ресурсов: топлива, минеральных удобрений и почвенной влаги.

Заключение. 1. Агрохимической наукой и передовой практикой доказана целесообразность осуществления комбинированного посева сельскохозяйственных культур, когда одновременно с укладкой семян на уплотненное ложе вносится основное удобрение в стороне и ниже уровня посева с одновременным уплотнением почвы над семенами. Более эффективным считается размещение семян и удобрений в одной вертикальной плоскости на различных уровнях по схеме: удобрение, прослойка почвы, семена, почва.

2. Разработаны конструктивно-технологические схемы посевных секций, обеспечивающие размещение удобрений и семян, удовлетворяющих приведенным агротехническим требованиям.

3. Агроэкономический эффект от применения предложенных посевных секций достигается за счет:

- рыхление ограниченного объема почвы в зоне размещения удобрений и семян;
- совмещения ряда технологических операций за один проход агрегата;

- локального внутрипочвенного внесения основного удобрения;
- ориентированного размещения удобрения относительно корневой системы растений.

Библиография

1. Булаев В. Е. О величине интервалов между лентами основного удобрения под зерновые культуры. / Химия в сельском хозяйстве. 1982. №1 с. 14-16.
2. Андреев, П. А., Астахов, Н. В., Долон Б. Д. Азбука фермера / М.: Колос, 1994. 608 с.: ил.
3. Познаяка.Орг: информационный сайт [Электронный ресурс] / Способы и технологические процессы посева и посадки сельскохозяйственных культур. – Режим доступа: <http://poznayka.org/s2176t1.html>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.
4. Project report no. Os55 non-tillage establishment of oilseed rape using the «Autocast» technique may 2002 – p. 27.
5. ООО "ИнстерАгроТрэйд" [Электронный ресурс] / Зерновая сеялка GASPARDO MEGA 600. – Режим доступа: <http://insteragrotrade.ru/node/298>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.
6. Официальный сайт фирмы HORSCH [Электронный ресурс] / Focus TD – Режим доступа: <https://www.horsch.com/ru/produkty/mashiny-dlja-poseva/streifenbearbeitung/focus-td/>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.
7. ООО «Миг» [Электронный ресурс] / Сеялки Сызрань «СЕЛЬМАШ» – Режим доступа: http://migrt.ru/products/tech/sejalki_syzran_selmask/, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.
8. ООО «НТА» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://sejalki.ru/articles/mashini-dlya-poseva-v-pochvu-obrabotannuyu/zernovie-sejalki.html>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.
9. ООО «ПК «Агромастер» [Электронный ресурс] / Широкозахватные посевные комплексы AGRATOR. – Режим доступа: <http://www.pk-agromaster.ru/8500/>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.
10. ООО «ПоволжьеТехносервис» [Электронный ресурс] / Зерновая механическая сеялка Gaspardo Mega. – Режим доступа: <http://pts58.ru/node/283>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.
11. Патент на изобретение №184204 (RU). Посевная секция зернотуковой сеялки прессового типа / Скурятин Н.Ф., Куликов А.С., Бондарев А.В., Новицкий А.С.: заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина» (RU). - № 2018119390; заявл. 25.05.2018; опубл. 18.10.2018, Бюл. № 29.
12. Патент на изобретение №182289 (RU). Комбинированный сошник / Скурятин Н.Ф., Куликов А.С., Новицкий А.С.: заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина» (RU). - № 2018113238; заявл. 11.04.2018; опубл. 13.08.2018, Бюл. № 23.
13. Новицкий А.С. Совершенствование процесса сева зерновых комбинированным сошником на базе стрелчатой лапы: Автореферат дисс. ... канд. техн. наук. Воронеж: ВГАУ, 2007. с. 19.
14. Захаржевский А.П. Совершенствование процесса высева многолетних трав под покровную культуру сошником на базе стрелчатой лапы: Автореферат дисс. ... канд. техн. наук. – Воронеж: ВГАУ, 2007. с. 21.

References

1. Bulaev V. E. O velichine intervalov mezhdru lentami osnovnogo udobreniya pod zernovye kul'tury [The spacing between the strips basic fertilizer for crops] / Chemistry in agriculture. 1982. №1. p. 14-16.
2. Andreev, P. A., Astahov, N. V., Dolon, B. D. Azbuka fermera [Farmer's alphabet] M.: Kolos, 1994. 608 p.: il.
3. Know.Org: information site [Electronic resource] / Sposoby i tekhnologicheskie processy poseva i posadki sel'skokozyajstvennyh kul'tur [Methods and technological processes of sowing and planting crops]. - Access mode: <http://poznayka.org/s2176t1.html>, free. The title. from the screen. Checked 17.06.2018.
4. Project report no. Os55 non-tillage establishment of oilseed rape using the «Autocast» technique may 2002 p. 27.
5. LLC «Intergrated» [Electronic resource] / Zernovaya seyalka GASPARDO MEGA 600 [Grain sowing machine GASPARDO MEGA 600] - Access mode: <http://insteragrotrade.ru/node/298>, free. The title. from the screen. Checked 17.06.2018.
6. The official website of the company HORSCH [Electronic resource] / Focus TD – Mode of access: <https://www.horsch.com/ru/produkty/mashiny-dlja-poseva/streifenbearbeitung/focus-td/>, free. The title. from the screen. Checked 17.06.2018.
7. LLC «MiG» [Electronic resource] / Seyalki Syzran' «SEL'MASH» Seeders Syzran' «SELMASH» - access Mode: http://migrt.ru/products/tech/sejalki_syzran_selmask/, free. he title. from the screen. Checked 17.06.2018.
8. LLC «NTA» [Electronic resource] access Mode: <http://sejalki.ru/articles/mashini-dlya-poseva-v-pochvu-obrabotannuyu/zernovie-sejalki.html>, free. The title. from the screen. Checked 17.06.2018.

9. LLC «PC» Agromaster [Electronic resource] / SHirokozahvatnye posevnye komplekсы AGRATOR [Wide-cut sowing complexes AGRATOR] - Access mode: <http://www.pk-agromaster.ru/8500/>, free. The title. from the screen. Checked 17.06.2018.

10. LLC «Poolelynette» [Electronic resource] / Zernovaya mekhanicheskaya seyalka Gaspardo Mega [Grain mechanical seeder Gaspardo Mega] - Access mode: <http://pts58.ru/node/283>, free. The title. from the screen. Checked 17.06.2018.

11. Patent for useful Support model №184204 (RU). Posevnaya sekciya zernotukovoj seyalki pressovogo tipa [Sowing section seeders and press type] / Skuryatin N.F., Kulikov A.S., Bondarev A.V., Novickij A.S.: applicant and patentee of the Federal state budgetary educational institution of higher professional education «Belgorod state agricultural University named after V. Gorin». - № 2018119390; Appl. 25.05.2018; publ. 18.10.2018, bull. №. 29.

12. Patent for useful Support model №182289 (RU). Kombinirovannyj soshnik [Combo Coulter] Skuryatin N.F., Kulikov A.S., Novickij A.S.: applicant and patentee of the Federal state budgetary educational institution of higher professional education «Belgorod state agricultural University named after V. Gorin» - №2018113238; Appl. 11.04.2018; publ. 13.08.2018, bull. №. 23.

13. Novickij A.S. Sovershenstvovanie processa seva zernovyh kombinirovannym soshnikom na baze strel'chatoj lapy [Improvement of the process of sowing grain with a combined Coulter on the basis of the Lancet paw]: Diss abstract. ... kand. Techn. sciences. Voronezh: Voronezh state agrarian University, 2007. p. 19.

14. Zaharzhetskij A.P. Sovershenstvovanie processa vyseva mnogoletnih trav pod pokrovnuyu kulturu soshnikom na baze strel'chatoj lapy [Improvement of the process of sowing perennial grasses under cover culture with a Coulter on the basis of a pointed paw]: Diss abstract. ... kand. Techn. sciences. Voronezh: Voronezh state agrarian University, 2007. p. 21.

Сведения об авторах

Скuryatin Николай Филиппович, доктор технических наук, профессор кафедры технического сервиса в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, контактный телефон +7 (4722) 39-28-70, e-mail: intel-agrobel@yandex.ru.

Новицкий Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, контактный телефон +7 (4722) 39-28-70, e-mail: alex.bel77@yandex.ru.

Information about authors

Skuryatin Nikolay F., the Doctor of Engineering, professor of department of technical service in agrarian and industrial complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», tel. +7 (4722) 39-28-70, e-mail: intel-agrobel@yandex.ru.

Novitsky Alexander S., Candidate of Technical Sciences, the associate professor of technical service in agrarian and industrial complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», tel. +7 (4722) 39-28-70, e-mail: alex.bel77@yandex.ru.

УДК 631.312.004.62

С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Бондарев, А.В. Сахнов, С.Н. Алейник

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ УПРОЧНЕННЫХ СТРЕЛЬЧАТЫХ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ

Аннотация. В настоящее время при обработке почвы для возделывания сельскохозяйственных культур применяют множество почвообрабатывающих машин, таких как культиваторы, рыхлители, сеялки и посевные комплексы, и др., рабочими органами у которых являются стрелчатые лапы. Стрелчатые лапы в процессе эксплуатации находятся в непосредственном контакте с абразивными частицами почвы, вызывающими интенсивное изнашивание режущих кромок, изменение формы и, как следствие, профиля и рабочих размеров лап. Процесс эксплуатации изношенных рабочих органов почвообрабатывающих машин ведет к снижению качества выполняемых работ, увеличению расхода топлива, срыву агротехнических сроков выполнения операций, росту прямых и косвенных затрат в результате простоя техники, снижению количества полученной товарной продукции. Все это ведет к увеличению себестоимости конечного продукта. Перспективным способом повышения износостойкости и, как следствие, ресурса рабочих органов почвообрабатывающих орудий, является упрочнение рабочих поверхностей и кромок как у новых, так и у восстановленных деталей. В качестве упрочняющего материала покрытия используют сормайт, высоколегированный чугун и материалы, содержащие в своем составе дорогостоящие легирующие элементы – вольфрам, молибден, хром, кобальт, никель и др., что чаще всего приводит к значительному удорожанию рабочих органов. Тем не менее, проведенный анализ современной технической литературы показал, что в настоящее время не уделяется должного внимания методу электроискрового упрочнения деталей. Электроискровой метод является выгодным как с точки зрения экономических, так и технологических критериев в решении проблем увеличения эксплуатационных характеристик интенсивно изнашиваемых частей почвообрабатывающих машин и орудий. Благодаря широкой номенклатуре токопроводящих материалов при электроискровом способе формирования износостойких покрытий, можно в широких пределах изменять механические, электрические, термические, термоэмиссионные и другие свойства рабочих поверхностей восстанавливаемых деталей. Работа направлена на управление долговечностью и повышение срока службы стрелчатых лап культиваторов путем нанесения поверхностного упрочняющего износостойкого слоя методом электроискровой обработки.

Ключевые слова: почвообрабатывающие орудия, упрочнение, стрелчатая лапа, электроискровая обработка.

OPERATIONAL TESTING OF HARDENED LANCET HOES ELECTROSPARK PROCESSING

Abstract. Currently, when processing the soil for the cultivation of crops used many tillage machines, such as cultivators, cultivators, seeders and sowing complexes, etc., the working bodies of which are Lancet paws. Lancet paws in operation are in direct contact with abrasive particles of the soil causing intensive wear of cutting edges, change of the form and, as a result, a profile and the working sizes of paws. The process of operation of worn-out working bodies of tillage machines leads to a decrease in the quality of work performed, an increase in fuel consumption, disruption of agrotechnical terms of operations, an increase in direct and indirect costs as a result of idle equipment, a decrease in the amount of commercial products received. All this leads to an increase in the cost of the final product. A promising way to increase the wear resistance and, as a consequence, the resource of working bodies of tillage tools, is to strengthen the working surfaces and edges of both new and restored parts. As a reinforcing coating material used sormayt, high-alloy cast iron and materials containing in its composition expensive alloying elements-tungsten, molybdenum, chromium, cobalt, Nickel, etc., which often leads to a significant rise in the cost of working bodies. However, the analysis of modern technical literature has shown that at present not enough attention is paid to the method of electrospark hardening of parts. The electrospark method is advantageous both in terms of economic and technological criteria in solving the problems of increasing the performance of intensively worn parts of tillage machines and tools. Due to the wide range of conductive materials in the electrospark method of forming wear-resistant coatings, it is possible to widely change the mechanical, electrical, thermal, thermionic and other properties of the working surfaces of the restored parts. The work is aimed at controlling the durability and increasing the service life of the pointed paws of cultivators by applying a surface wear-resistant layer by electric spark processing.

Keywords: tillage tools, hardening, lancet paw; electrospark processing.

Введение. В настоящее время при обработке почвы для возделывания сельскохозяйственных культур применяют множество почвообрабатывающих машин, таких как культиваторы, рыхлители, сеялки и посевные комплексы, и др., рабочими органами у которых являются стрелчатые лапы [1]. Стрелчатые лапы в процессе эксплуатации находятся в непосредственном контакте с абразивными частицами почвы, вызывающими интенсивное изнашивание режущих кромок, изменение формы и как следствие профиля и рабочих размеров

лап. Процесс эксплуатации изношенных рабочих органов почвообрабатывающих машин ведет к падению качества выполняемых работ, увеличению расхода горюче-смазывающих материалов, срыву агротехнических сроков выполнения операций, росту простоев техники, прямым и косвенным затратам, снижению количества полученной товарной продукции.

При выполнении работы решались следующие задачи:

1. Разработка технологии получения упрочняющих, износостойких покрытий на поверхностях стрелчатых лап с улучшенными эксплуатационными свойствами.
2. Обоснование выбора материала упрочняющего электрода.
3. Проведение эксплуатационной оценки повышения срока службы обработанных рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Объектом исследования являлись закономерности изменения ресурса стрелчатых лап в зависимости от материала электрода при упрочнении стрелчатых лап культиватора КПО-9.

Предметом исследования являются эксплуатационные свойства покрывающих слоев на изношенные поверхности, полученные с помощью электроискрового способа наращивания на режущие поверхности стрелчатых лап культиваторов.

Работа посвящена повышению срока службы рабочих органов почвообрабатывающих машин, в частности, стрелчатых лап культиваторов, путем нанесения поверхностного упрочняющего износостойкого слоя методом электроискровой обработки.

Основная часть. Основопологающим принципом повышения долговечности является снижение скорости изнашивания [2], определяемой из соотношения:

$$\omega = \frac{I}{T} \quad (1)$$

где ω – скорость изнашивания, мм/га; I – величина износа, мм; T – величина наработки, га.

При известном значении скорости изнашивания рабочей поверхности ресурс больше будет у той поверхности, скорость изнашивания которой будет меньше при условии равных значений предельного состояния.

Наиболее перспективным способом повышения износостойкости, и как следствие ресурса рабочих органов почвообрабатывающих орудий, является упрочнение их рабочих поверхностей и кромок у новых или восстановленных деталей [3, 4]. В качестве упрочняющего материала покрытия используют сормайт, высоколегированный чугун и материалы, содержащие в своем составе дорогие и редкие легирующие элементы – вольфрам, молибден, хром, кобальт, никель и др., что чаще всего приводит к значительному удорожанию рабочих органов.

Тем не менее, проведенный анализ современной технической литературы показал, что в настоящее время не уделяется должного внимания методу электроискрового упрочнения деталей. Электроискровой метод является выгодным с экономической и технологической перспективностью в решении проблем увеличения эксплуатационных характеристик различных деталей машин и режущего инструмента, подвергающихся интенсивному изнашиванию.

Благодаря широкой номенклатуре токопроводящих материалов, которые могут быть использованы при электроискровом способе ремонта в процессе формирования износостойких покрытий, можно в широких пределах изменять механические, электрические, термические, термоэмиссионные и другие свойства рабочих поверхностей восстанавливаемых деталей [5].

Высокая урожайность сельскохозяйственных культур невозможна без различных способов обработки почвы потому, что качество обработки почвы сильно сказывается на важных показателях как урожайность себестоимость и эффективность сельскохозяйственного производства [5].

В настоящее время сельское хозяйство нельзя представить без разнообразных почвообрабатывающих орудий. Наиболее распространенным видом устройств для обработки почвы наравне с дисками является стрелчатая лапа. Бывает два основных вида стрелчатых лап – универсальные и плоскорежущие, которые отличаются между собой конструктивно - углом подъема и углом раствора лапы, и предназначены для различных операций при выращи-

вании сельскохозяйственных культур.

Для универсальных стрелчатых лап наибольшая интенсивность изнашивания характерна для их носка. На различных почвах износ носка стрелчатых лап в 2,2...2,5 раза больше крыльев лап [5, 6]. По мере удаления от носка лапы интенсивность изнашивания режущей кромки лапы уменьшается.

Для того, чтобы повысить износостойкость стрелчатых лап почвообрабатывающих орудий необходимо использовать упрочняющие технологии при их восстановлении.

В настоящее время в ремонтном производстве разработано много технологий для поверхностного упрочнения деталей. Однако не все технологии применимы для стрелчатых лап почвообрабатывающих орудий, которые работают в условиях интенсивного абразивного изнашивания при значительных динамических и ударных нагрузках.

Известны различные виды испытаний электроискрового способа, которые показали, что использование СВС-электродов в процессе нанесения износостойких материалов, позволяют получать покрытия толщиной от 5 до 200 мкм, при этом сплошность обработанных поверхностей может достигать 100%. Эти покрытия отличаются очень высокой твердостью (10...30 ГПа), хорошей адгезией с восстанавливаемой поверхностью и значительно увеличивают износостойкость деталей, на рабочие поверхности которых их наносят. Ресурс упрочненных деталей может увеличиваться от 2 до 10 раз.

В качестве электродов для электроискровой обработки можно использовать любые токопроводящие материалы, условно разделенные на 4 группы [7]. Основным требованием к ним является проводимость электрического тока. Установлено, что для получения износостойких покрытий следует применять материалы, входящие в первую и вторую группу (сплавы на основе железа со специальными свойствами, в том числе ферросплавы; легированные стали; чугуны (ковкие, серые, специальные); карбиды, нитриды, бориды и прочие твердые соединения тугоплавких металлов (Cr, Mo, Ti, W, Ta, Zr, V, Nb); вольфрамосодержащие твердые сплавы; безвольфрамовые твердые сплавы.

Существует два подхода к способам восстановления культиваторных лап [8]:

- нанесение слоя с тыльной (нижней) стороны при этом обеспечивается эффект самозатачивания;
- нанесение слоя с лицевой (верхней) стороны лап.

С учетом незначительного компенсирующего износ слоя металла, получаемого при электроискровой обработке исследуемые лапы, упрочняли на наиболее изнашиваемой, лицевой стороне, различными электродами. При этом режимы обработки были одинаковыми для всех материалов электродов.

Эксплуатационные испытания стрелчатых лап почвообрабатывающих орудий, обработанных электроискровым упрочнением, проводились на примере культиватора КПО-9 на полях УНИЦ «Агротехнопарк» Белгородского района Белгородской области. Характеристика почв: тип – черноземные; плотность – 1200...1250 кг/м³; влажность в период проведения испытаний – 18...23%. Культиватор КПО-9 агрегатировался с трактором Вальтра-Т270. Выполнялись следующие виды работ: предпосевная подготовка почвы и культивация незанятых паров.

Во время проведения испытаний проверяли изменение линейных размеров (износ) носовой части стрелчатых лап, ширины их крыльев, масса лапы. Это связано с тем, что именно эти критерии являются основными при выбраковке лап [9]. Исследуемые культиваторные лапы были установлены в первом ряду культиватора. Стрелчатые лапы, которые шли по колее трактора не исследовались, поскольку они в процессе эксплуатации подвержены нагрузкам, резко отличающимся от лап, которые не идут по колее.

Одновременно с упрочненными на культиватор устанавливали и серийные неупрочненные лапы. Измерение износа лап проводилось по окончании полевых работ. Перед исследованием стрелчатые лапы снимались с культиватора и хорошо очищались от загрязнений.

Для измерения износа лап использовали штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05 ГОСТ 166-89 с погрешностью измерения не более 0,05 мм и весы лабораторные САРТОГОСМ ВЛТ

510-П (Свидетельство о поверке №СП-032373 от 06.03.2017 г.).

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе исследований были измерены следующие показатели:

- масса лапы до нанесения покрытия;
- размеры исходной лапы (расстояние от носка до крепежного отверстия, ширина захвата лапы);
- масса нанесенного материала;
- масса лапы после полевых работ;
- линейные размеры по завершении полевых работ (рисунок 1-3).



Рис. 1. Стрельчатая лапа до нанесения покрытия (контроль)



Рис. 2. Стрельчатая лапа после нанесения покрытия до полевых испытаний
Зона упрочнения



1 – контроль; 2 - P5M6; 3 - T15K6; 4 - T-590

Рис. 3. Стрельчатые лапы после полевых работ, упрочненные различными электродами

Электроискровое упрочнение изношенного слоя стрельчатой лапы выполняли тремя материалами: P5M6 (быстрорежущая сталь), стержень электрода Т-590 (сплав железа, стойкий к абразивному изнашиванию) и Т15К6 (сплав титановольфрамовой группы).

Исследование стрельчатых лап до нанесения покрытия показало большой разброс масс деталей до обработки - от 419,70 г до 446,18 г., размер А (от носка лапы до отверстия) - от 106,60 до 110,70 мм, ширина захвата лапы - от 206,20 мм до 209,70 мм (таблицы 1, 2).

Таблица 1 - Результаты исследований массовых характеристик стрелчатых лап

Шифр лапы	Группа	Масса детали		Прирост, г	Средний прирост, г	после работы, г	Износ, г	Средний износ, г	Отклонение	Скорость изнашивания, г/га
		до обработки, г	после обработки, г							
01	Контроль	419,70	419,70	0,00	-	412,86	6,84	5,49	2,90	2,24
02		428,22	428,22	0,00		424,76	3,46			
03		430,65	430,65	0,00		420,71	9,94			
04		433,59	433,59	0,00		431,86	1,73			
11	Т-590	428,59	429,13	0,54	0,64	-	-	1,25	0,39	0,51
12		428,66	429,56	0,90		428,71	0,85			
13		438,32	438,95	0,63		-	-			
14		423,39	423,86	0,47		422,22	1,64			
21	Р6М5	444,57	446,80	2,23	1,93	442,88	3,92	3,90	1,72	1,59
22		430,74	432,81	2,07		431,49	1,32			
23		442,43	444,01	1,58		437,55	6,46			
24		429,02	430,85	1,83		-	-			
31	Т15К6	446,18	447,29	1,11	1,32	444,14	3,15	1,94	0,81	0,79
32		434,30	436,08	1,78		434,23	1,85			
33		442,23	443,48	1,25		-	-			
34		443,17	444,31	1,14		443,50	0,81			

Таблица 2 - Результаты исследований линейных характеристик стрелчатых лап

Шифр лапы	Группа	Размер А, мм					Размер La, мм				
		до испытаний	после испытаний	Износ, мм	Средний износ, мм	Отклонение	до испытаний	после испытаний	Износ, мм	Средний износ, мм	Отклонение
01	Контроль	106,60	104,20	2,40	1,66	1,01	208,90	208,50	0,40	0,27	0,13
02		108,60	107,70	0,90			208,60	208,40	0,20		
03		107,00	104,05	2,95			208,70	208,30	0,40		
04		107,50	107,10	0,40			208,60	208,50	0,10		
11	Т-590	108,70	-	-	0,50	0,10	206,20	-	-	-0,53	0,08
12		108,00	107,60	0,40			208,70	209,30	-0,60		
13		109,30	-	-			208,40	-	-		
14		106,90	106,30	0,60			209,20	209,65	-0,45		
21	Р6М5	110,40	109,10	1,30	1,37	0,49	208,60	209,00	-0,40	-0,48	0,14
22		109,10	108,40	0,70			206,80	207,50	-0,70		
23		110,20	108,10	2,10			208,40	208,75	-0,35		
24		108,40	-	-			209,70	-	-		
31	Т15К6	110,70	109,00	1,70	0,82	0,59	208,60	209,45	-0,85	-0,98	0,09
32		109,00	108,55	0,45			209,00	210,00	-1,00		
33		110,30	-	-			208,60	-	-		
34		110,60	110,30	0,30			208,60	209,70	-1,10		

На рисунке 4 представлена графическая иллюстрация среднего значения увеличения масс стрелчатых лап после электроискровой обработки различными электродами перед проведением полевых испытаний.

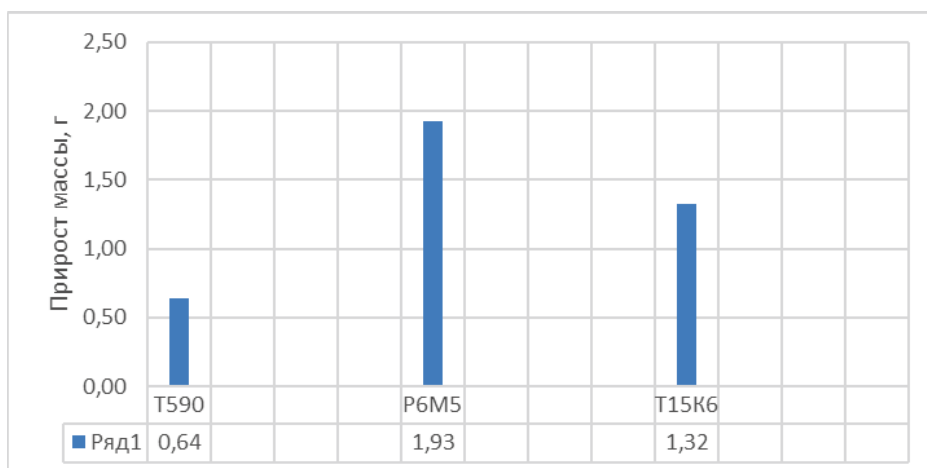


Рис. 4. Прирост массы детали при электроискровой обработке

Исследование показало, что приращение массы изменялось в широких пределах: для электродов Т-590 - 0,64 г, для Т15К6 – 1,32 г, Р6М5 - 1,93 г.

Машиноtractorным агрегатом, состоящим из трактора Вальтра-Т270 и культиватора КПО-9, обработано 130 га. Сразу после работы культиватора в поле с него были сняты и очищены стрельчатые лапы, у которых повторно провели измерения линейных размеров и массы (рисунки 5-6).

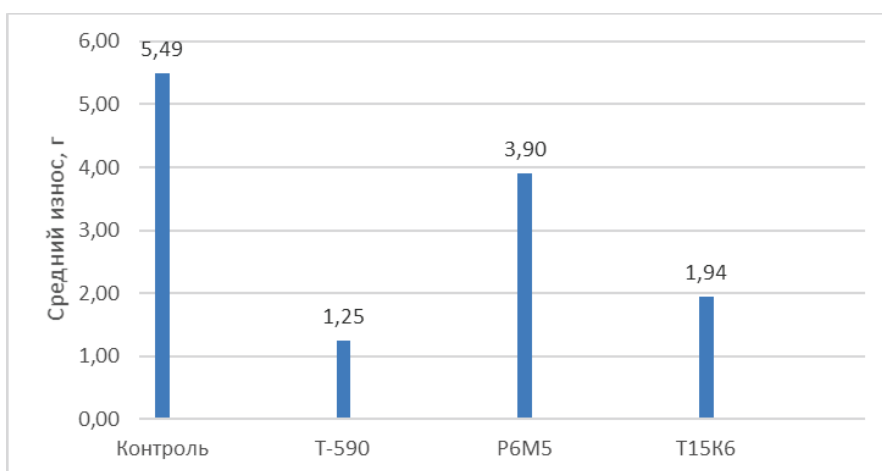


Рис. 5. Изменение массы стрельчатых лап после эксплуатации

Согласно полученных данных минимальный износ стрельчатой лапы был получен при восстановлении поверхностного слоя стержнем электрода Т-590, максимальный – на контрольном образце и при обработке быстрорежущей сталью Р6М5. Соответственно изменилась и скорость изнашивания: от 0,51 г/га для лап, упрочненных Т-590, до 2,24 г для стандартных лап контрольной группы.

Как выяснилось в ходе полевых испытаний ширина захвата стрельчатой лапы может не только уменьшаться вследствие естественного износа, но и увеличиваться. Увеличение ширины захвата можно объяснить эксплуатацией лапы в экстремальных, не нормальных для нее условиях, например, ширина может увеличиваться вследствие пластической деформации при наезде на препятствие или при резком опускании культиватора на грунтовую дорогу на краю поля.

Наибольший интерес представляют данные по линейному износу расстояния от носка лапы до крепежного отверстия (рисунок 6).

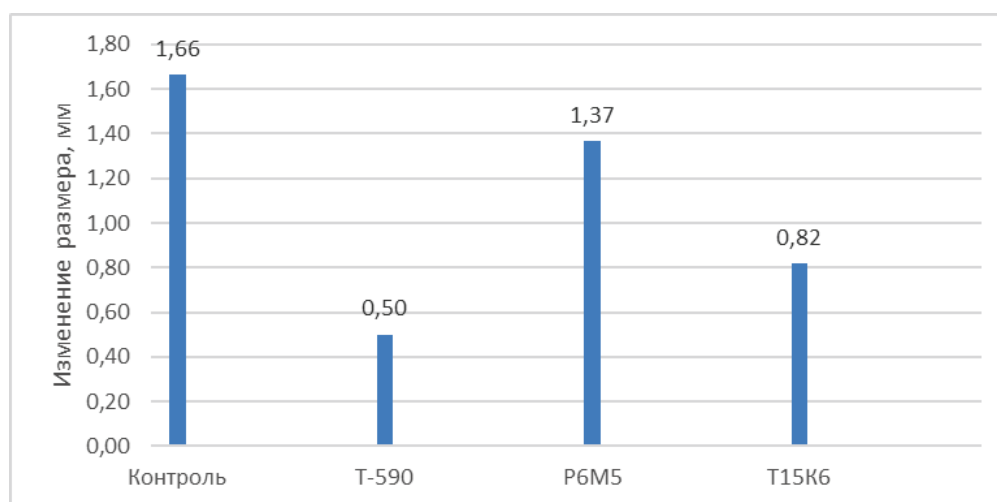


Рис. 6. Изменение расстояния от носка стрелчатой лапы до крепежного отверстия после эксплуатации

Данные, представленные на рисунке 6 показывают, что максимальное изменение размера произошло на контрольной стрелчатой лапе, которая не подвергалась электроискровой обработке. При этом наилучшими износостойкими характеристиками обладает лапа, упрочненная с помощью электрода T-590.

Таким образом, на основании анализа проведенных экспериментальных исследований по совокупности изменений массы и линейных размеров отмечаем, что электроискровой способ обработки обеспечивает снижение скорости изнашивания более чем в 3 раза. Это неизменно увеличивает ресурс стрелчатых лап по сравнению с необработанными лапами. Наилучшим электродным материалом для упрочнения рабочих поверхностей является стержень электрода T-590.

Библиография

1. Поливаев О.И., Костиков О.М. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2016. 280 с.
2. Селиванов А.И., Артемьев Ю.Н. Теоретические основы ремонта и надежности сельскохозяйственной техники. М.: Колос, 1978. 248 с.
3. Применение керамических материалов для упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин в условиях абразивного изнашивания / М.Н. Ерохин, В.С. Новиков, А.А. Собко и др. // Состояние перспективы восстановления, упрочнения и изготовления деталей. - М.: ВНИИТУВИД «Ремдеталь». 1999. С. 167-168.
4. Литовченко Н.Н., Титов Н.В., Коломейченко А.В. Электровибродуговое упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин металлокерамическими материалами // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. С. 49-50.
5. Титов Н.В., Коломейченко А.В., Виноградов В.В. Анализ перспективных способов упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин // Техника и оборудование для села. 2013. №10. С. 33-36.
6. Михальченков А.М., Феськов С.А. Изнашивание стрелчатых лап посевного комплекса Morris, восстановленных способом термоупрочненных «компенсирующих элементов» // Тракторы и сельхозмашины. 2013. №12. С. 50-52.
7. Бурмукулов Ф.Х., Лезин П.П., Сенин П.В., Иванов В.И., Величко С.А., Ионов П. А. Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов (теория и практика)/ Под. ред. Ф.Х. Бурмукулова. Саранск, Изд-во «Красный Октябрь», 2003. 504с.
8. Подкатилов К.Е. К вопросу самозатачивания культиваторных лап с верхним упрочнением твердым сплавом // Проектирование рабочих органов уборочных почвообрабатывающих с.-х. машин, агрегатов для кормопроизводства: Межвузовский сб. ВИСХОМ. Ростов-на-Дону. 1982. С. 98-104.
9. Тененбаум М.М. Методика установления предельных состояний рабочих органов почвообрабатывающих машин. М.: ВИСХОМ, 1985. 33 с.

References

1. Polivaev O.I., Kostikov O.M. Ispytanie sel'skohozyajstvennoj tekhniki i ehnergosilovyh ustanovok [Testing of agricultural machinery and power plants]: textbook. SPb.: Doe, 2016. 280 p.
2. Selivanov A.I., Artem'ev YU.N. Teoreticheskie osnovy remonta i nadezhnosti sel'skohozyajstvennoj tekhniki

ki [Theoretical bases of repair and reliability of agricultural machinery]. M.: Kolos, 1978. 248 p.

3. Primenenie keramicheskikh materialov dlya uprochneniya rabochnih organov sel'skohozyajstvennyh mashin v usloviyah abrazivnogo iznashivaniya / [The use of ceramic materials to strengthen the working bodies of agricultural machines in the conditions of abrasive wear] / M.N. Erohin, V.S. Novikov, A.A. Sobko i dr. / the state of prospects of restoration, hardening and manufacturing of parts. - M.: UNITUBE "Remdeta". 1999. P. 167-168.

4. Litovchenko N.N., Titov N.V., Kolomejchenko A.V. EHlektrovibrodogovoe uprochnenie rabochnih organov pochvoobrabatyvayushchih mashin metallokeramicheskimi materialami [Electrovibration hardening the working bodies of tillage machines, ceramic materials] // Tractors and agricultural cars. 2013. No. 2. P. 49-50.

5. Titov N.V., Kolomejchenko A.V., Vinogradov V.V. Analiz perspektivnyh sposobov uprochneniya rabochnih organov pochvoobrabatyvayushchih mashin [The Analysis of the promising methods of hardening of working bodies tillage machines] // Machinery and equipment for the village. 2013. No. 10. P. 33-36.

6. Mihal'chenkov A.M., Fes'kov S.A. Iznashivanie strel'chatyh lap posevnogo kompleksa Morris, voss-tanovlennyh sposobom termouprochnennyh «kompensiruyushchih ehlementov» [Wear of the Lancet paws seeder Morris restored by way of heat-strengthened "compensating elements"] // Tractors and agricultural cars. 2013. No. 12. P. 50-52.

7. Burumkulov F.H., Lezin P.P., Senin P.V. i dr EHlektroiskrovyte tekhnologii vosstanovleniya i uprochneniya detalej mashin i instrumentov (teoriya i praktika) [Spark technology recovery and hardening of machine parts and tools (theory and practice)]. Saransk, publishing House "Red October", 2003. 504 p.

8. Podkatilov K.E. K voprosu samozatachivaniya kul'tivatornyh lap s verhnim uprochneniem tverdyim splavom [The question of self-sharpening hoes with top surfacing hard alloy] // the Design of the working bodies of cleaning soil cultivating agricultural machines, machines for fodder production: interuniversity collection of VISKHOM. Rostov-on-don. 1982. P. 98-104.

9. Tenenbaum M.M. Metodika ustanovleniya predel'nyh sostoyanij rabochnih organov pochvoobrabatyvayushchih mashin [Technique of establishment of limit States of working bodies of tillage machines]. M.: VISKHOM, 1985. 33 p

Сведения об авторах

Стребков Сергей Васильевич, кандидат технических наук, профессор кафедры технического сервиса в АПК, декан инженерного факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +7(4722) 39-12-27, e-mail: strebkov_sv@bsaa.edu.ru

Слободюк Алексей Петрович, кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +7(4722) 39-12-32, e-mail: slobodyuk_ap@bsaa.edu.ru

Бондарев Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +7(4722) 39-28-70, e-mail: bondarev_av@bsaa.edu.ru

Сахнов Андрей Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+7(4722) 39-28-70, e-mail: sahnov_av@bsaa.edu.ru

Алейник Станислав Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел +7(4722) 38-19-48, e-mail: bondarev_av@bsaa.edu.ru

Information about the author

Strebkov Sergey Vasilievich, candidate of technical Sciences, Professor, Dean of the faculty of engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +7(4722) 39-12-27, e-mail: strebkov_sv@bsaa.edu.ru

Slobodyuk Alexey Petrovich, candidate of technical Sciences, associate Professor of Department of technical mechanics and machine design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel.+74722 39-28-70, e-mail: slobodyuk_ap@bsaa.edu.ru

Bondarev Andrey Vladimirovich, candidate of technical Sciences, associate Professor of technical service in agriculture, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural Uni-

versity named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel.+74722 39-28-70, e-mail: bondarev_av@bsaa.edu.ru

Sakhnov Andrey Vasilyevich, candidate of technical Sciences, associate Professor of technical service in agriculture, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel.+74722 39-28-70, e-mail: sahnov_av@bsaa.edu.ru

Aleinik Stanislav Nikolaevich, candidate of technical Sciences, associate Professor of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7 (4722) 38-19-48, e-mail: bondarev_av@bsaa.edu.ru

УДК 636.32

О.А. Чехунов, А.В. Асыка

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ОДНОКАМЕРНЫМИ СТАКАНАМИ

Аннотация. На молочную продуктивность скота оказывает влияние множество факторов в том числе и применяемое доильное оборудование. Полностью реализовать генетический потенциал молочных коров невозможно без применения оборудования соответствующего физиологии скота. Серийно выпускаемые доильные аппараты комплектуются двухкамерными доильными стаканами с резиновой или силиконовой доильной резиной. При эксплуатации таких аппаратов происходит наполнение подвесной части на соски вымени, приводящее к торможению, а в некоторых случаях и полному прекращению молокоотдачи коровами. В результате работы сосковая резина приводит к травмированию сосков животных из-за циклического ударного воздействия. Кроме того, циклический режим работы соковой резины вызывает обратный ток молока и образование внутри стакана аэрозолей, что способствует проникновению патогенной микрофлоры в полость вымени и в конечном счете приводит к заболеваниям молочной железы коров. Изменение механических характеристик сосковой резины в процессе эксплуатации так же оказывает негативное влияние на соски вымени. Большинство указанных недостатков можно исключить, используя доильные аппараты с однокамерными стаканами. В данной статье представлены результаты по изысканию и обоснованию новых направлений для дальнейшего совершенствования техники для доения; предложена конструктивная схема доильного аппарата, оснащенного оригинальными доильными стаканами (патент №183480), позволяющего производить доение коров (в том числе и высокоудойных) в адаптированном режиме; аналитически обоснованы основные параметры конструкции доильного аппарата с оригинальными однокамерными стаканами, обеспечивающие его работоспособность при адаптивном воздействии на вымя коров; представлены результаты лабораторных исследований доильного аппарата со стаканами без сосковой резины; проанализировано влияние доильного аппарата со стаканами без сосковой резины на вымя (на функциональность и безопасность); приведены оптимальные конструктивно-режимные параметры доильного аппарата, оснащенного однокамерными доильными стаканами.

Ключевые слова: корова, доильный стакан, вымя, сосок, доильный аппарат, давление, управление, усилие, продуктивность.

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF A MILKING EQUIPMENT WITH SINGLE-CHAMBER GLASSES

Abstract. The dairy productivity of cattle is influenced by many factors including the milking equipment used. It is impossible to fully realize the genetic potential of dairy cows without the use of equipment appropriate to the physiology of livestock. Commercially available milking machines are equipped with two-chamber milking cups with rubber or silicone milking rubber. During the operation of such devices, the suspension part crawls on the udder nipples, leading to inhibition, and in some cases, complete cessation of milk production by cows. As a result of the work, the nipple rubber leads to injury to the nipples of animals due to cyclic impact. In addition, the cyclic mode of operation of the juice rubber causes the reverse current of milk and the formation of aerosols inside the glass, which contributes to the penetration of pathogenic microflora into the udder cavity and ultimately leads to diseases of the mammary gland of cows. Changing the mechanical characteristics of the nipple rubber during operation also has a negative impact on the udder nipples. Most of these drawbacks can be eliminated by using milking machines with single-chamber cups. This article presents the results of the research and justification of new directions for further improvement of equipment for milking; a constructive scheme of the milking machine, equipped with the original milking glasses (patent № 183480), which allows milking cows (including high-yield) in an adapted mode; analytically justified the basic parameters of the design of the milking machine with the original single-chamber glasses, ensuring its performance under the adaptive impact on the udder; the results of the laboratory studies of milking machine with glasses without the liner; analyzed the influence of the milking machine with glasses without the liner on the udder (functionality and security); the optimal design and operating parameters of milking machine equipped with a single chamber milking cups.

Keywords: cow, milking cup, udder, nipple, milking machine, pressure, control, effort, productivity.

Современное животноводство в РФ имеет положительную динамику развития, обусловленную благоприятными для этого условиями и в первую очередь импортозамещением для выполнения доктрины продовольственной безопасности страны. Следует отметить, что рост наблюдается не только в численном составе поголовья, но и в получаемой продукции, т.е. в увеличении продуктивности (по данным статистики средняя продуктивность молочных коров в РФ в 2018 году составляет 7,5...8,5 т) [1].

Доение – наиболее ответственная операция во всей технологической цепочке производства молока на эффективность которой оказывают влияние множество факторов (рисунок 1).

Серийная техника для доения, несмотря на ее автоматизацию, а иногда и полную роботизацию имеет «Ахиллесову пяту» – доильные стаканы с сосковой резиной, контактирующие с живым организмом (выменем) и оказывающим на него ряд негативных воздействий, а также зачастую «не справляющимися» со значительным молочным потоком при доении коров высокой продуктивности.

На практике в основном применяются следующие типы доильных аппаратов: классические аппараты с двухкамерными стаканами, работающие по двухтактному типу; классические аппараты с двухкамерными стаканами, работающие по трехтактному типу; аппараты с трехкамерными стаканами; аппараты с классическими стаканами и верхним отводом молока; аппараты стимулирующего действия и аппараты с управляемыми параметрами.

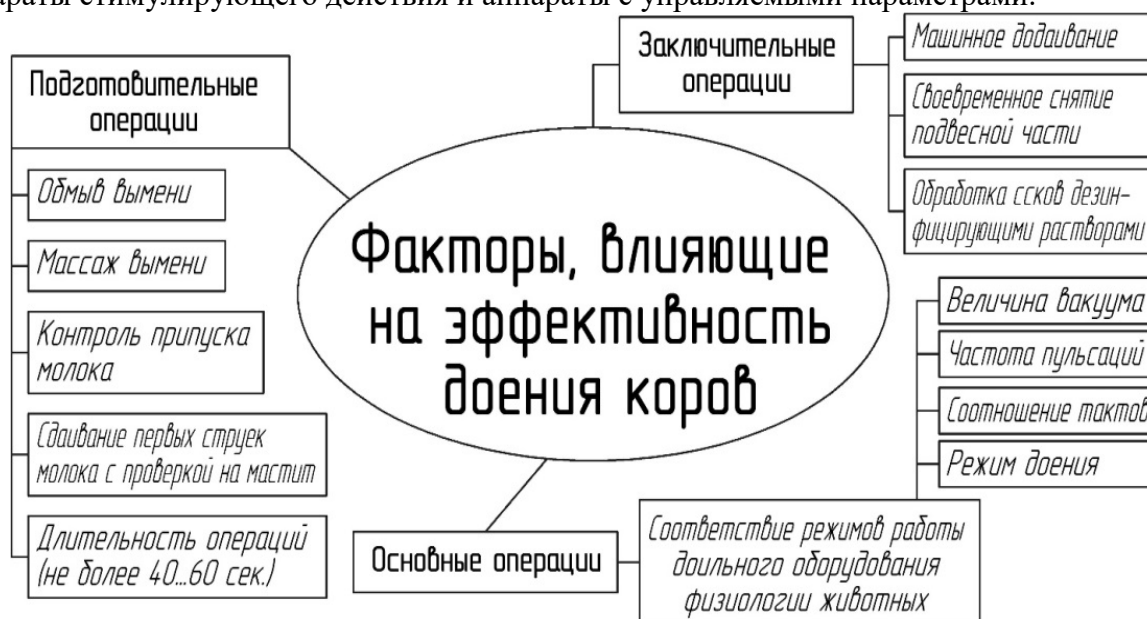


Рис. 1. Факторы, влияющие на эффективность доения

Накопленный опыт и анализ литературы позволил выявить недостатки аппаратов с классическими доильными стаканами [2]: режимные параметры не в полной мере соответствуют физиологии коров, обусловленные необходимостью быстрого извлечения молока; отклонение механических характеристик и геометрических параметров сосковой резины, в том числе и силиконовой, от норм приводит к нарушению или полному прекращению молокоизвлечения; «холостое доение», вызванное перекрытием молочного канала у основания соска вследствие подъема стакана в процессе работы из-за одновременного воздействия двух причин – вакуума в стакане и сжатие резины; ранний запуск животных в связи с систематическим недодоем; циклические ударные воздействия от сосковой резины на сосок, негативно влияющие на внутреннюю структуру и кожу соска; обратный отток молока из-за сжатия резины ниже кончика соска; наличие патогенной микрофлоры под сфинктером соска из-за наличия аэрозоли (молоковоздушной смеси) в подсосковом пространстве; нестабильность разрежения под соском и как следствие рост заболеваемости; превышение времени дойки физиологическим особенностям коров (180...300 сек – времени действия гипофиза, гормона окситоцина и всех элементов молочной железы); неспособность отводить от стакана молоко, поступающее в высоких объемах при доении высокоудойных коров с малым временем доения.

Таким образом подтверждено утверждение о том, что аппараты с классическими стаканами не решают проблему эффективного доения. Произведенный патентный поиск конструкций доильных стаканов, отличающихся от общепринятых концепций – твердая гильза и эластичная вставка (резина) показал, что они также далеки от совершенства – требуют слож-

ного изготовления, неудобны в применении, не универсальны к коровам с различными сосками.

Исключить указанные недостатки можно путем исключения сосковой резины из конструкции аппарата и применения аппаратов конструктивные особенности и режимные параметры которых подходили бы ко всем коровам, в том числе высокоудойным [3]. Но вместе с тем следует отметить и тот факт, что при использовании аппаратов с стаканами без сосковой резины, возникает ряд трудностей и в первую очередь с необходимостью применения стаканов разных типоразмеров для коров с разными диаметрами и длинами сосков.

Изучив существующие конструкции доильных аппаратов с однокамерными стаканами, мы пришли к выводу, что доильный аппарат должен обеспечивать периодическое изменение давление в подсосковом пространстве и быстро отводить выдоенное молоко от стаканов в коллектор и далее в молокопровод.

Предлагаемый доильный аппарат выполнен в виде однокамерных доильных стаканов 1, 2, 3, 4 соединенных посредством молокопроводных патрубков 5, 6, 7 и 8 с коллектором 9 (рисунок 2). Последний, в свою очередь, патрубками 10 и 11 соединен с двухполупериодным пульсатором 12, а патрубком 13 с доильным ведром или молокопроводом (на схеме не показаны).

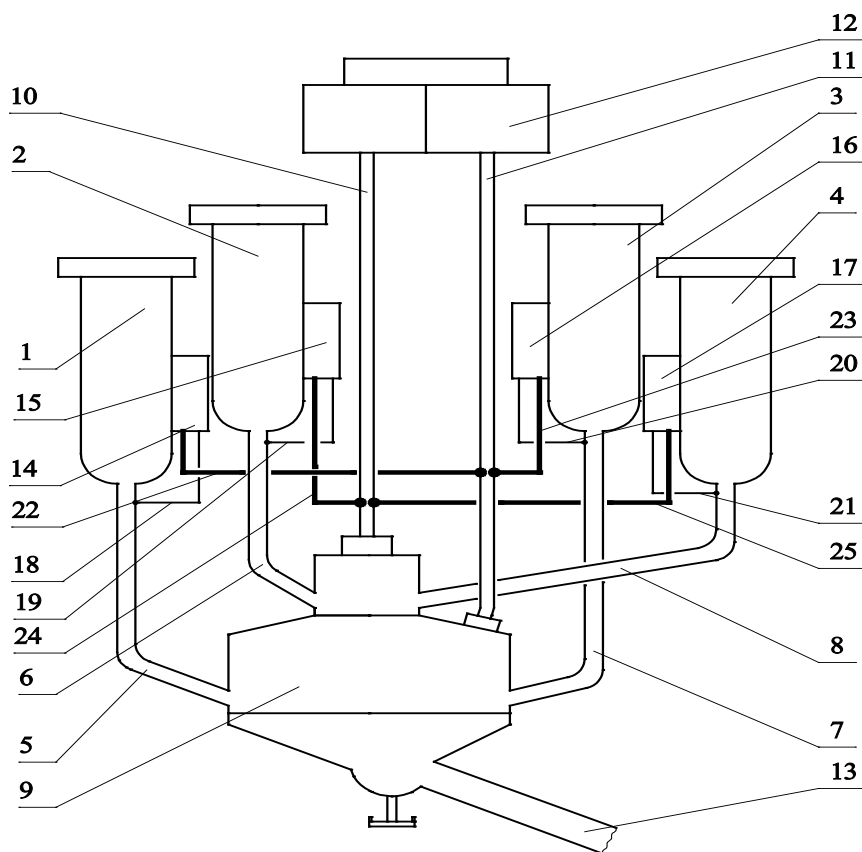


Рис. 2. Конструктивно-технологическая схема доильного аппарата с однокамерными стаканами

На корпусе доильных стаканов 1, 2, 3 и 4 расположены пневмоклапаны 14, 15, 16 и 17, соединенные соответственно посредством патрубков 18, 19, 20 и 21 с молокопроводными патрубками 5, 6, 7 и 8, которые, в свою очередь, связаны с подсосковой камерой доильных стаканов. Патрубками 22, 23, пневмоклапаны 14 и 16 связаны с патрубком 11 пульсатора 12, а патрубками 24 и 25 пневмоклапаны 15 и 17 с другой частью двухполупериодного пульсатора – патрубком 10.

Коллектор доильного аппарата выполнен из трех камер (рисунок 3). Первая и вторая камеры оборудованы ограничителями вакуума, выполненными в виде разделенных гибкими мембранами 1 и 2 с цилиндрическими выступами 3, 4 рабочих камер 5, 6 и камер управления

7 и 8. Камеры управления 7 и 8 соединены с двухполупериодным пульсатором посредством патрубков 9 и 10 через конические клапаны 11 и 12.

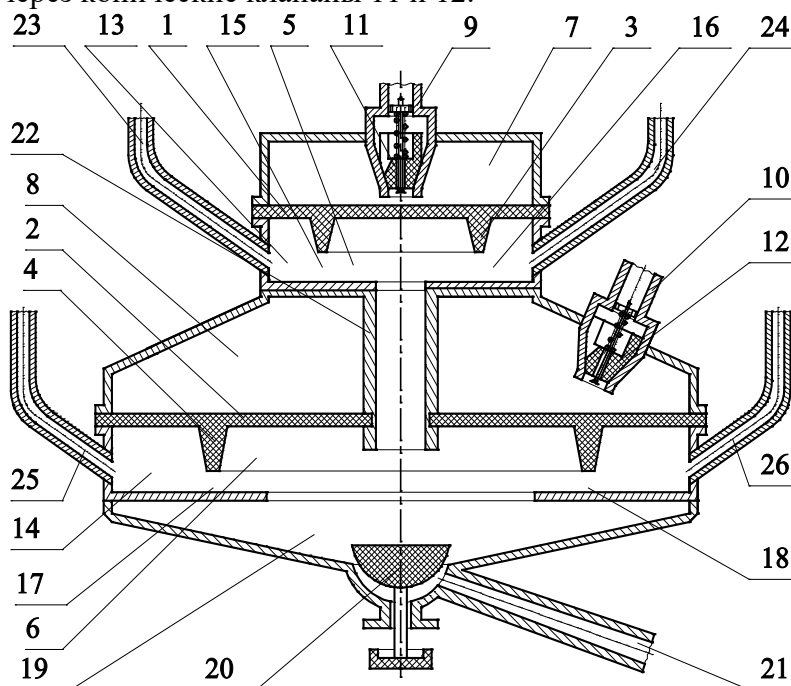


Рис. 3. Конструктивно-технологическая схема коллектора доильного аппарата с однокамерными стаканами

Конические клапаны 11 и 12 содержат выступы 2 (рисунок 4), отверстия 3, закрытые подпружиненными при помощи пружин 4 с регулировочными гайками 5 клапанами 6 и образуют щель 7 при крайнем верхнем положении. Цилиндрические выступы 3 и 4 (рисунок 3) мембран 1 и 2 выполнены с возможностью отделения рабочих камер 5 и 6 от молокопроводных 13 и 14 перекрытием отверстий 15, 16, 17 и 18.

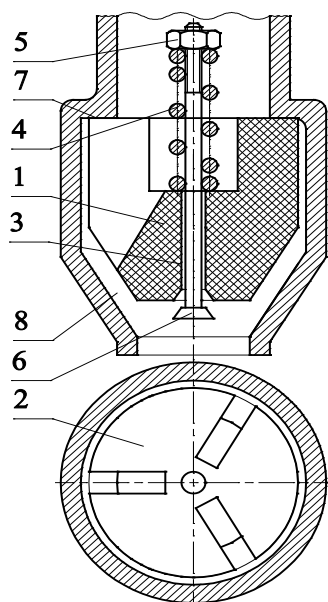


Рис. 4. Конструктивно-технологическая схема клапана коллектора

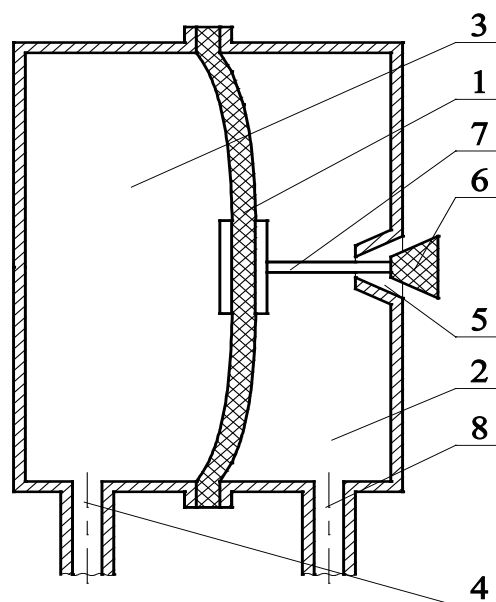


Рис. 5. Конструктивно-технологическая схема пневмоклапана

Третья камера коллектора – молокосорная камера 19 снабжена клапаном 20 и молокопроводящим патрубком 21. В камере управления 8 коаксиально расположен молокоотводящий патрубок 22 для отвода молока из рабочей камеры 5 первой (верхней) камеры коллек-

тора в молокосорбную камеру 19. Дольный аппарат снабжен пневмоклапанами 14, 15, 16 и 17 (рисунок 2), расположенными соответственно на корпусе доильных стаканов 1, 2, 3 и 4. Каждый пневмоклапан выполнен из разделенных между собой гибкой мембраной 1 (рисунок 5) рабочей камеры 2 и камеры переменного вакуума 3, последняя посредством патрубка 4 соединена с патрубком 11 коллектора (для пневмоклапанов 14 и 16) или с патрубком 10 (для пневмоклапанов 15 и 17) (рисунок 2). Рабочая камера 2 (рисунок 5) выполнена с калиброванным отверстием 5, в которое входит клапан 6, соединенный штоком 7 с мембраной 1. Кроме того, рабочая камера 2 патрубком 8 соединена с молочным патрубком (5, 6, 7, 8) (рисунок 2).

Доильный аппарат работает следующим образом. Пульсатор 12 (рисунок 2) и коллектор 9 подсоединяют к источнику вакуума, и надевают доильные стаканы 1 и 4 на задние доли вымени, а 2 и 3 на передние доли. В рабочих камерах 6 и 5 (рисунок 3) устанавливается разрежение, при этом мембраны 1 и 2 прогнутся, перекрыв цилиндрическими выступами 3 и 4 отверстия 15, 16, 17 и 18. При поддержании одной части пульсатора вакуумметрического давления, за счет наличия патрубка 9 вакуум устанавливается и в камере управления 7 коллектора. При этом клапан 11 переместится вверх до упора выступами 2 с корпусом 7 (рисунок 4). Вакуумметрическое давление через образовавшуюся щель 8 проникает в камеру управления 7 (рисунок 3), где устанавливается вакуум такой же величины, как и в рабочей камере 5. Мембрана 1 под действием собственной жесткости разогнется вверх, открыв цилиндрическим выступом 3 отверстия 15 и 16, обеспечив тем самым поддержание вакуумметрического давления в молокопроводящих патрубках 23 и 24 (6 и 8 рисунок 2).

Вместе с этим за счет соединения пульсатора патрубками 4 (рисунок 5) с камерой переменного вакуума 3 пневмоклапанов 15 и 17 (рисунок 2) в упомянутых камерах также создается разрежение. При этом клапан 6 (рисунок 5) находится в крайнем левом положении, закрывая отверстие 5 и отсекая тем самым попадание атмосферного воздуха в рабочую камеру 2. В это же время из второй части пульсатора по патрубку 11 (рисунок 3) через цилиндрическое отверстие 3 клапана 1 (рисунок 4) в камеру управления 8 коллектора (рисунок 3) подается атмосферный воздух. При этом мембрана 2 остается в прогнутом состоянии, закрывая цилиндрическим выступом 4 отверстия 17 и 18 и препятствуя тем самым откачиванию воздуха из молокопроводных патрубков 25 и 26, а, следовательно, и доильных стаканов 1 и 3 (рисунок 2).

Далее процесс идет следующим образом. Теперь та часть двухполупериодного пульсатора 12, которая поддерживала атмосферное давление, обеспечивает поддержание вакуумметрического давления и наоборот.

При подаче двухполупериодным пульсатором 12 атмосферного воздуха в патрубок 9 конический клапан 11 коллектора (рисунок 3) опускается вниз, перекрывая отверстие 8 (рисунок 4), и препятствуя поступлению атмосферного воздуха в камеру управления 7 (рисунок 3). Но поскольку в клапане 1 (рисунок 4) предусмотрено калиброванное цилиндрическое отверстие 3, подобранное таким образом, что при попадании через него атмосферного воздуха в камеру управления 7, там устанавливается давление ниже атмосферного. При достижении определенного давления в камере управления 7 последнее перестает превышать жесткость пружины 4, и клапан 6 перекроет отверстие 3, прекратив тем самым подачу атмосферного воздуха в камеру управления 7 (рисунок 3). Из-за разности давлений в рабочей камере 5 и камере управления 7 мембрана 1 прогнется вниз, частично перекрыв отверстия 15 и 16, обеспечив поддержание заданной величины вакуумметрического давления в патрубках 23 и 24.

Вместе с этим атмосферный воздух по патрубкам 4 (рисунок 5) попадает в камеры переменного вакуума 3 пневмоклапанов 15 и 17 (рисунок 2). Из-за разности давлений в камере переменного вакуума 3 (рисунок 5) и рабочей камере 2 мембрана 1 прогнется вправо, переместив клапан 6, и открыв на определенную величину отверстие 5. Через образовавшуюся щель атмосферный воздух проникает в рабочую камеру 2 и далее по патрубкам 8 – в молокопроводные патрубки 5 и 7 (рисунок 2).

Геометрические размеры цилиндрического отверстия 3 клапана 1 коллектора (рисунок 4), жесткость пружины 4 клапана 6, жесткость мембраны 1 (рисунок 5) подобраны таким

образом, что в молокопроводных патрубках 6 и 8 (рисунок 2), а, следовательно, в подсосковых камерах доильных стаканов 2 и 4, стабилизируется вакуум (устанавливается низкое его значение, например, 30 кПа). Кроме того, поступающий по патрубкам 19 и 21 атмосферный воздух способствует более быстрой транспортировке молока.

В это же время, при поддержании вакуумметрического давления в трубке 10, клапан 12 (рисунок 3) поднимается вверх до упора выступами 2 (рисунок 4) в корпус 7, следовательно, вакуумметрическое давление поддерживается и в камере управления 8 (рисунок 3), значение которого равно давлению в рабочей камере 6. Мембрана 2 под действием упругости разогнется вверх, открыв цилиндрическим выступом 4 отверстия 17 и 18, обеспечив тем самым поддержание вакуумметрического давления в молокопроводящих патрубках 25 и 26.

Вместе с этим вакуумметрическое давление за счет наличия патрубков 8 (рисунок 5) (22 и 23 рисунок 2) устанавливается в камере переменного вакуума 3 пневмоклапанов 14 и 16. Из-за разности давлений в камере переменного вакуума 3 и рабочей камере 2 мембрана 1 прогнется влево, переместив клапан 6 и закрыв отверстие 5. При этом вакуум в молокопроводных патрубках 25 и 26 и в молокопроводе 21 одинаковый (рисунок 3).

Далее процесс повторяется. При завершении доения закрывают клапан 20 и снимают доильные стаканы с вымени животного. Удержание доильного аппарата на сосках вымени коровы происходит за счет того, что в какой-то одной диаметрально противоположной паре доильных стаканов поддерживается вакуумметрическое давление, а также за счет жесткости молокопроводных патрубков.

Для решения проблемы применения стаканов разных типоразмеров для коров с разными диаметрами и длинами сосков нами разработан оригинальный доильный стакан, содержащий корпус, присосок, ограничители, герконы и магниты; ограничители выполнены в виде двух полуколец, одно из которых снабжено выступом, второе пазом, причем выступ одного ограничителя установлен в пазе другого ограничителя с возможностью перемещения [4]. На ограничителях установлены магниты, имеющие возможность контакта с герконами, расположенными на корпусе стакана. Ограничители закреплены внутри корпуса посредством штоков. Прижатие ограничителей к соску обеспечивают пружины, расположенные на штоках, причем жесткость пружин может быть изменена посредством установок регулировочных шайб.

Доильный стакан (рисунок 6) выполнен в виде корпуса 1 верхняя часть которого оборудована присоском 2 с выступом 3. Нижняя часть, расположенная под соском 4 оснащена камерой 5. Подсосковая камера 5 оборудована патрубком 6 связанного с коллектором, и штуцером 7 с воздушным патрубком 8, который в свою очередь соединен с одной частью двухполупериодного пульсатора. Внутри корпуса 1 на штоках 9 расположены ограничители 10 и 11, выполненные в виде двух полуколец. Ограничитель 10 снабжен пазом 12, а ограничитель 11 оборудован выступом 13. Выступ 13 ограничителя 11 установлен в пазе 12 ограничителя 10 с возможностью перемещения. Ограничители 10 и 11 оборудованы магнитами 14 и 15. Корпус доильного стакана 1 снабжен катушками индуктивности 16 и 17, расположенными на одном уровне с магнитами 14 и 15. Между корпусом доильного стакана 1 на штоках 9 размещены пружины 18, с возможностью изменения их жесткости посредством установки регулировочных шайб 19.

Доильный стакан работает следующим образом. В молокоотводящий патрубок 6, а, следовательно, и в подсосковую камеру 5 от коллектора подают вакуумметрическое давление. При этом такую же величину вакуумметрического давления от пульсатора по воздушному патрубку 8 и штуцеру 7 также подают в подсосковую камеру 5.

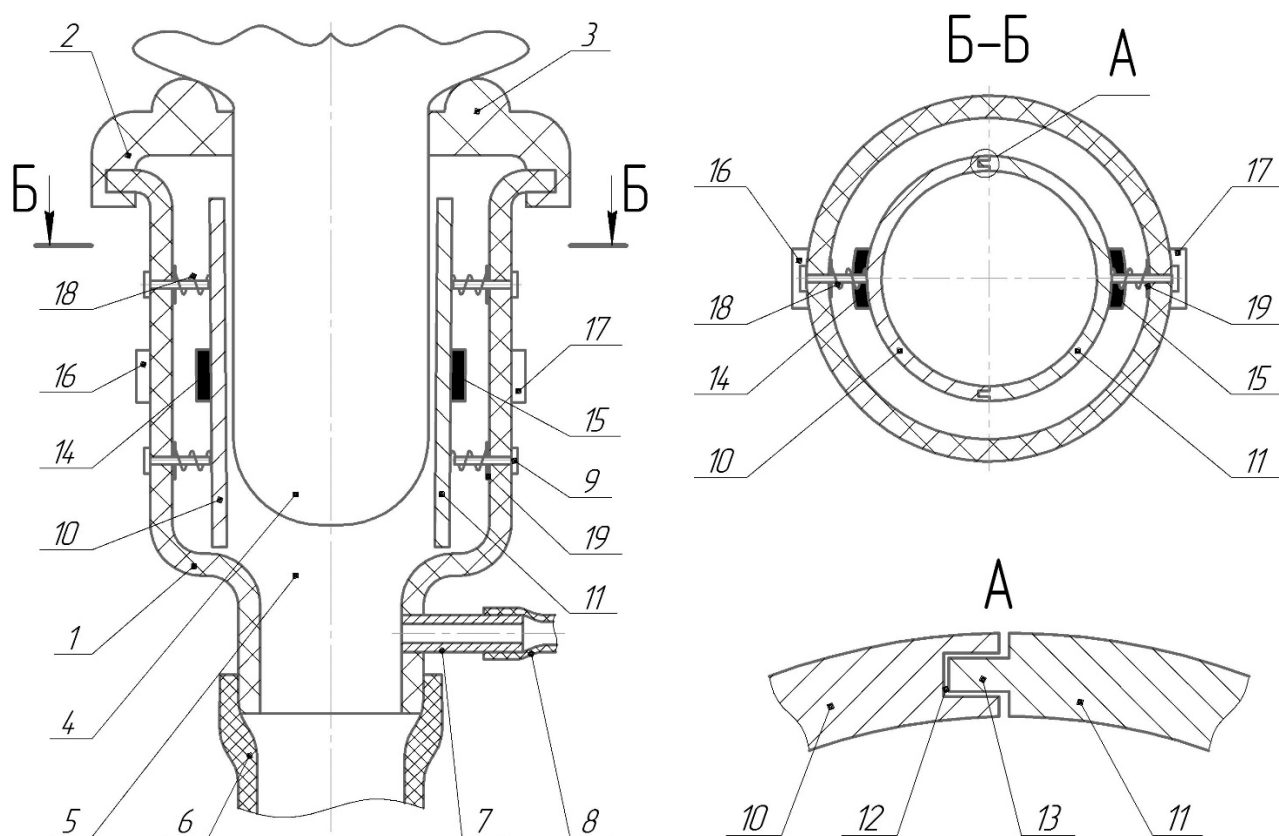


Рис. 6. Конструктивно-технологическая схема доильного стакана

На катушки индуктивности 16 и 17 подают электрический ток. В результате воздействия электрического тока происходит притягивание магнитов 14 и 15, жестко закрепленных на ограничителях 10 и 11. Это приводит к тому, что ограничители 10 и 11 преодолевают усилие пружин 18 и разойдутся – выступ 13 переместится в пазе 12. Далее оператор надевает доильный стакан на сосок вымени 4, подачу электрического тока на катушки индуктивности 16 и 17 прекращают и ограничители 10 и 11 под действием пружин 18 смыкаются, охватывая сосок вымени 4.

Начинается процесс доения. При такте «сосание» вакуумметрическое давление номинальной величины (например, 48 кПа) от коллектора по молокоотводящему патрубку 6 и от пульсатора по воздушному патрубку 8 и штуцеру 7 проникает в подсосковую камеру 5. При этом открывается сфинктер соска 4, молоко выдаивают из вымени и транспортируют по молокоотводящему патрубку 6 в коллектор и далее в молокоприемную емкость. При смене тактов в двухполупериодном пульсаторе по воздушному патрубку 8 и штуцеру 7 в подсосковую камеру 5 поступает атмосферный воздух, снижая в ней величину вакуумметрического давления до минимального значения (например, 33 кПа), наступает такт «отдых». Поступающий по воздушному патрубку 8 и штуцеру 7 атмосферный воздух способствует более быстрой эвакуации молока из подсосковой камеры 5 в молокоотводящий патрубок 6. Далее процесс повторяют.

Изменяя жесткость пружин 18 при помощи регулировочных шайб 19 регулируют усилие прижатия ограничителей 10 и 11 к соску 4. При работе выступ 3 на присоске 2 препятствует наполнению доильного стакана на сосок вымени 4.

По завершению доения на катушки индуктивности 16 и 17 подают электрический ток, вызывающий притягивание магнитов 14 и 15. Это приводит к тому, что ограничители 10 и 11 преодолевают усилие пружин 18 и расходятся – выступ 13 перемещается в пазе 12. Оператор производит снятие доильного стакана с соска вымени.

Теоретическими исследованиями определены усилие, развиваемое соском вымени и минимального значения вакуумметрического давления, удерживающего аппарат на сосках.

Усилие, которое развивает сосок при доении очевидно равно произведению давления в точке контакта (p_k) соска и стакана на площадь контакта (S_k):

$$F_Y = p_k \cdot S_k, \quad (1)$$

Чтобы определить контактное давление представим сосок и стакан в виде двух пустотелых цилиндров (рисунок 7).

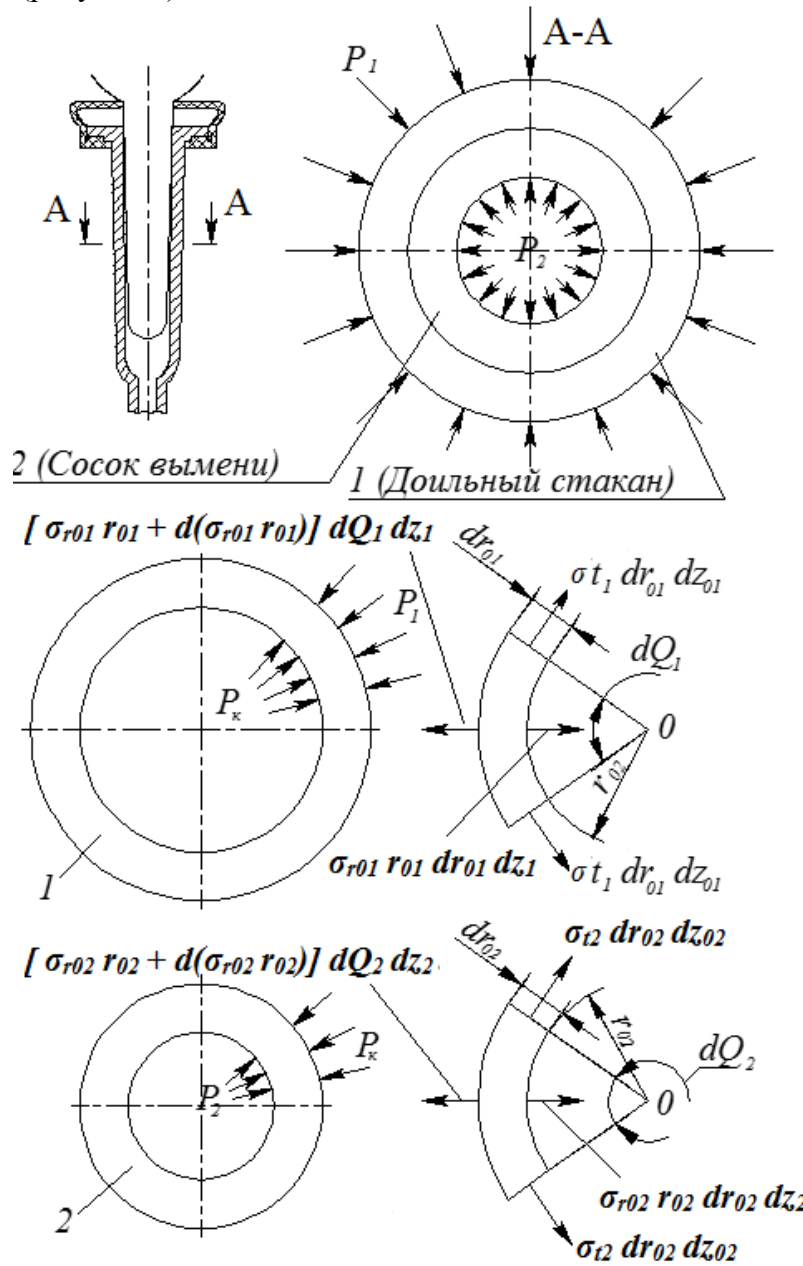


Рис. 7. Схема к расчету контактного давления

Используя задачу Ляме о равномерном внутреннем и внешнем сжатии полых цилиндров, установим действующие напряжения, равновесие которых для первого и второго цилиндров имеют вид [5]:

$$\sigma_{r01} r_{01} dQ_1 dZ_1 + d(\sigma_{r01} r_{01}) dQ_1 dZ_1 - \sigma_{r01} r_{01} dQ_1 dZ_1 - \sigma_{t1} dr_{01} dZ_1 dQ_1 = 0; \quad (2)$$

$$\sigma_{r02} r_{02} dQ_2 dZ_2 + d(\sigma_{r02} r_{02}) dQ_2 dZ_2 - \sigma_{r02} r_{02} dQ_2 dZ_2 - \sigma_{t2} dr_{02} dZ_2 dQ_2 = 0,$$

где dZ – толщина цилиндра, м;

σ_r, σ_t – соответственно нормальные и радиальные напряжения в сечении, Па;

r_{01}, r_{02} – элементарные радиусы соответственно стенок стакана и соска, м;

Q – возникающая в сечении распределенная нагрузка, н/м.

Преобразовав (2) получаем:

$$\frac{d(r_{01}\sigma_{r01})}{dr_{01}} - \sigma_{t1} = 0, \quad \frac{d(r_{02}\sigma_{r02})}{dr_{02}} - \sigma_{t2} = 0. \quad (3)$$

Нормальные напряжения при плоском напряженном состоянии в обоих сечениях составляют:

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\mu^2} (\varepsilon_r + \mu\varepsilon_t) = \frac{E}{1-\mu^2} \left(\frac{dU}{dr} + \mu \frac{U}{r} \right);$$

$$\sigma_t = \frac{E}{1-\mu^2} (\varepsilon_t + \mu\varepsilon_r) = \frac{E}{1-\mu^2} \left(\frac{U}{r} + \mu \frac{dU}{dr} \right), \quad (4)$$

где E – модуль упругости, Н/м²;

μ – коэффициент деформации в поперечной плоскости;

ε_r – удлинение в осевом сечении, Н;

ε_t – удлинение в радиальной плоскости, Н;

U – перемещения в радиальной плоскости, м;

r – радиус, м.

Если условиться, что стенки стакана не деформируются, т.е. не имеют радиального перемещения ($U_1 = 0$), подставив формулы (3) в (4) и преобразовав относительно U_2 получаем:

$$U_2 = \frac{1-\mu_2}{E_2} \cdot \frac{(p_2 r_2^2 - p_{\kappa} r_{\kappa}^2) r_{02}}{r_{\kappa}^2 - r_2^2} + \frac{1+\mu_2}{E_2} \cdot \frac{(p_2 - p_{\kappa}) r_{\kappa}^2 r_2^2}{(r_{\kappa}^2 - r_2^2) r_{02}}, \quad (5)$$

где U_2 – перемещение соска радиальном направлении, м;

μ_2 – коэффициент, учитывающий деформации соска в поперечной плоскости;

E_2 – модуль упругости соска, Н/м²;

p_2 – давление стенок соска, Па;

r_2 – радиус молокоотводящего канала соска, м;

r_{κ} – радиус контакта соска со стаканом, м;

r_{02} – радиус соска, м.

За счет того, что в стакане при работе установлено вакуумметрическое давление, то:

$$p_2 = p_{вн} + p, \quad (6)$$

где $p_{вн}$ – внутрисосковое давление, Па.

Произведя подстановку (6) в формулу (5) и преобразуя ее получаем:

$$p_{\kappa} = \frac{(1-\mu_2)r_{02}^2(p_{вн} + p)r_2^2 + (1+\mu_2)r_{\kappa}^2 r_2^2(p_{вн} + p) - U_2 E_2 (r_{\kappa}^2 - r_2^2) r_{02}}{(1-\mu_2)r_{02}^2 r_{\kappa}^2 + (1+\mu_2)r_{\kappa}^2 r_2^2}. \quad (7)$$

Условно приняв форму соска цилиндрической, длиной (l_c) по известной формуле получаем:

$$S_{\kappa} = \pi d_c l_c. \quad (8)$$

Тогда подставив полученные результаты по формуле (1) имеем:

$$F_y = \frac{\pi d_c l_c \left[(1-\mu_2)r_{02}^2(p_{вн} + p)r_2^2 + (1+\mu_2)r_{\kappa}^2 r_2^2(p_{вн} + p) - U_2 E_2 (r_{\kappa}^2 - r_2^2) r_{02} \right]}{(1-\mu_2)r_{02}^2 r_{\kappa}^2 + (1+\mu_2)r_{\kappa}^2 r_2^2}. \quad (9)$$

Логично, что чем меньше масса аппарата, тем меньше необходимо и давления, нужное для его удержания. Однако это правило применительно к доильным аппаратам не рабо-

тает, так как малая масса приведет к наползанию стакана. Следовательно, необходимо найти компромисс в значении массы аппарата и рабочем давлении. Схема сил, действующих в однокамерном доильном стакане, приведена на рисунке 8.

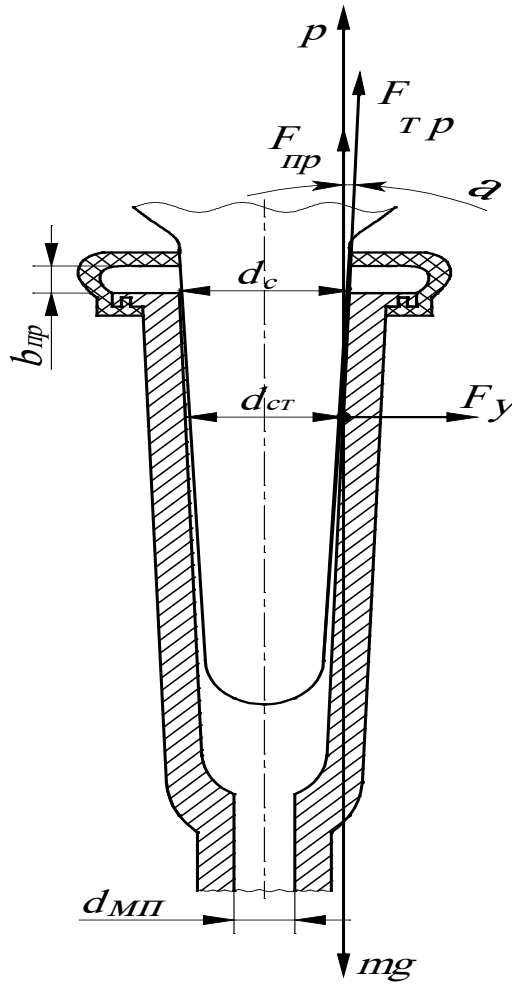


Рис. 8. Схема сил, действующих в стакане

Условие, при котором аппарат удерживается на сосках имеет вид [6, 7]:

$$mg < S_{cm}p + F_{np} + F_{mp} \cdot \cos \alpha, \quad (10)$$

где m – масса аппарата, кг;

S_{cm} – площадь камеры стакана, m^2 ;

F_{np} – сила, удерживающая стакана в месте присоска, Н;

F_{mp} – сила трения соска о стакан, Н;

α – угол конусности стенки стакана, град.

Площадь камеры стакана:

$$S_{cm} = \frac{\pi d_{cm}^2}{4}, \quad (11)$$

где d_{cm} – диаметр камеры стакана, м.

Сила, удерживающая стакана в месте присоска может быть определена по формуле:

$$F_{np} = \pi \cdot d_c \cdot b_{np} \cdot f_{mp} \cdot p_{np}, \quad (12)$$

где d_c – диаметр соска, м;

b_{np} – высота присоска, м;

f_{mp} – коэффициент трения материала присоска по соску;

p_{np} – давление в присоске, Па;

$$P_{np} = \frac{p \cdot S_{кон} \cdot K_1 \cdot f_{mp}}{d_c \cdot b_{np} \cdot f_{mp}}, \quad (13)$$

где $S_{кон}$ – площадь контакта соска с присоском, м²;

K_1 – коэффициент, учитывающий эллипсообразность соска.

Площадь контакта соска с присоском определяем по формуле:

$$S_{кон} = d_{c1} \cdot b_{np}, \quad (14)$$

где d_{c1} – диаметр соска в зоне присоска, м.

После подстановки и преобразований получаем:

$$F_{np} = d_{c1} \cdot b_{np} \cdot K_1 \cdot p. \quad (15)$$

Сила трения соска о стакан составляет:

$$F_{mp} = F_y \cdot f_{mp}, \quad (16)$$

где f – коэффициент трения.

Подставив ранее полученные данные имеем:

$$F_{mp} = \frac{\pi d_c l_c f_{mp} [(1 - \mu_2) r_{02}^2 (p_{вн} + p) r_2^2 + (1 + \mu_2) r_k^2 r_2^2 (p_{вн} + p) - U_2 E_2 (r_k^2 - r_2) r_{02}]}{(1 - \mu_2) r_{02}^2 r_k^2 + (1 + \mu_2) r_k^2 r_2^2}. \quad (17)$$

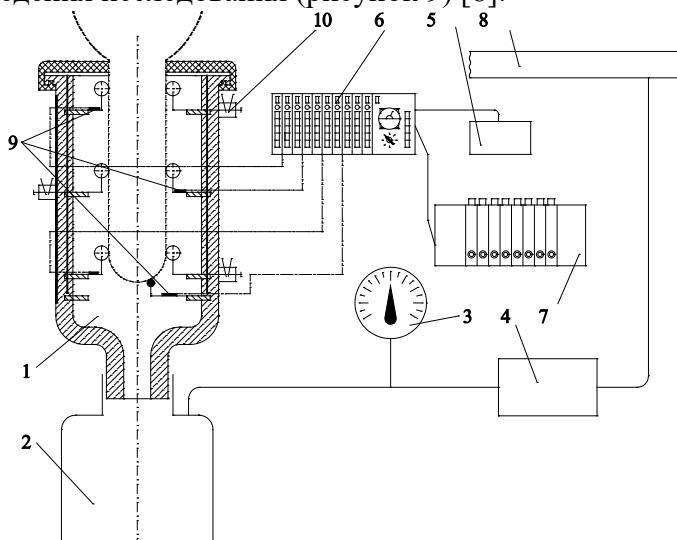
Преобразовав формулу (10) с учетом полученных выражений имеем:

$$P > \frac{mg - \left[\pi d_c l_c f_{mp} (P_{вн} r_2^2 ((1 - \mu_2) r_{02}^2 + (1 + \mu_2) r_k^2)) - U_2 E_2 (r_k^2 - r_2) r_{02} \right] \cdot \cos \alpha}{r_k^2 ((1 - \mu_2) r_{02}^2 + (1 + \mu_2) r_2^2)} + \frac{\frac{\pi d_{cm}^2}{4} + d_{c1} b_{np} f_{mp} K_1 + \left[\pi d_c l_c f_{mp} r_2^2 ((1 - \mu_2) r_{02}^2 + (1 + \mu_2) r_k^2) \right] \cos \alpha}{r_k^2 ((1 - \mu_2) r_{02}^2 + (1 + \mu_2) r_2^2)}. \quad (18)$$

Были проведены лабораторные исследования доильного аппарата со стаканами без сосковой резины по определению усилия, которое оказывает сосок на внутренние ограничители стакана и определению вакуумметрического давления, удерживающего аппарат на сосках. Усилие, которое оказывает сосок на внутренние ограничители стакана определяем в трех плоскостях (у сфинктера, посередине в месте присоска) применяя тензометрические устройства. Разработана установка для проведения исследования (рисунок 9) [8].



а)



б)

а) – общий вид опытной установки; б) – схема опытной установки; 1 – стакан; 2 – молочное ведро; 3 – вакуумметр; 4 – регулятор вакуума; 5 – источник питания; 6 – усилитель сигнала с тензометрических датчиков; 7 – регистрирующее устройство; 8 – вакуумная линия; 9 – тензометрические датчики (резисторы); 10 – устройство перемещения

Рис. 9. Опытная установка для определения усилия, развиваемого соском при доении

Стакан установки представляет собой цилиндр с жесткими стенками, оборудованный устройством для перемещения тензометрических датчиков. Исполнительный механизм (в устройстве из три одинаковых) представляет собой кольцо, на котором размещены рычаги с выступами и тензометрическими датчиками. Опыты проводились следующим образом. Надев стакан на вымя посредством регулятора вакуума плавно изменялось разрежение в стакане (5...50 кПа), которое регистрировалось. Усилие, которое развивал сосок от действия вакуума передавалось на тензометрические датчики, сигнал с которых усиливался и также регистрировался. Графическая зависимость полученных данных при диаметре соска 20 мм приведена на рисунке 10.

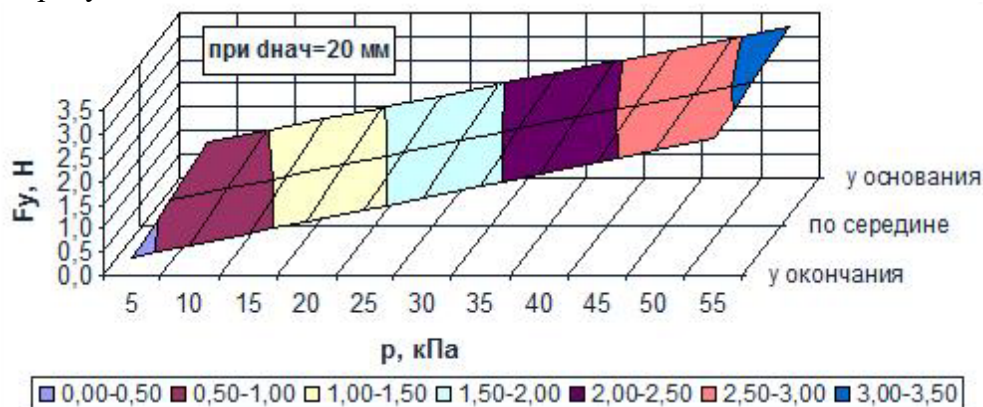


Рис. 10. Зависимость усилия, развиваемого соском от вакуума

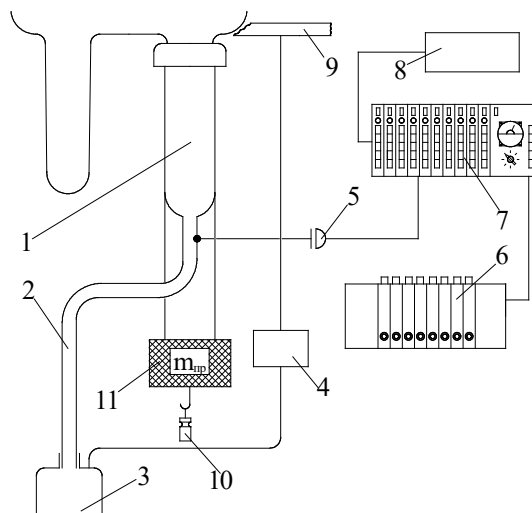
Обработав данные в программе STATISTICA получена линейная зависимость рассматриваемых параметров:

$$\begin{aligned} \text{у основания: } F_y &= 0,0000492 \cdot P + 0,5005; \\ \text{по середине: } F_y &= 0,000248 \cdot P + 1,152; \\ \text{у окончания: } F_y &= 0,0000547 \cdot P + 0,0537. \end{aligned} \quad (19)$$

Для нахождения значения разрежения, при котором аппарат удерживается на вымени разработана опытная установка (рисунок 11), включающая стакан с жесткими стенками без сосковой резины, шланг для отведения выдоенного молока в ведро, регулятор вакуума, тензометрические датчики давления, регистрирующее устройство, усилитель тензометрических сигналов, элемент питания, грузы (комплект тарированных гирек) и приведенную массу (1/4 от массы коллектора).



а)



б)

а) – общий вид установки; б) – схема установки; 1 – стакан; 2– шланг; 3 – доильное ведро; 4 – регулятор; 5 – датчик давления; 6– регистрирующее устройство; 7 – усилитель тензометрического сигнала; 8 – элемент питания; 9 – вакуумная линия; 10 – груз; 11–масса приведенная

Рис. 11. Опытная установка для определения вакуума для удержания аппарата

Надев стакан, на котором закреплена приведенная масса на сосок при разрезании в вакуумной магистрали 55 кПа, посредством регулятора плавно уменьшали вакуум до момента спадания стакана с соска. При этом сигнал с тензометрического датчика давления до момента спадания фиксировался регистрирующим устройством. Далее используя тарированные гири производили увеличение массы с шагом 0,05 кг (с 110 до 610 г, что соответствует массе аппарата 1...3 кг) и исследование повторялось в указанной выше последовательности.

Графическая зависимость полученных данных при диаметре соска 20 мм приведена на рисунке 12.

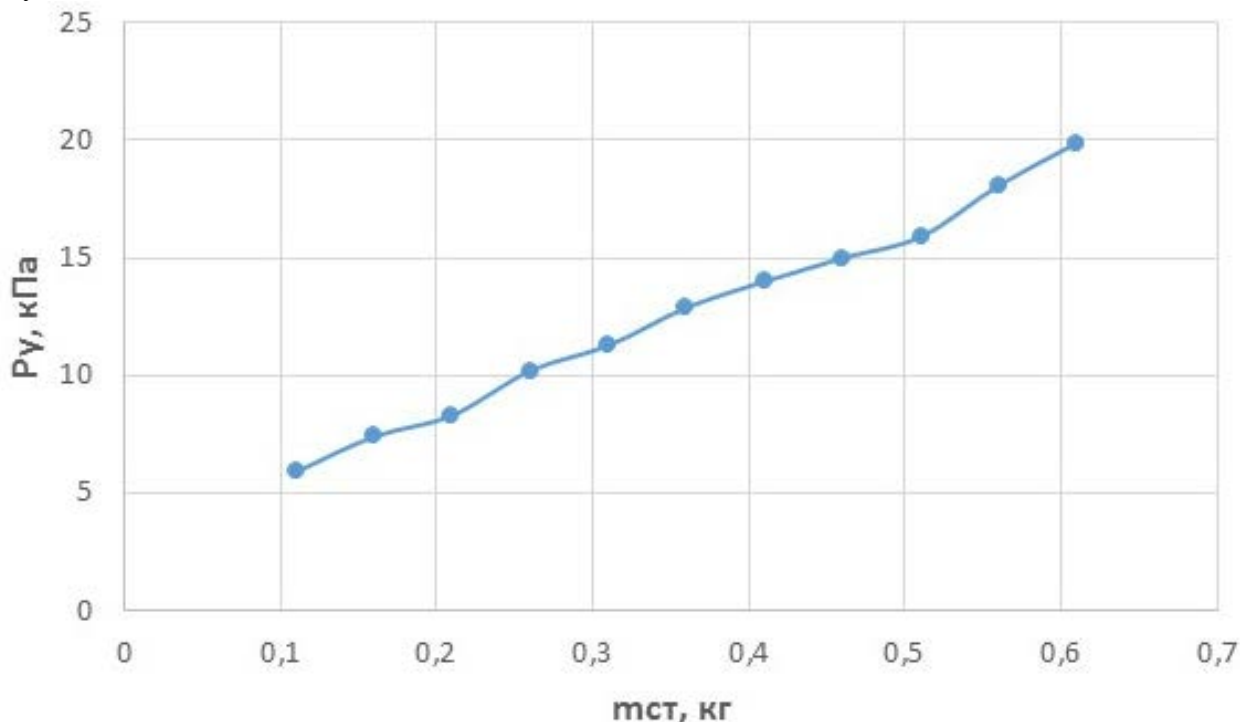


Рис. 12. Зависимость давления, необходимого для удержания аппарата от его массы

Обработав данные в программе STATISTICA получена линейная зависимость рассматриваемых параметров:

$$P_y = 26,886 \cdot m_{cm} + 2,9434. \quad (20)$$

Проведенные производственные испытания аппаратов со стаканами без сосковой резины по сравнению с аппаратом АДУ-1, оснащенный классическими стаканами, показали: время, затрачиваемое на подготовку, сокращается с 0,9...1 мин. до 0,1...0,5 мин.; интенсивность отведения молока от стакана увеличивается до 3,3 л/мин с 2,3 л/мин, что позволяет доить высокоудойных коров; средний разовый удой возрастает до 1,5...2%, что обуславливается более полным выдаиванием, т.е. полнота выдаивания увеличивается до 96,5...97% против 94,5...95% в базовом варианте [9]. На аппараты, оснащенные стаканами без сосковой резины, было получено ветеринарное заключение, в котором не отмечено паталогического воздействия на соски вымени, а доящиеся коровы не проявляли беспокойства.

По результатам выполненных исследований установлены следующие оптимальные конструктивно-режимные параметры доильного аппарата, оснащенного однокамерными доильными стаканами [10]:

- масса подвесной части доильного аппарата – 1,56 кг;
- диаметр впускного отверстия пневмоклапана 0,8 мм;
- диаметр впускного отверстия клапана коллектора – 2,25 мм;
- глубина отверстий для откачки воздуха из камеры управления коллектора – 2,5 мм;
- величина вакуума в стимулирующем режиме (остаточная под соском) – 16 кПа;
- номинальная величина вакуума – 48 кПа;
- жесткость пружин пневмоклапана – 3,5 Н

- диаметр входного отверстия присоска – 0,025 м;
- длина доильного стакана – 0,115 м;
- угол наклона стенки доильного стакана к вертикальной оси – 2°.

Выводы. Доеение – наиболее ответственная операция во всей технологической цепочке производства молока. Серийная техника для доения, несмотря на ее автоматизацию, а иногда и полную роботизацию имеет «Ахиллесову пяту» – доильные стаканы с сосковой резиной, контактирующие с живым организмом (выменем) и оказывающим на него ряд негативных воздействий, а также зачастую «не справляющимися» со значительным молочным потоком при доении коров высокой продуктивности. Исключить указанные недостатки можно путем исключения сосковой резины из конструкции аппарата и применения аппаратов, конструктивные особенности и режимные параметры которых подходили бы ко всем коровам, в том числе высокоудойным. Предложена конструктивная схема доильного аппарата, оснащенного оригинальными доильными стаканами без сосковой резины подтвержденная патентом.

Аналитически обоснованы основные параметры конструкции доильного аппарата с оригинальными однокамерными стаканами, обеспечивающие его работоспособность при адаптивном воздействии на вымя коров – определены усилие, развиваемое соском вымени и минимального значения вакуумметрического давления, удерживающего аппарат на сосках.

Представлены результаты лабораторных исследований доильного аппарата со стаканами без сосковой резины – определение усилия, которое оказывает сосок на внутренние ограничители стакана и определение вакуумметрического давления, удерживающего аппарат на сосках вымени.

Проведенные производственные испытания аппаратов со стаканами без сосковой резины по сравнению с аппаратом АДУ-1 показали уменьшение времени, затрачиваемого на подготовительные операции; рост интенсивности отведения молока от стакана, что позволяет доить высокоудойных коров; увеличение средних разовых удоев, обуславленных более полным выдаиванием. При использовании доильного аппарата с однокамерными стаканами случаев паталогического воздействия на соски вымени не зафиксировано, коровы при доении беспокойства не проявляли.

Представлены оптимальные конструктивно-режимные параметры доильного аппарата, оснащенного однокамерными доильными стаканами.

На основании этого можно заключить, что разработанная перспективная конструкция доильного аппарата для коров, оснащенного доильными стаканами без сосковой резины (однокамерными) является адаптивной к физиологии животных и его можно применять для доения высокоудойного стада.

Библиография

1. Парфенов Н.С. Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства. Рязань: ФГБОУ ВО Рязанский ГАУ, 2017. 191 с.
2. Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Макаренко А.Н. и др. Доильный аппарат с однокамерными стаканами Монография. ISBN 978-5-905563-95-9. - Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2018. 256 с.
3. Ужик В.Ф., Чехунов О.А. Использование доильного аппарата с однокамерными доильными стаканами. // Научно-технический прогресс в животноводстве – машинно-технологическая модернизация отрасли // Сб. науч. тр. X международной научно-практической конференции ГНУ ВНИИМЖ. Том 17, ч. 2. Подольск, 2007. с. 30 – 37.
4. Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Асыка А.В. Патент на полезную модель N. 183480 (RU) Доильный стакан МКИ А 01 J 5/08 – № 2018116718; Заяв. 04.05.2018; Оpubл. 24.09.2018. Бюл. № 27.
5. Чехунов О.А. Доильный аппарат с однокамерными доильными стаканами // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. №.6. с. 10.
6. Ужик В.Ф. Адаптивное доильное оборудование. Теория и расчет: монография. Белгород: Изд-во БелГСХА, 2009. 485 с.
7. Ужик В.Ф., Чехунов О.А. Использование доильного аппарата с однокамерными доильными стаканами. // Бюллетень научных работ ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия». Выпуск 15. Белгород. Издательство Бел ГСХА, 2008. С. 120 – 124.

8. Ужик В.Ф., Чехунов О.А. Пат. 2284691 RU, МКИ 7 А 01J 7/00. Устройство для измерения усилия, оказываемого соском при изменении его диаметра №2005100590/12; Заяв. 11.01.2005; Оpubл. 10.10.2006 Бюл. № 28.

9. Чехунов О.А. Обоснование конструктивно-режимных параметров доильного аппарата с однокамерными стаканами. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства. Белгород: Белгородская ГСХА, 2006. 231 с.

10. Чехунов О.А., Асыка А.В. Актуальные направления совершенствования доильных аппаратов. // Эффективное животноводство. 2018. №7 (146). с. 64-66.

References

1. Parfenov N.S. Doil'nyj apparat s verhnim otvodom moloka iz kollektora [Milking machine with a top outlet of milk from the collector]. Thesis for the degree of candidate of technical sciences. Specialty 05.20.01 - Technologies and means of agricultural mechanization. Ryazan: FGBOU IN Ryazan GAU, 2017. 191 p.

2. Uzhik V.F., CHEkhunov O.A., Makarenko A.N. i dr. Doil'nyj apparat s odnokamernymi stakanami [Milking machine with single-chamber glasses] Monograph. ISBN 978-5-905563-95-9. Moscow; Belgorod: LLC Central Library Collector BIBKOM, 2018. 256 p.

3. Uzhik V.F., CHEkhunov O.A. Ispol'zovanie doil'nogo apparata s odnokamernymi doil'nymi stakanami [Use of the milking machine with single-chamber teat cups] // Scientific and technical progress in animal husbandry - machine-technological modernization of the industry // Sat. scientific tr. X International Scientific and Practical Conference of the GNU VNIIMZH. Volume 17, Part 2. Podolsk, 2007. p. 30 - 37.

4. Uzhik V.F., CHEkhunov O.A., Asyka A.V. Patent for utility model № 183480 (RU) Doil'nyj stakan [Milking cup] / МКИ А 01 J 5/08 - № 2018116718; Claim 05.05.2018; Publ. 24.09.2018. Bul. No. 27.

5. CHEkhunov O.A. Doil'nyj apparat s odnokamernymi doil'nymi stakanami [Milking machine with single-chamber teat cups] // Mechanization and electrification of agriculture. 2007. №6. p. 10.

6. Uzhik V.F. Adaptivnoe doil'noe oborudovanie. Teoriya i raschet [Adaptive milking equipment. Theory and calculation]: monograph. Belgorod: Publishing house BelGSHA, 2009. 485 p.

7. Uzhik V.F., CHEkhunov O.A. Ispol'zovanie doil'nogo apparata s odnokamernymi doil'nymi stakanami [Use of the milking machine with single-chamber teat cups] // Bulletin of scientific works of Belgorod State Agricultural Academy. Release 15. Belgorod. Bel GSHA, 2008. pp. 120 - 124.

8. Uzhik V.F., CHEkhunov O.A. Pat. 2284691 RU, МКИ 7 А 01J 7/00. Ustrojstvo dlya izmereniya usiliya, okazyvaemogo soskom pri izmenenii ego diametra [A device for measuring the force exerted by the nipple when its diameter changes] №2005100590 / 12; Claim. 11.01.2005; Publ. 10.10.2006 Byul. №28.

9. CHEkhunov O.A. Obosnovanie konstruktivno-rezhimnyh parametrov doil'nogo apparata s odnokamernymi stakanami [Substantiation of the design-mode parameters of the milking machine with single-chamber cups]. Thesis for the degree of candidate of technical sciences. Specialty 05.20.01 - Technologies and means of agricultural mechanization. Belgorod: Belgorod State Agricultural Academy, 2006. 231 p.

10. CHEkhunov O.A., Asyka A.V. Aktual'nye napravleniya sovershenstvovaniya doil'nyh apparatov [Actual areas of improvement of milking machines] // Effective Livestock. 2018. №7 (146). pp. 64-66.

Сведения об авторах

Чехунов Олег Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Студенческая, д. 2а, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +74722 38-19-48, e-mail: olegbelgorod@mail.ru.

Асыка Анна Владимировна, аспирант второго года обучения кафедры машин и оборудования в агробизнесе, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Студенческая, д. 2а, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +74722 38-19-48, e-mail: bessmertnyhanna@mail.ru.

Information about authors

Chekhunov Oleg Andreevich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Student's, 2a, p. Maiskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +74722 38-19-48, olegbelgorod@mail.ru.

Asyka Anna Vladimirovna, a second year graduate student of the department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Student's, 2a, p. Maiskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +74722 38-19-48, bessmertnyhanna@mail.ru.

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

УДК 631.115.1:338.43

А.И. Добрунова, В.Н. Лебедь, А.Н. Простенко, Е.А. Иголка

СУЩНОСТЬ И МЕСТО КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ В РАЗВИТИИ АГРАРНОГО БИЗНЕСА И СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ

Аннотация. В статье рассматривается значение крестьянских (фермерских) хозяйств для сохранения и развития сельских территорий, проблемы с которыми им пришлось столкнуться в период формирования и развития рыночных отношений. Для решения проблем социального развития села и сельского хозяйства государство обратило своё внимание на представителей крупных владельцев земельных паёв и на развитие мелкотоварного крестьянского (фермерского) хозяйства. Однако в ходе реформирования аграрного сектора экономики согласно всем законодательным актам с учетом приватизации земельных паев, на данный момент выбранная стратегия полностью не оправдалась, поскольку приоритет был отдан формированию крупных собственников земли. Как результат, агрохолдинги преследуя исключительно свои экономические интересы, игнорируют социальную составляющую, развитие сельской местности, а также оказывают негативное влияние на функционирование фермерских хозяйств, а именно: дефицит свободных земель, разрыв экономических связей, ценовой диктат и другое. При этом крестьянские (фермерские) хозяйства обладают рядом преимуществ, которым необходимо уделять пристальное внимание: низкая себестоимость производства продукции, разнообразие ассортимента, в том числе производство органической продукции, и высокий уровень мотивации. За последнее десятилетие доля малых форм хозяйствования в валовом производстве сельскохозяйственной продукции постоянно увеличивается. Перспективным направлением совершенствования системы экономических отношений в сельском хозяйстве является вовлечение фермеров в профессиональные (вертикального типа) интеграционные процессы и создание обслуживающих кооперативных предприятий, функционирующих на инновационной основе. Должна поменяться роль государства в развитии фермерства и достижении баланса между крупными сельскохозяйственными производителями и фермерами.

Ключевые слова: крестьянские (фермерские) хозяйства, развитие сельских территорий, условия функционирования, кооперация, государственная политика.

ESSENCE AND PLACE OF PEASANT (FARM) ECONOMY IN THE DEVELOPMENT OF AGRARIAN BUSINESS AND RURAL TERRITORIES OF RUSSIA

Abstract. The article discusses the importance of farms for the preservation and development of rural areas, the problems that they had to face in the period of the formation and development of market relations. To address the problems of social development of the village and agriculture, the state turned its attention to representatives of large owners of land shares and the development of small-scale farm economy. However, in the course of reforming the agrarian sector of the economy in accordance with all legislative acts, taking into account the privatization of land shares, at the moment the chosen strategy was not fully justified, since priority was given to the formation of large landowners. As a result, agricultural holdings, pursuing exclusively their economic interests, ignore the social component, the development of rural areas, and also have a negative impact on the functioning of farms, namely, the lack of free land, the rupture of economic ties, price dictate and more. At the same time, farms have a number of advantages that should be paid close attention to: low cost of production, a variety of products, including the production of organic products, and a high level of motivation. Over the past decade, the share of small farms in gross agricultural production has been constantly increasing. A promising direction of improving the system of economic relations in agriculture is the involvement of farmers in professional (vertical type) integration processes and the creation of service cooperative enterprises operating on an innovative basis. The role of the state in the development of farming and achieving a balance between large agricultural producers and farmers should change.

Keywords: farm enterprises, development of rural areas, conditions of functioning, cooperation, state policy.

Введение. Сельский социально-экономический жизненный уклад играет важную роль в развитии России, особенно в части сохранения национальной идентичности, поэтому он нуждается в государственном обеспечении занятости сельского населения, росте его численности и повышении благосостояния [7,8,16]. Известно, что село это колыбель нации, следовательно, одним из условий сохранения сельского населения с учетом его жизненного уклада является обустройство российской территории. На первом плане должен быть не экономический фактор, а адаптация людей к происходящим изменениям, с использованием системы коммуникаций в сельской местности, а также регулирование отношений между большим

бизнесом, государством и другими субъектами предпринимательства.

Цель исследований. Целью нашего исследования стало изучение сущности и определение места крестьянских (фермерских) хозяйств (К(Ф)Х) в развитии аграрного бизнеса России.

Условия, материалы и методы. Объектом исследования в научной статье выступает формирование и развитие К(Ф)Х в России. Исследованы были фермерские хозяйства России и Белгородской области. Применены следующие методы исследований: монографический, теоретических обобщений, абстрактно логический.

Результаты и обсуждение. В начале реформирования, для решения проблем социального развития села, большие надежды возлагались на представителей крупных владельцев земельных паев, мелкотоварные крестьянские (фермерские) хозяйства, как основные формы хозяйствования. Также разными концепциями, программами, стратегиями и законодательными актами, предусматривалась государственная поддержка жизненного уклада на селе, обеспечение устойчивого развития сельской местности. Однако, по факту прогресса не достигнуто, объемы бюджетной поддержки для сельскохозяйственных организаций очень малы, как результат, исчезли ряд отраслей сельскохозяйственного производства, возрос отток сельского населения. Так, в Белгородской области, которая является аграрной, доля сельского населения в общей численности жителей региона в 2017 г. составила 32,7%, средний возраст проживающего там населения составляет 42,1 года. Однако, самым негативным моментом является то, что самая перспективная группа населения в возрасте до 35 лет практически не задействована в сельскохозяйственном труде. Процесс реформирования не решил проблемы создания К(Ф)Х с оптимальной специализацией, размером, как новых форм хозяйствования обеспечивающих перспективы развития сельского территориального уклада и отраслевой оптимальности.

Важно отметить, что во многих странах мира размеры фермерских хозяйств не отвечают оптимальным размерам, но они эффективно функционируют за счет применения рациональных способов организации использования технических средств. Таким образом, проблемой является собственно организация эффективного производства, сбыта и переработки в основном за счет аренды, а также развития кооперации по общему использованию техники, системы обслуживания и определения вариантов технического оснащения К(Ф)Х.

В этой рыночной среде для сельских жителей, владельцев земельных паев, в России созданы сложные информационные системы, которые лишь поддерживают процессы манипуляции в земельных отношениях. Мало информации о защите прав на землю для сельского населения и предпринимателей. Вместе с тем в развитых странах мира существуют информационно-аналитические системы коммуникаций, организационно, юридически, технологически и финансово сопровождающие деятельность фермерских хозяйств. Роль информационно-консультационной службы в России не соответствует требованиям времени.

В неструктурированной отечественной среде агропромышленного комплекса, в частности Белгородской области, стремительно развиваются агрохолдинги, которые за счет высоких экономически необоснованных уровней арендной платы поглощают не только фермерские хозяйства, но и большие сельскохозяйственные предприятия. Вследствие отсутствия ориентиров относительно направлений наиболее эффективной государственной поддержки К(Ф)Х снизилась эффективность этой меры, что явилось следствием того что правительство страны в последние годы отказывается от европейской модели общего благосостояния и концентрирует внимание на поддержке нескольких сотен больших сельскохозяйственных формирований. Что и стало причиной сдерживания создания и эффективного функционирования К(Ф)Х.

Ставка на развитие мелкотоварного К(Ф)Х на основе реформирования аграрного сектора экономики согласно всем законодательным актам с учетом приватизации земельных паев, на данный момент не оправдалась.

Однако, от развития фермерства зависит здоровая конкурентная среда в аграрном секторе, особенно в условиях развития органического сельского хозяйства. И наконец – это реа-

лизация социально-экономического потенциала важнейших аграрных преобразований во всем агропромышленном комплексе, цель которых – обеспечение надлежащего жизненного уровня граждан и продовольственной безопасности страны.

Еще в 1927 г. профессор А.В. Чаянов, относительно форм фермерских хозяйств, предложил создать полунатуральные, по типу большинства хозяйств дореволюционной России, или товарных узкоспециализированных, по типу фермерских хозяйств США.

Основной формой производственного коллектива в К(Ф)Х является семья, поэтому производитель здесь выступает одновременно в роли нанимателя и нанимаемого работника. Социальной целью реформирования и организации на земельных паях таких хозяйств было возрождение чувства собственника, который будет распоряжаться результатами своего труда. К(Ф)Х создаются на добровольных началах на основании личного заявления и наличия государственного акта на право пожизненного наследуемого владения, которое становится основным документом, подтверждающим факт его создания.

Если в России и ряде других стран крестьянские хозяйства семейные, то в Западной Европе и Америке – полукапиталистические (незначительная группа хозяйств), вследствие чего, в экономической литературе под крестьянским понимают и индивидуальное, и личное подсобное, и фермерское хозяйство и другие хозяйственные образования.

Балашов А.П. считает, что многие К(Ф)Х, обладающие большими наделами земли и имеющие значительное количество наёмных работников, таковыми уже не являются [3].

Федеральный закон определяет К(Ф)Х как объединение граждан, связанных родством и (или) свойством, имеющих в общей собственности имущество и совместно осуществляющих производственную и иную хозяйственную деятельность (производство, переработку, хранение, транспортировку и реализацию сельскохозяйственной продукции), основанную на их личном участии [1].

По нашему мнению, правильно считать К(Ф)Х, как семейно-трудовое предприятие, функционирующее в конкурентной среде с соответствующей развитой рыночной инфраструктурой: кооперативными структурами – горизонтальной кооперацией и вертикальной интеграцией и в первую очередь сельскохозяйственной обслуживающей кооперацией по предоставлению услуг личным крестьянским и другим фермерским хозяйствам. Без этой инфраструктуры К(Ф)Х, которое, по определению не в состоянии выполнить все технологические операции собственными техническими средствами вследствие своего небольшого размера и незначительного уровня их использования, не может достичь конкурентных параметров производства, и поэтому даже с теоретической точки зрения обречено на ликвидацию в день его организации. На современном этапе мелкие К(Ф)Х функционируют до того времени, пока не закончится срок эксплуатации техники, доставшейся от бывших колхозов по разным нерыночным схемам. Сокращение количества К(Ф)Х в России является этому подтверждением (за период 2006-2016 гг. с 253,1 до 136,5 тысяч).

В процессе поиска путей и форм организации К(Ф)Х в России были определены четыре практических способа их создания:

- из личных подсобных хозяйств при постепенном или разовом их расширении за счет накопления производственных фондов, расширения границ землевладения, увеличения поголовья животных и тем самым преобразования и переориентации подсобного хозяйства на товарное производство;
- практически всеми, кто проживает или переселяется в сельскую местность, на землях, выделенных органами, проводящими земельную реформу;
- путем выделения из коллективных хозяйств отдельных семей со своими земельными паями и частью производственных фондов, размер которых определяется согласно стажу работы в хозяйстве и трудовому вкладу и утверждается общим собранием коллектива;
- путем преобразования колхозов, совхозов и других сельскохозяйственных предприятий по решению их трудовых коллективов в ассоциации первичных частных сельскохозяйственных производителей (фермерских хозяйств) при условии предварительного выделения каждому фермеру имущественного и земельного паев.

Первоочередным правом на создание фермерского хозяйства пользуются граждане, проживающие в сельской местности и имеющие необходимую квалификацию или опыт работы в сельском хозяйстве. По нашему мнению, это не совсем четкий критерий, ведь, например, квалификацию человека довольно сложно определить до того, как он начнет работать на себя. По этой причине поступало много жалоб на несправедливое распределение земель запаса и резерва, а также земель сельскохозяйственных организаций для создания всеми желаемыми К(Ф)Х. Следует отметить, что именно от малых сельхозпроизводителей зависит пропорциональное и сбалансированное развитие сельского хозяйства и продовольственного рынка.

Предпосылками развития К(Ф)Х можно считать становление частной собственности на средства производства, произведенную продукцию и доходы, ускорение земельной реформы, создание равных условий хозяйствования для всех производственных формирований, максимальная мотивация к труду. Следует отметить, что себестоимость производства сельскохозяйственной продукции у фермеров номинально будет ниже, чем в агрохолдингах.

По мнению Семкина А.Г., Крылова В.С., производство в агрохолдингах основано на использовании передовых мировых и отечественных достижений, инновационных технологий. Как правило, они имеют замкнутый полный технологический цикл и как следствие, значительное снижение себестоимости продукции, в том числе за счет сокращения посреднических звеньев. Кроме того, по многим позициям они являются монополистами при формировании цен на оптовых и розничных рынках [14]. При этом не стоит забывать о достаточно ограниченном товарном ассортименте крупных сельскохозяйственных организаций, отношении их работников к труду и земле.

Таким образом, для аграрного сектора экономики перспективным является вариант реорганизации мелких К(Ф)Х в конкурентные формирования с целью производства продукции в объемах внутреннего спроса и потребностей экспорта. При этом важным направлением решения данной проблемы является техническое обеспечение мелких хозяйств при условии максимальной загрузки технических средств.

Устойчивое развитие К(Ф)Х во многом определяется материальной и финансовой помощью государства. Без нее они не смогли бы нормально функционировать. В России прогнозы касательно образования миллиона К(Ф)Х не оправдались. Сейчас насчитывается около 137 тыс. хозяйств, которые используют 28% посевных площадей, при этом значительное количество земельных паев передано в уставные фонды крупных предприятий. Только постепенное привлечение миллионов российских собственников земли в реальный процесс апробированной мировой практикой вертикальной кооперации приведет к новым качественным изменениям в аграрной структуре страны. В перспективе роль личных подсобных хозяйств будет снижаться вплоть до чисто потребительских, садово-огородных функций [4].

Число крестьянских хозяйств в Белгородской области, хотя и медленно, но увеличилось и к 1998 году в области было зарегистрировано 1620 К(Ф)Х, с общей площадью 58,4 тыс. га, из них 57,4 тыс. га сельхозугодий. В 2016 году в Белгородской области по результатам сельскохозяйственной переписи насчитывалось уже 895 К(Ф)Х, которые занимают 213,9 тыс. га земли. В среднем на одно хозяйство приходилось 239 га земли. Обращает на себя внимание и такой факт, что по показателю средней площади сельхозугодий одного фермерского хозяйства фермеры нашего региона практически сравнялись с таким показателем в США.

Эффект масштаба отмечается в аграрном секторе экономики практически всех стран мира при преобладающем мелкотоварном фермерском производстве, за счет создания кооперативов, предоставляющих различные технологические и товарно-сбытовые услуги. Анализируя деятельность К(Ф)Х России можно отметить стабильную тенденцию увеличения их доли в общем объеме валового производства зерна, подсолнечника и сахарной свеклы, что для них никогда не было характерным. Так, же прослеживается аналогичная тенденция в валовом производстве скота и птицы на убой и молока [11].

С целью осуществления эффективной хозяйственной деятельности фермеру необхо-

димо создать конкурентную среду и инфраструктуру рынка, тогда даже мелкие К(Ф)Х станут действительно прибыльными. Все прочие составляющие, такие как квалификация, стаж работы, проживание в сельской местности, не имеют какого-либо значения при отсутствии основного фактора – конкурентной среды.

Кроме решения проблемы организации собственников земельных паёв, конкурентной конфигурации в производственные структуры, взаимодействующие с кооперативными формированиями, большое значение имеют экономически обоснованные и взаимовыгодные межотраслевые связи с другими отраслями экономики. От обоснованности степени этой взаимосвязи отраслей зависит эффективность функционирования К(Ф)Х, что в рыночных условиях рассматривается как формирование агробизнеса.

В России на протяжении многих лет реформирования аграрного сектора экономики перестройка хозяйственного механизма сопровождалась дезинтеграцией с нарушением экономически взаимовыгодных связей и потерей сельскохозяйственными предприятиями своей законной имущественной доли (51%) в процессе приватизации отраслей перерабатывающей промышленности.

Совершенствование системы экономических отношений в условиях аграрной реформы лежит в плоскости защиты сельскохозяйственных товаропроизводителей, вовлечения их в профессиональные (вертикального типа) интеграционные процессы и создания обслуживающих кооперативных предприятий, функционирующих на инновационной основе. Инновационное развитие кооперации и интеграционных процессов должно включать в себя: стратегическое управление; поддержку и стимулирование; стратегический и тактический инновационный маркетинг; политику ценообразования и прочее [14]. Данные условия позволят использовать преимущества крупномасштабного агробизнеса. Преимущества крупных сельскохозяйственных организаций заключаются в возможности в больших размерах осуществлять покупку и продажу, получать кредиты с невысокими ставками и т.п. Этими преимуществами могут также воспользоваться и К(Ф)Х на основе кооперации.

Вместе с тем слияние предприятий в рамках одной отрасли чаще всего происходит с целью достижения экономии за счёт разнообразия продукции, а не за счет масштаба. Использование преимуществ экономии при неизменном ассортименте продукции снизит спрос на другую продукцию и уменьшит потенциальную экономию от её разнообразия.

Поскольку интегрированные формирования наибольшую прибыль получают на заключительных стадиях производственного цикла, то все участники производства, включая первичных производителей – фермеров, имеют более высокую прибыль, чем при обособленном производстве. Однако, кроме интеграции основным фактором эффективности функционирования всех участников интегрированного производства следует рассматривать снижение затрат технологических ресурсов за счет внедрения интенсивных технологий, глубины переработки сырья в пищевой промышленности и т.д.

Горизонтальная интеграция как внутриотраслевое кооперирование однотипных предприятий (производств) рассматривается как составной элемент кластерной организации производства сельскохозяйственной продукции.

В развитых странах распространение получило взаимодействие системы сельскохозяйственных кооперативов с вертикально интегрированными фермерскими структурами как средство достижения масштаба производства без непосредственного увеличения размеров ферм. Так, во Франции и Германии, где развиты кооперативы по совместному использованию средств производства в сельском хозяйстве, 80% сельскохозяйственных предприятий объединены в кооперативы. В наибольшей степени распространены кооперативы по заготовке, переработке и сбыту сельскохозяйственной продукции. Например, в Японии, Исландии, Нидерландах, Финляндии, Дании кооперативы перерабатывают 90-100% товарного молока, в странах Скандинавии – 80% реализованного молока и мяса на внутреннем и внешнем рынках сельскохозяйственной продукции. Другая группа кооперативов обеспечивает фермерские хозяйства ресурсами производства (в Швеции и Финляндии – 60% техники, Франции и Германии – 50% удобрений и кормов, во Франции – две трети семян зерновых, в Нидерландах –

33% удобрений и 55% кормов) или же производят и реализуют отдельные виды сельскохозяйственной продукции, например, картофель, зерно, семена разных культур, племенной скот и т.п. Не менее распространены и кооперативные общества по предоставлению отдельным товаропроизводителям кратко- и долгосрочных кредитов под залог земли (в Финляндии около 58% – это кредиты, выданные сельскохозяйственным производителям), а ипотечные общества занимаются организацией станций для предоставления на прокат сельскохозяйственных машин для фермеров.

Кооперативы по производственному обслуживанию фермерских хозяйств в значительной степени развиты в странах Запада и Японии (например, во Франции около 10 тыс. кооперативов обслуживают 25% сельскохозяйственных предприятий, где сосредоточено 4 % общего количества тракторов, 30% зерноуборочных и 35% кормоуборочных комбайнов). В Германии фермеры, создавшие машинные общества и машинные ринги (2-5 фермеров), совместно используют или предоставляют технику на прокат за соответствующую плату.

Дальнейшее развитие кооперативного движения связано с совершенствованием системы взаимосвязей между кооперативами – вертикальной интеграции, когда экономические функции интегратора по производству и распределению продукции выполняет группа кооперативов, а в агропромышленных объединениях, все эти функции осуществляет одна фирма – интегратор. Такие кооперативные объединения, например молочного направления, кроме переработки и сбыта молока занимаются снабжением оборудования для молочных ферм, ведут контрольно-племенную работу, предоставляют консультации и многие другие услуги [12].

С началом реформирования внутрихозяйственная кооперация владельцев земельных и имущественных паев (внутрихозяйственная аренда, внутрихозяйственные расчеты и т.п.) могла бы предотвратить разрушение материально-технической базы больших сельскохозяйственных предприятий и отхода от современных технологий производства. Для будущих реформаторов А.В. Чайнов в свое время обосновал фундаментальный вывод, что укрупнение и концентрация производства в промышленности происходит путем слияния множества мелких, рассредоточенных в пространстве предприятий – горизонтальная концентрация, тогда как в сельском хозяйстве осуществить такую горизонтальную концентрацию невозможно [6]. Организация колхозов без учета интересов крестьян, с одной стороны, продемонстрировала свою социально-экономическую безосновательность, а формирование современных латифундий с полным игнорированием созданной ими ситуации сплошной безработицы – с другой, свидетельствует о еще большей социально-экономической ошибке относительно стратегии развития государства.

В России, как констатировали эксперты Дискуссионного клуба, развитие бизнеса сдерживает дефицит свободных земель. И эту проблему – выделения дополнительных площадей земли, достаточных для ведения эффективного бизнеса, могут решить региональные Министерства сельского хозяйства. А пока что в России владельцы большого и даже небольшого агробизнеса строят вертикально интегрированные холдинги. Пытаются удержаться в конкурентной среде отдельные предприниматели благодаря использованию в хозяйствах наемных иностранных рабочих – гастарбайтеров, поскольку, по их высказыванию, российские крестьяне способны нанести крестьянскому (фермерскому) хозяйству большего вреда, чем пользы. Эксперты отмечают, что будущее сельского хозяйства за китайским населением. «Через 15–20 лет представителей этой нации здесь будет столько же, сколько сейчас на Дальнем Востоке. Сопrotивляться экспансии нет смысла – нужно использовать выгодные стороны этого процесса» [10]. По нашему мнению, крестьяне России стали плохо относиться к своей работе лишь при отсутствии любой перспективы в организации собственного бизнеса, который бы обеспечивал семью всем необходимым для достойной жизни в сельской местности. Вместе с тем их не трудоустроили и в других отраслях своего или соседнего региона. Более того, они требуют увеличения размера арендной платы, а китайцы – нет.

В России создаются молочные заготовительно-сбытовые кооперативы лишь благодаря государственным программам, а также усилиям К(Ф)Х и личных хозяйств населения. В

сельской местности при сборе молока от населения перерабатывающими предприятиями крестьяне получают более низкую цену за него, чем сельскохозяйственные предприятия, реализующие в больших объемах. Создание заготовительно-сбытовых кооперативов с помощью паевых и вступительных взносов может решить вопрос реализации молока мелкими хозяйствами на селе по справедливым ценам. Однако, при этом не решаются вопросы эффективности производства вследствие сокращения его затрат и повышения продуктивности животных.

Организационно-экономический механизм взаимодействия кооперативов и К(Ф)Х построен на оказании снабженческих и заготовительных услуг желающих стать членами кооператива с заключением договоров относительно ценовой политики, условий приема и оценки качества молока, сроков расчетов, ответственности сторон за нарушение условий договора. Кроме помещения с молокоприемным пунктом, такой кооператив должен иметь холодильные установки, другие машины и оборудование, что в современных условиях возможно только с помощью государственной поддержки.

По данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи, проведенной в 2016 г. только 4,1% К(Ф)Х являются членами сельскохозяйственных потребительских кооперативов. Однако, по данным мониторинга состояния сельских территорий (социологический опрос) из общего числа опрошенных фермеров 20,8% сообщили, что они являются членами кооперативов, а желание участвовать в кооперации выразили от 40 до 50% опрошенных [5].

Основными ограничивающими фактором развития сельскохозяйственных потребительских кооперативов являются их малые размеры, охват услугами небольшой части сельскохозяйственных товаропроизводителей.

В России, по состоянию на 1.01.2017 г., функционирует 3737 сельскохозяйственных потребительских кооперативов за счет средств их членов, федерального, регионального бюджетов. Их деятельность объединяет 392 тысячи членов кооперации и обеспечивает отгрузку товаров и оказание услуг на общую сумму 22,8 млрд. рублей. Структура выглядит следующим образом: кредитные – 24%; перерабатывающие – 18%; сбытовые – 17%; обслуживающие – 14%; снабженческие – 7%; прочие – 20% [5].

К(Ф)Х, не входящие в состав сельскохозяйственных потребительских кооперативов, продают продукцию крупным перерабатывающим предприятиям или же коммерческим организациям по более низким ценам, чем члены кооперативов. То есть К(Ф)Х оставлены один на один в рыночной среде без технической и сбытовой поддержки, а перспективы их развития находятся в плоскости четко определенных технологических параметров предприятий при взаимодействии с кооперативами или же функционирующими на собственной технической основе (более крупные хозяйства). К тому же кооперативы в сельской местности создаются не К(Ф)Х, а в основном донорскими организациями, охватывая отдельные сегменты технологических услуг.

О создании такого типа кооперативов неоднократно упоминал в свое время крупный экономист А.В. Чаянов. Проанализировав особенности рабочей силы в сельском хозяйстве, он разработал теорию сельскохозяйственной кооперации на основе двухстороннего подхода – как к организационной форме хозяйствования, так и к общественному движению.

Благодаря самостоятельной деятельности крестьян при закупке товаров, переработке и сбыте продукции, кооперативы освобождаются от влияния посреднических структур. Но при этом должен быть подписан генеральный договор государственных органов с кооперативными центрами, в котором будут указаны фиксированные цены, тарифы и т.д. За счет вертикальной концентрации производства К(Ф)Х должны быть задействованы в кооперативных формах путем последовательного выделения отдельных отраслей с образованием крупных кооперативных формирований с целью осуществления операций по переработке, хранению, сбыту произведенной крестьянами продукции, закупке техники, заготовке минеральных удобрений, семян, селекционно-племенной работе, т. е. тех видов деятельности, технический оптимум которых превышает возможности отдельного крестьянского хозяйства. При этом должны соблюдаться два типа рентабельности: экономическая (рост доходов отдельно-

го хозяйства) и социальная (реализация интересов национального хозяйства) [13].

С 2015 года оказывается федеральная грантовая поддержка сельскохозяйственным потребительским перерабатывающим и сбытовым кооперативам. Размер гранта составляет в сумме не более 70 млн. руб., но не более 60% затрат.

По мнению Ткача А.В. и Червенко А.В., основными факторами, сдерживающими развитие кооперации являются: медленная приспособляемость кооперативов к меняющимся условиям работы; низкий уровень кооперативной грамотности; низкий уровень организационного руководства развитием первичных кооперативов со стороны властных структур; низкий уровень развития логистики и распределительных навыков у малых форм хозяйствования при продвижении продукции к потребителю и другое [15].

В научном обосновании зарождения фермерства и его развитии принимало участие значительное количество отечественных ученых и зарубежных советников, причем без какой-либо ответственности за последствия реформ.

Становление К(Ф)Х как организационной формы малого аграрного предпринимательства рассматривалось как положительный момент укрепления сельского хозяйства нашей страны, поскольку в лице фермера объединены качества собственника, организатора производства, предпринимателя и работника. Именно это, как свидетельствует зарубежный опыт, обеспечивает формирование высокой мотивации хозяйствования на земле с целью ее эффективного использования, что является основой для успешного ведения сельскохозяйственного производства.

Среди различных мер государственного регулирования аграрного сектора экономики надлежащее место отводится государственной поддержке. Прежде всего, это связано с обеспечением продовольственной безопасности страны, объективными особенностями и закономерностями функционирования сельского хозяйства, развитием социальной сферы в сельской местности. Только осуществляя реальную поддержку национальному товаропроизводителю, можно укрепить финансовое положение государства и реализовать принципы социально-ориентированной экономики.

Содействие и поддержка малого предпринимательства, обоснование приоритетных направлений его производственно-хозяйственной деятельности являются важными элементами государственной экономической политики многих стран. При этом всесторонняя поддержка малого предпринимательства осуществляется при участии всех органов власти.

Неудачи в фермерском движении обусловлены не тем, что не было благоприятных предпосылок для его развития, а тем, что аграрная политика пропагандировала одно, а на практике выполнялось совсем другое. Слова расходились с делом. Так, для ускорения намеченного курса по реорганизации колхозов и совхозов К(Ф)Х выделялись значительные финансовые ресурсы из федерального и регионального бюджетов, а также предоставлялись разного рода льготы. Однако многие созданные на первом этапе реформы К(Ф)Х не имели необходимых условий для своего развития, кроме того довольно быстро произошло снижение уровня бюджетной поддержки [3].

Примером успешного функционирования кооперативов как наиболее естественной и распространенной формы объединения американских производителей сельскохозяйственных продуктов может быть фермерский кооператив «WestCentralCooperative», созданный в 1907 г. за счет средств 20 фермеров, которые внесли по 2 тыс. долл. и совместно приобрели небольшой элеватор. В дальнейшем построили завод по переработке сои, начали производить комбикорма для животных, готовить смеси минеральных удобрений, закупать машины и оборудование для внесения пестицидов и т.д. Кооператив нашел свой сегмент рынка – производство комбикормов для молочных коров [17].

В развитых странах мира достаточно много технологических и маркетинговых функций перешли к службам инфраструктуры, которые на коммерческих условиях и по доступным ценам предоставляют услуги фермерам. Это – поставка технологических ресурсов (корма, агрохимикаты, семена, горюче-смазочные материалы, электроэнергия и другие ресурсы), оказание технической помощи (разработка системы машин согласно технологическим тре-

бованиям и условиям хозяйствования, поставка машин, их ремонт и т.д.). Формирование фермерского хозяйства происходило путем структурных изменений в национальном хозяйстве. Так, в США землю распределили между многодетными семьями. В начале зарождения страны существовал безграничный спрос на сельскохозяйственную продукцию, что в условиях отсутствия других сфер занятости населения в больших масштабах содействовало развитию фермерского хозяйства. С течением времени увеличение численности городского населения, имеющего более высокие доходы, в сравнении с фермерским хозяйством, изменило вековой фермерский уклад. При низких доходах, а также существовании рынка более дорогой, чем в сельском хозяйстве рабочей силы, изменилась стратегия поведения многих фермеров: семьи становились не многодетными, а их миграция из сельской местности привела к укрупнению ферм. Как следствие, на первых этапах увеличилась неэффективность, а чистая прибыль за счет расширения фермы и соответствующего роста объема произведенной продукции. На последующих этапах рациональное размещение производства, дальнейшая специализация, вертикальная и горизонтальная интеграция обеспечили и повышение эффективности производства. Таков объективный ход истории.

В Белгородской области в сельской местности проживает 507,9 тыс. жителей, а стратегия в процессе реформирования развернута на 180 градусов – от развития К(Ф)Х к сверхбольшим предприятиям (агрохолдингам). В развитых странах еще в конце XIX в. потребители ощущали на себе негативные последствия неконтролируемой деятельности монополистических объединений предприятий, которые потеряли самостоятельность и были подчинены единому управлению. Поэтому, например, в США по требованию общественности в 1890 г. был принят первый антимонопольный закон – Закон Шермана, предусматривающий законодательное обеспечение существования конкурентных рыночных структур и предотвращение концентрации значительной экономической силы ограниченным количеством субъектов рынка. В России только в проектах законов существует ограничение относительно размеров сельскохозяйственных предприятий – не более 10 тыс. га сельскохозяйственных угодий.

Выводы. Жизнеспособная экономическая фермерская единица в современных условиях может быть организована, если в семье имеются капитальные ресурсы или государство ставит перед собой цель выделить фермерам бюджетные средства для приобретения необходимых земельных площадей и строительства ферм. Кроме того должна быть выстроена вертикальная система, объединяющая крупных производителей сельскохозяйственной продукции, К(Ф)Х, сельскохозяйственные потребительские кооперативы, перерабатывающие предприятия и другие заинтересованные организации.

Библиография

1. Федеральный закон от 11.06.2003 N 74-ФЗ (ред. от 23.06.2014) "О крестьянском (фермерском) хозяйстве"
2. Анциферова О.Ю., Шаляпина И.П., Мягкова Е.А. Стратегическое планирование деятельности предприятий АПК. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. 95 с.
3. Балашов А.П. Анализ развития крестьянских (фермерских) хозяйств // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. №6. С. 43-46
4. Буздалов И.Н. Аграрная структура: исторические тенденции и перспективы развития в России [Электронный ресурс] // ВИАПИ: сайт. URL: http://www.viapi.ru/publication/e-biblio/detail.php?IBLOCK_ID=45&SECTION_ID=1069&ELEMENT_ID=9011. (дата обращения: 07.11.2018)
5. В России создано почти 6 тысяч сельскохозяйственных потребительских кооператива // Ассоциация крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов России [Электронный ресурс] // АККОР: сайт. URL: http://www.akkor.ru/sites/default/files/prezentaciya_razvitiya_spok.pdf (дата обращения 17.10.2017 г.).
6. Гумеров Р. Горизонтальная и вертикальная кооперация крестьянских и фермерских хозяйств [Электронный ресурс] // ИСТИНА: сайт. URL: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-220176.html?page=14>. (дата обращения: 07.11.2018)
7. Добрунова А.И. Европейские приоритеты в управлении развитием сельских территорий до 2020 года / А.И. Добрунова // Вестник экономики, социологии и права. – 2017. – № 4 – С.34-39.
8. Добрунова А.И. Повышение эффективности управления социально-экономическим развитием сельских муниципальных образований // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих. – 2016. – № 12. – 44-47.

9. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года // Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: в 8-ми т. М.: ИИЦ «Статистика России», 2018. Т. 1. 458 с.
10. Как извлечь сверхприбыль из агробизнеса [Электронный ресурс] // Энциклопедия российского бизнеса: сайт. URL: <http://www.openbusiness.ru/html/dop4/agro.htm>. (дата обращения: 07.11.2018)
11. Козлов М.П., Сушенцова С.С. Современные тенденции и среднесрочные перспективы развития крестьянских (фермерских) хозяйств в условиях импортозамещения продовольствия // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. №11. С. 61-67
12. Кооперування та агропромислова інтеграція фермерського виробництва [Электронный ресурс] // Аграрний сектор України: сайт. URL: <http://agroua.net/economics/documents/category-97/doc-116/>. (дата обращения: 07.11.2018)
13. Миронин С. Состоится ли четвертая смерть А. Чаянова?–2 [Электронный ресурс] // NEWSLAND: сайт. URL: http://rus-crisis.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=2525:2525&catid=40:2009-07-27-17-55-39&Itemid=68. (дата обращения: 07.11.2018)
14. Сельскохозяйственная кооперация на муниципальном уровне: проблемы и решения / Крылов В.С., Семкин А.Г., Баюнов В.А., и др. // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. №5. С. 50-55
15. Ткач А.В., Червенко А.В. Кооперация в агропромышленном комплексе России на современном этапе: тенденции, проблемы, перспективы // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. №7. С. 39-48
16. Турьянский А.В. Предложения по уточнению целевых показателей развития сельских территорий / А.В. Турьянский, В.Л. Аничин, А.И. Добрунова// Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – № 9. – С.38-43.
17. Черняков Б.А. Американское фермерство: XXI век. М.: Изд-во «Художественная литература», 2002. – 399 с.

References

1. Federal law as of 11.06.2003 N 74-FZ (as amended on 23.06.2014) "On peasant (farmer) economy"
2. Antsiferova O. Yu., Chaliapin, I. P., Myagkova, E. A. Strategic planning of activity of agricultural enterprises. SPb.: LAN publishing house, 2017. 95 p.
3. Balashov A. p. Analysis of the development of peasant (farm) farms // Economy of agricultural and processing enterprises. 2018. No. 6. P. 43-46
4. Buzdalov I. N. Agricultural structure: historical trends and prospects of development in Russia [Electron resource] // viapi: website. URL: http://www.viapi.ru/publication/e-biblio/detail.php?IBLOCK_ID=45 & SECTION_ID=1069&ELEMENT_ID=9011. (date accessed: 07.11.2018)
5. Almost 6 thousand agricultural consumer cooperatives have been created in Russia // Association of kreстьяn (farmer) farms and agricultural cooperatives of Russia [Electronic resource] // AKKOR: website. URL: http://www.akkor.ru/sites/default/files/prezentaciya_razvitie_spok.pdf (accessed 17.10.2017).
6. Gumerov R. Horizontal and vertical cooperation of peasant and farm enterprises [Electronic resource] // TRUTH: website. URL: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-220176.html?page=14>. (date accessed: 07.11.2018)
7. Dobrunov A. I. European priorities in the management of development of rural territories up to 2020 / Dobrunov A. I. // Bulletin of Economics, sociology and law. - 2017. - № 4-P. 34-39.
8. Dobrunov A. I. Increase of efficiency of management of socio-economic development of rural mu-socialnyh formations // Economics of agricultural and processing. - 2016. - № 12. - 44-47.
9. Results of the all-Russian agricultural census in 2016 // Main results of the all-Russian agricultural census in 2016: 8 Т. М.: ICI "Statistics of Russia", 2018. Vol.1. 458 p.
10. How to extract super profits from agribusiness [Electronic resource] // encyclopedia of Russian business: website. URL: <http://www.openbusiness.ru/html/dop4/agro.htm> ahhh! (accessed: 07.11.2018)
11. Kozlov M. P., Sushentsova S. S. Current trends and medium-term prospects of development of peasant (farm) farms in the conditions of import substitution of food // Economy of agricultural and processing enterprises. 2017. No. 11. P. 61-67
12. Cooperowen agropromislova ntegrate fermerskogo virobnictva [Electronic resource] // Agrarnij sector in Ukraine: the website. URL: <http://agroua.net/economics/documents/category-97/doc-116/>. (accessed: 07.11.2018)
13. Mironin S. will the fourth death of A. Chayanov Take place?-2 [Electronic resource] // NEWSLAND: website. URL: http://rus-crisis.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=2525:2525&catid=40:2009-07-27-17-55-39&Itemid=68 ahhh! (accessed: 07.11.2018)
14. Agricultural cooperation at the municipal level: problems and solutions / Krylov V. S., Semkin A. G., Bayunov V. A., etc. // Economics of agricultural and processing enterprises. 2018. No. 5. P. 50-55
15. Tkach A.V., Chervenko A.V. Cooperation in the agro-industrial complex of Russia at the present stage: trends, problems, prospects // Economy of agricultural and processing enterprises. 2017. No. 7. P. 39-48
16. A. V. Tur'yans'ke proposals for clarification of the targets of rural development / A. V. Tu-ransky, Anichin V. L., A. I. Dobrunova// Economics of agricultural and processing enterprises. - 2017. - № 9. - P. 38-43.
17. Chernyakov B. A. American farming: XXI century. M.: publishing House "Fiction", 2002. - 399 p.

Сведения об авторах

Добрунова Алина Ивановна, кандидат социологических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +79103225725, e-mail: dobrunova@mail.ru

Лебедь Виктор Николаевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+79102231203, e-mail: vickt.lebed@yandex.ru

Простенко Александр Николаевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +791032321549, e-mail: prostenko@rambler.ru

Иголка Евгений Александрович, заместитель главы администрации Корочанского района – начальник управления сельского хозяйства и природопользования, тел. +79803206000, e-mail: igolka.evgeniy@yandex.ru

Information about authors

Dobrunova Alina Ivanovna, kandidat sotsiologicheskikh nauk, dotsent kafedry ekonomicheskoy teorii i ekonomiki APK, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +79103225725, e-mail: dobrunova@mail.ru

Lebed' Viktor Nikolayevich, kandidat ekonomicheskikh nauk, dotsent kafedry ekonomicheskoy teorii i ekonomiki APK, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel.+79102231203, e-mail: vickt.lebed@yandex.ru

Prostenko Aleksandr Nikolayevich, kandidat ekonomicheskikh nauk, dotsent kafedry ekonomicheskoy teorii i ekonomiki APK, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +791032321549, e-mail: prostenko@rambler.ru

Igolka Yevgeniy Aleksandrovich, zamestitel' glavy administratsii Korochanskogo rayona – nachal'nik upravleniya sel'skogo khozyaystva i prirodopol'zovaniya, tel. +79803206000, e-mail: igolka.evgeniy@yandex.ru

УДК 378.147

А.Ф. Дорофеев, Н.Н. Никулина

СИСТЕМА ВОСПРОИЗВОДСТВА КАДРОВНОГО ПОТЕНЦИАЛА КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР УСПЕШНОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА

Аннотация. В условиях интенсивно развивающегося аграрного производства крайне важным является создание эффективной системы воспроизводства и развития трудовых ресурсов. Важнейшими элементами данной системы является мониторинг и прогнозирование данных процессов, а также наличие эффективной системы подготовки и переподготовки кадров. В процессе нашего исследования установлено, что имеет место устойчивая тенденция старения населения, которая подтверждается как в среднем по России, так и по Белгородской области. Наблюдается рост общей численности лиц пенсионного возраста всего населения и сельского населения по стране в целом, за анализируемый период он составит 14,8%. Кроме того, к 2030 г. доля населения старше трудоспособного возраста всего населения в среднем по России составит 27,8%, что выше уровня 2016 г. на 3,2 п.п., при этом доля населения старше трудоспособного возраста в сельской местности растёт более высокими темпами, так, к 2030 г. их доля будет составлять 31,4% или увеличится на 6,4 п.п. В условиях обострения демографической и трудоворесурсной ситуации на рынке труда уровень образования населения, в том числе, и профессионального, будет ещё в большей степени определять направление развития человеческого капитала, темпы экономического развития регионов и страны в целом. При этом приоритетной задачей модернизации профессионального образования является повышение его качества, а следовательно, повышение уровня конкурентоспособности выпускников профессиональных образовательных организаций. Качество образования рассматривается как интегральная характеристика всей системы образования, и является комплексным показателем, синтезирующим и объединяющим все этапы становления и развития личности, одним из основных критериев эффективности работы образовательного учреждения, подготавливающего квалифицированные кадры, способные обеспечить работу предприятия. Потенциальные возможности аграрных вузов в вопросах профессиональной подготовки студентов для агропромышленного комплекса заключаются в способности обеспечить качественные условия обучения, материально-техническую базу, финансовое и информационное обеспечение, что позволит, в целом, достичь необходимого качества профессионального образования. Качественные показатели современного профессионального образования также обеспечиваются путем выбора соответствующих задачам подготовки специалистов аграрного профиля подходов, принципов, современных методов, средств и технологий, призванных обеспечить достижение образовательных результатов, согласующихся с нормативами, критериями, стандартами и запросами современного агропромышленного комплекса, в том числе – в лице работодателей. По мнению авторов статьи, создание регионального образовательного кластера позволит объединить под эгидой ведущего отраслевого вуза профильные школы, учреждения среднего профессионального образования, базовые предприятия.

Ключевые слова: прогнозирование, человеческий капитал, трудовой потенциал, воспроизводство, агропромышленный сектор, кластерный подход.

SYSTEM OF REPRODUCTION OF PERSONNEL POTENTIAL AS A KEY FACTOR OF SUCCESSFUL DEVELOPMENT OF THE AGRI-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REGION

Abstract. In the conditions of intensively developing agricultural production, it is extremely important to create an effective system of reproduction and development of labor resources. The most important elements of this system are the monitoring and forecasting of these processes, as well as the availability of an effective system of personnel training and retraining. In the course of our research, it has been established that there is a steady tendency of population aging, which is confirmed both by the average in Russia and in the Belgorod region. There is an increase in the total number of persons of the retirement age of the entire population and the rural population in the country as a whole, during the period under review it will be 14.8%. In addition, by 2030, the share of the population older than the working age of the entire population on average in Russia will be 27.8%, which is 3.2 percentage points higher than the 2016 level, while the share of the population older than the working age in the countryside is growing at a higher rate, by 2030, their share will be 31.4% or increase by 6.4 percentage points. In the conditions of the worsening demographic and labor resource situation in the labor market, the level of education of the population, including vocational education, will determine to a greater degree the direction of human capital development, the pace of economic development of the regions and the country as a whole. At the same time, the priority task of the modernization of vocational education is to increase its quality and, consequently, increase the level of competitiveness of graduates of professional educational organizations. The quality of education is considered as an integral characteristic of the entire education system, and is a complex indicator synthesizing and combining all stages of the formation and development of a person, one of the main criteria for the performance of an educational institution that prepares qualified personnel capable of ensuring the operation of an enterprise. Potential opportunities of agrarian universities in terms of professional training of students for the agro-industrial complex consist in the ability to provide quality educational conditions, material and

technical base, financial and informational support, which will, in general, achieve the required quality of vocational education. Qualitative indicators of modern vocational education are also provided by selecting appropriate approaches, principles, modern methods, tools and technologies to meet the objectives of training specialists in the agrarian profile, to ensure the achievement of educational results consistent with the standards, criteria, standards and requirements of the modern agro-industrial complex, including the face of employers. According to the authors of the article, the creation of a regional educational cluster will make it possible to unite specialized schools, institutions of secondary vocational education, and basic enterprises under the auspices of the leading branch university.

Keywords: forecasting, human capital, labor potential, reproduction, agrarian educational cluster.

В условиях динамично развивающегося аграрного производства, возрастающих требований к подготовке кадров для сельскохозяйственных предприятий важнейшими направлениями развития экономики являются наличие соответствующего уровня человеческого капитала. При прочих равных инвестиционных возможностях в условиях стремительного развития технологий качество трудовых ресурсов, соответствия их современным возможностям, как правило, являются лимитирующими факторами, которые сегодня определяют уровень развития любой отрасли народного хозяйства, в том числе, агропромышленного сектора.

Обладая 1% пашни и 1% населения, Белгородская область многие годы остается лидером аграрного производства в России. В 2017 году объём валовой продукции, произведённой всеми категориями хозяйств, превысил 240 млрд. рублей, или в расчёте на один гектар пашни свыше 160 тысяч рублей. Это самый высокий показатель по стране.

По данным департамента АПК и воспроизводства окружающей среды Белгородской области, в 2017 году мясным кластером области произведено более 1 млн. 700 тысяч тонн мяса. А продуктивность превысила 7000 кг от одной коровы. Среднемесячная заработная плата в сельском хозяйстве по итогам года составила 31,5 тысячи рублей, что более чем на 8% выше уровня среднеобластной заработной платы [16].

В условиях интенсивно развивающегося аграрного производства крайне важным является прогнозирование тенденций развития трудовых ресурсов. В процессе нашего исследования установлено, что имеет место устойчивая тенденция старения населения, которая подтверждается как в среднем по России, так и по Белгородской области. Наблюдается рост общей численности лиц пенсионного возраста всего населения и сельского населения по стране в целом, за анализируемый период он составит 14,8%. Кроме того, к 2030 г. доля населения старше трудоспособного возраста всего населения в среднем по России составит 27,8%, что выше уровня 2016 г. на 3,2 п.п., при этом доля населения старше трудоспособного возраста в сельской местности растёт более высокими темпами, так, к 2030 г. их доля будет составлять 31,4% или увеличится на 6,4 п.п. [2].

В Белгородской области процесс старения населения происходит несколько более низкими темпами, но данная тенденция также устойчива во времени. Так, при росте численности населения старше трудоспособного возраста всего населения и сельского населения на 10,8 и 4,7%, доля данной категории населения увеличится на 1,9 и 2,4 п.п. соответственно, что несколько ниже среднероссийских темпов (табл. 1).

Прослеживается устойчивая тенденция уменьшения численности населения в трудоспособном возрасте. В Российской Федерации за прогнозируемый период будет наблюдаться снижение численности по всему населению на 7,4%, а по сельскому населению – на 17,5% и их доли к 2030 г. составят 52,4 и 49,8% соответственно. В Белгородской области численность по всему населению и сельскому населению уменьшится на 4,8 и 9,4% или на 2,9 п.п. В прогнозном периоде по всему населению будет наблюдаться рост численности населения моложе трудоспособного возраста. В Российской Федерации увеличение составит 3 252 тыс. чел. или 12,3%, численность сельского населения моложе трудоспособного возраста при этом снизится на 1 094,8 тыс. чел. или на 14,4%. В Белгородской области темпы данного роста несколько ниже, так 2030 г. по отношению к 2016 г. он составил 9,4% или 1 п.п. Также наблюдается тенденция уменьшения численности сельского населения младше трудоспособного возраста.

Следует отметить, что хоть и в абсолютных цифрах имеет место рост численности сельского населения моложе трудоспособного возраста, но он происходит лишь до 2024 г. и численность данной категории населения составит 86 202 чел. или 17,4%, а в дальнейшем начинается снижение и к 2030 г. произойдет уменьшение доли до 17,0%.

Таблица 1 - Прогноз распределения численности населения по основным возрастным группам в Российской Федерации, тыс. чел.

Годы	Всего населения			Сельское население		
	моложе трудоспособного возраста	трудоспособного возраста	старше трудоспособного возраста	моложе трудоспособного возраста	трудоспособного возраста	старше трудоспособного возраста
2016	26 359,6	84 198,8	35 986,3	7 601,8	20 826,3	9 459,3
2017	26 927,2	83 227,1	37 087,9	7 614,5	20 454,5	9 759,9
2018	27 513,4	82 260,2	38 616,3	7 631,5	20 066,9	10 050,8
2019	27 992,0	81 425,8	38 783,1	7 618,0	19 705,2	10 196,9
2020	28 398,7	80 729,4	38 905,4	7 583,4	19 372,9	10 259,6
2021	28 762,7	80 015,8	38 650,7	7 537,1	19 039,3	10 194,7
2022	29 110,0	79 436,2	38 489,3	7 493,8	18 721,7	10 158,7
2023	29 439,6	78 945,7	37 131,4	7 441,0	18 436,5	9 834,1
2024	29 627,8	78 611,6	36 614,8	7 337,6	18 207,1	9 689,4
2025	29 711,5	78 429,1	37 200,6	7 210,4	18 021,3	9 804,6
2026	29 773,7	78 185,8	38 252,5	7 089,4	17 820,8	10 021,4
2027	29 852,4	78 003,5	40 038,7	6 978,5	17 620,4	10 484,3
2028	29 816,3	77 933,4	40 477,6	6 827,8	17 467,5	10 599,4
2029	29 697,4	77 964,6	40 483,1	6 662,3	17 335,4	10 633,1
2030	29 611,6	77 957,7	41 327,6	6 507,0	17 192,1	10 854,6

Кроме того, остается достаточно востребованным высшее образование, это в перспективе приведет к перенасыщению рынка труда работниками с высшим образованием, в то время как численность рабочих с профессиональным образованием будет расти недостаточными темпами. Поэтому для обеспечения потребностей экономики региона решение данного вопроса остается достаточно острым. Кроме того, важнейшим остается проблемы старения населения, а также уменьшения численности населения моложе трудоспособного возраста [2].

Происходящие негативные изменения половозрастной структуры населения в перспективе приведут к тому, что будет наблюдаться недостаток в трудовых ресурсах, который приведет к росту нагрузки на трудоспособное население. В таких условиях повышение уровня иммиграции является одним из основных факторов сохранения и роста численности сельского населения. Данные тенденции будут сохраняться длительное время, а их преодоление потребует разработки комплекса мероприятий, направленных на исправление сложившейся ситуации в сельской местности.

В условиях обострения демографической и трудоворесурсной ситуации на рынке труда уровень образования населения, в том числе и профессионального образования, будет ещё в большей степени определять направление развития человеческого капитала, темпы экономического развития регионов и страны в целом. «Модернизация страны опирается на модернизацию образования, на его содержательное и структурное обновление. Россия должна выбрать образование в качестве приоритета – одной из «национальных точек роста» [3].

Приоритетной задачей модернизации профессионального образования является повышение его качества, а следовательно, повышение уровня конкурентоспособности выпускников профессиональных образовательных организаций. Качество образования рассматривается как интегральная характеристика всей системы образования, и является комплексным показателем, синтезирующим и объединяющим все этапы становления и развития личности, одним из основных критериев эффективности работы образовательного учреждения, подготавливающего квалифицированные кадры, способные обеспечить работу предприятия [8]. Качество образования – это также характеристика всей системы образования, которая отражает степень соответствия реально достигаемых образовательных результатов, условий ор-

ганизации образовательного процесса нормативным требованиям, социальным и личностным ожиданиям [1].

Таблица 2 - Прогноз распределения численности населения по основным возрастным группам в Белгородской области, чел.

Годы	Всего населения			Сельское население		
	моложе трудоспособного возраста	трудоспособного возраста	старше трудоспособного возраста	моложе трудоспособного возраста	трудоспособного возраста	старше трудоспособного возраста
2016	253 751	882 974	413 412	83 277	274 451	152 770
2017	258 489	872 974	421 061	83 800	271 156	152 872
2018	263 741	862 945	427 924	84 581	267 412	153 332
2019	267 828	854 583	434 031	85 235	263 968	153 734
2020	270 984	848 573	438 563	85 537	261 372	153 814
2021	274 119	842 289	443 280	85 892	258 486	154 338
2022	277 312	836 936	446 916	86 389	255 683	154 856
2023	279 452	833 541	449 738	86 479	253 657	155 355
2024	280 221	832 221	452 094	86 202	252 148	156 105
2025	279 876	833 465	453 170	85 610	251 529	156 622
2026	279 731	834 025	454 756	85 292	250 680	157 346
2027	279 958	834 499	455 915	85 253	249 547	158 146
2028	279 513	835 808	456 915	84 848	248 958	158 906
2029	278 389	838 177	457 528	84 228	248 805	159 511
2030	277 507	840 321	458 014	83 623	248 714	160 013

Потенциальные возможности аграрных вузов, в вопросах профессиональной подготовки студентов для агропромышленного комплекса, заключаются в способности обеспечить качественные условия обучения, материально-техническую базу, финансовое и информационное обеспечение, что позволит, в целом, достичь необходимого качества профессионального образования. Качественные показатели современного профессионального образования также обеспечиваются путем выбора соответствующих задач подготовки специалистов аграрного профиля подходов, принципов, современных методов, средств и технологий, призванных обеспечить достижение образовательных результатов, согласующихся с нормативами, критериями, стандартами и запросами современного агропромышленного комплекса, в том числе – в лице работодателей.

Образовательные результаты – это степень освоения студентом содержания образования, его успешность и личностный рост. К обязательным и возможным образовательным результатам следует отнести знание и умение применять в практической деятельности достижения в процессе получения образования, понимание и освоение «на уровне представлений», готовность к использованию полученных знаний на следующей ступени обучения, готовность использовать их за пределами учебного предмета [8].

В качестве образовательных результатов на современном этапе рассматривают: а) новые ключевые компетенции, приобретенные в процессе обучения; б) новые умения и навыки по сравнению с существующей практикой; в) развитые познавательные интересы; г) высокая информационная культура, а именно – новые ключевые компетенции в области интерактивного использования цифрового учебного оборудования, программных документов; д) умение работать в группе; е) умение творчески применять полученные знания в новой практической ситуации, переход от усвоения информации к производству новых знаний и т.д. [8].

С увеличением темпов развития агропромышленного комплекса в Белгородской области возрастает потребность в высококвалифицированных специалистах, способных проектиро-

вать и внедрять новые методы и технологии, что повышает систему требований к процессу подготовки специалистов аграрного профиля. В свою очередь модернизация системы высшего профессионального образования приведет к увеличению числа высококвалифицированных специалистов, что будет способствовать экономическому росту агропромышленной сферы, созданию новых аграрных проектов. Однако, чтобы приступить к реализации поставленных задач, необходимо повысить культуру разработки проектов и создать «финансово-инжиниринговые институты нового типа, способные финансировать разработку и реализацию проектов и создавать для этого специальные инвестиционные схемы» [2] с целью подготовки собственных высококвалифицированных кадров. Это будет возможно при условии ориентации на инновационное преобразование учреждений системы среднего и высшего профессионального аграрного образования. На производство новых технологий и компетенций, как по базовым направлениям подготовки, так и по смежным в контексте формирования профессиональной траектории молодого специалиста.

Таким образом, на современном этапе основным критерием качества образования является не объем полученных знаний и умений, а умение и готовность овладевать методами получения новых знаний и использовать их в профессиональных и жизненных ситуациях, а также творческий подход к решению актуальных задач, к созданию и развитию современного инновационного агропромышленного комплекса.

Все выше изложенное и анализ существующей системы подготовки кадров для агропромышленного комплекса привели нас к мысли о поисках наиболее эффективных подходов, направлений, технологий в организации всей системы подготовки кадров в системе вуз – производство. Наиболее весомыми на современном этапе развития общества нам представляются два условия, два компонента, которые будут способствовать достижению необходимого образовательного результата при подготовке специалистов с учетом потребности в них аграрного производственного кластера.

1. Создание регионального аграрного образовательного кластера.

Переход на кластерную систему образования в 2011 году предложил, будучи премьер-министром РФ, В.В. Путин.

Понятие кластера ввел М.Э. Портер, который определил кластер как организационную форму консолидации усилий заинтересованных сторон [10; 20]. Кластер (от англ. cluster – ‘скопление’) является также объединением суммы однородных элементов, представляющих собой самостоятельную единицу, обладающую рядом определенных свойств, требующую учета множественных взаимосвязей между элементами, объединенными в единое целое [6].

Кластерный подход коррелирует с системным подходом, поскольку кластер – целостная система связей между компонентами, и синергетическим подходом, предполагающим саморазвитие, самоорганизацию и самореализацию [13].

«Образовательный кластер (educational cluster) – это: а) совокупность взаимосвязанных учреждений профессионального образования, объединенных по отраслевому признаку и партнерским отношениям с предприятиями отрасли; б) система обучения, взаимообучения и инструментов самообучения в инновационной цепочке наука – технологии – бизнес, основанная преимущественно на горизонтальных связях внутри цепочки» [12].

Суть концепции образовательных кластеров заключается в объединении под эгидой ведущего отраслевого вуза учреждений начального и среднего профессионального образования, профильных школ, базовых предприятий, основных заказчиков и потребителей специалистов [13].

Процесс кластеризации системы образования в мире осуществляется уже не менее 20 лет. Известен и описан опыт создания образовательных кластеров в регионах РФ: в Татарстане, в Московском, Пермском, Тобольском, Тульском и других регионах.

По А.В. Смирнову, формированию образовательного кластера должны предшествовать: а) идентификация «сети взаимосвязанных, взаимодополняющих организаций»; б) исследование «входов» и «выходов» организаций как системы; в) учитывать различия в уровне развития организаций, так как «они могут быть сильными, устойчивыми, латентными»; «определить локальные уникальные преимущества кластеров, неформальные отношения и неявные знания» [12].

Белгородская область, прежде всего, – область сельскохозяйственная, поэтому развитие аграрно-производственного кластера в регионе – главное условие достижения социального благополучия ее жителей.

Образовательный кластер региона, естественно, направлен на обеспечение аграрно-производственного кластера региона высококвалифицированными кадрами в рамках начального, среднего и высшего профильного профессионального образования.

Центр аграрного образовательного кластера 31 региона – ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина».

В него входят более 10 учреждений СПО – техникумы и колледжи в г. Алексеевке, г. Бирюче, п. Борисовке, п. Вейделевке, с. Дмитриевке, г. Короче, г. Новом Осколе, п. Ракитном, г. Старом Осколе, п. Чернянке, г. Шебекино, с. Ютановке.

Вполне коррелирует с кластерным подходом к организации образовательного процесса в вузе компетентностный подход, рекомендованный ФГОС ВО последнего поколения и являющийся приоритетным подходом на современном этапе развития профессионального образования.

При характеристике качества образования, полученного выпускником аграрного вуза, на первый план выходят показатели, которые дают интегрированные оценки образовательных результатов, такие, как:

- операциональность (способность выбора методов и средств и их соединения для решения определенных задач),
- мобильность (способность использования в различных ситуациях), а не просто определенный объем знаний.

2. Введение технологии дуального обучения.

В соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 год одним из главных условий развития системы высшего профессионального образования является вовлеченность студентов и преподавателей в фундаментальные и прикладные исследования. Это позволит не только сохранить известные в мире российские научные школы, но и вырастить новое поколение исследователей, ориентированных на потребности инновационной экономики. Фундаментальные научные исследования должны стать важнейшим ресурсом и инструментом освоения студентами компетентностей поиска, анализа, освоения и обновления информации [9].

Таким образом, на современном этапе одним из критериев качества образования является не объем полученных знаний и умений, а умение и готовность овладевать методами получения новых знаний и использовать их в профессиональных и жизненных ситуациях, в также креативный подход к решению динамичных задач.

Современная система высшего профессионального образования должна отвечать требованиям и запросам современных экономических и политических реалий. Выполнение данной задачи возможно только на пути создания и внедрения принципиально новых технологий, форм и средств обучения, предполагающих построение качественно иного образовательного процесса. Задача обоснования новой идеологии содержания высшего профессионального образования, построения образовательного процесса, т.е. поиска нового облика образования, требует для своего решения принципиально новых подходов, новых ориентиров. Главные из них – новые организационные формы учебной деятельности, взаимодействие преподавателя и обучаемых, новая образовательная среда, ориентированная на востребованные современным обществом образовательные результаты [8].

Значительная роль в этом процессе принадлежит внедрению в практику работы аграрных вузов дуальных форм обучения, при непосредственном участии современных агропромышленных предприятий.

Идеи дуального образования и обучения (англ. Dual Educational System, Dual training; нем. duale System) возникли и развивались в Германии [19; 22]. Этот подход является хорошей подготовкой к практической деятельности [17], позволяет подготовить специалистов в соответствии с потребностями работодателя и рынка в рабочей силе [20], благодаря осуществлению системы дуального образования успешно развивалась и развивается экономика Германии [18]. В России дуальная форма обучения существует уже более 10 лет [11], принята во многих вузах в качестве основы организации подготовки специалистов.

Актуальность дуальных форм обучения обусловлена, прежде всего, тем, что обучение на производстве, в реальном сельскохозяйственном секторе, агрохолдинге, является более гибким и предметным, т. е. прямо отражающим потребности будущих работодателей. Переход на дуальное обуче-

ние диктуется потребностью современного производства в специалистах, максимально адаптированных к требованиям конкретных работодателей, готовых сразу включаться в работу предприятия и обладающих такими качествами, как знание передовых технологий, умение выбрать оптимальный путь производственного решения, способность к инновациям, владение навыками управления коллективом, умение управлять компьютерной техникой, знание иностранных языков.

Дуальная форма профессионального образования рассматривается нами как образовательный процесс, сочетающий практическое обучение с частичной занятостью на производстве и обучение в традиционном образовательном учреждении. Дуальность означает «двуединство, двойственность», «единое организационное целое». Подобная форма профессионального образования возникла как продукт социального партнерства, которое представляет собой механизм тесного взаимодействия государства, работодателей, профсоюзов и различных общественных объединений по подготовке высококвалифицированного персонала в соответствии с потребностями рынка труда.

В последнее время все большее значение в профессиональном образовании приобретает проектное обучение как форма организации учебно-познавательной деятельности студентов. Так, по каждому направлению подготовки имеется замкнутый цикл всех однопрофильных образовательных программ, начиная с рабочей профессии и завершая подготовкой топ-менеджеров аграрного производства международного уровня по магистерской программе – МВА-агробизнес [3].

В данном направлении представляет интерес опыт реализации европейских магистерских программ в отечественных вузах, построенных на принципах проектно-проблемного обучения, предполагающего, кроме изучения новых инновационных дисциплин, ведение активной научно-исследовательской и проектной деятельности, направленной на решение конкретных проблем конкретного предприятия.

В Белгородском ГАУ имени В.Я. Горина деятельность обучающихся при данном подходе направлена на решение конкретных практических задач, а сам процесс обучения перенесен в условия действующего сельскохозяйственного предприятия или в учебно-производственные мастерские.

Чтобы приблизить обучение к производству, в БелГАУ созданы следующие условия: заключены договора с 69 базовыми хозяйствами и 178 технологическими комплексами для производственной и преддипломной практики, создано 27 учебных аудиторий непосредственно на производстве, 4 научно-производственных лаборатории, в том числе при СПК «Колхоз имени Горина» и ЗАО «Краснояружская зерновая компания».

Созданы 13 бизнес-инкубаториев с модельными производствами для освоения птицеводства, растениеводства, пчеловодства, рыбоводства, кролиководства, грибоводства, коневодства, переработки зерна, а также ветеринарная клиника и ветеринарная лаборатория, механическая мастерская, лаборатория клонирования и производства цветочных растений, станция обслуживания тракторов и автомобилей.

Ежегодно проводятся конкурсы профессионального мастерства студентов и преподавателей.

Университет поддерживает тесные связи с работодателями, обеспечивающими трудоустройство молодых специалистов, принимает заказы на подготовку кадров для конкретных производств.

В соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 год одним из главных условий развития системы высшего профессионального образования является вовлеченность студентов и преподавателей в фундаментальные и прикладные исследования. Это позволит не только сохранить известные в мире российские научные школы, но и вырастить новое поколение исследователей, ориентированных на потребности инновационной экономики. Фундаментальные научные исследования должны стать важнейшим ресурсом и инструментом освоения студентами компетентностей поиска, анализа, освоения и обновления информации [9].

Результатом проектной деятельности студентов Белгородского ГАУ имени В.Я. Горина являются учебные творческие проекты. «Целью профессионального образования является не столько формирование профессиональных компетентностей для будущей профессиональной деятельности, сколько развитие творческого потенциала личности» [6]. Сегодня востребован специалист, который не будет ждать инструкций, а вступит в жизнь с уже сложившимся творческим, проектно-конструктивным и духовно-личностным опытом [1].

Студенты привлекаются к проведению научно-исследовательских работ, участию в программах по внедрению новых агропромышленных технологий, выполнению курсовых и диплом-

ных работ под руководством не только научных сотрудников университета, но и опытных аграриев-практиков, внедрению результатов студенческих научных работ в реальное производство, работе студенческого конструкторского бюро по заказам сельскохозяйственных предприятий; практикуется выполнение дипломных работ (проектов) по заказу предприятия с оплатой за выполненные исследования [3].

Очевидна зависимость уровня подготовки аграрных специалистов от развития научно-инновационной деятельности: «Образование – через научные исследования и передовые технологии». Студенты и аспиранты привлекаются к научно-исследовательской работе, к участию во внедрении новых агропромышленных технологий, к выполнению творческих дипломных и курсовых проектов, к внедрению их результатов в производство. Организована работа студенческого конструкторского бюро по заказам сельскохозяйственных предприятий [15].

Именно использование новых организационных форм учебной деятельности и использование новых средств обучения, определяет важнейшие факторы повышения эффективности профессионально-образовательной деятельности.

Таким образом, на современном этапе развития российского общества весомых изменений в профессиональном аграрном образовании можно добиться только путем повышения качества подготовки будущих аграриев, ориентации на достижение новых образовательных результатов и на применение новых организационных форм, соответствующих требованиям современного аграрного бизнес сообщества.

Библиография

1. Болотов В.А. Становление общероссийской системы оценки качества образования // Справочник заместителя директора школы. М.: Информационный центр «Ресурсы образования», 2007. С. 18-23.
2. Дорофеев А.Ф. Прогноз развития человеческого капитала аграрного сектора на региональном уровне / А.Ф. Дорофеев. Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. - № 3(54). – С. 187-198.
3. Дуальная система обучения: европейский опыт и перспективы реализации в российском аграрном образовании: учебн. Пособие / Турьянский А.В., Бреславец П.И., Дорофеев А.Ф., Никулина Н.Н., Литвиненко Т.Ю. Белгород: БелГАУ им. В.Я. Горина, 2015. 84 с.
4. Из Основных направлений социально-экономической политики Правительства Российской Федерации на долгосрочную перспективу // Высшее образование сегодня. 2001. № 1. С. 5.
5. Красикова Т.Ю. Формирование и развитие образовательного кластера как часть механизма интеграции вузовской науки в инновационную национальную систему. URL:<http://www.moluch.ru/conf/econ/archive/10/782/>
6. Кривых С.В., Кирпичникова А.В. Кластерный подход в профессиональном образовании: монография. СПб.: ИИОБ, 2015. 140 с.
7. Листвин А.А. Дуальная система профессионального обучения: условия применения в России // Вестник Череповецкого государственного университета. 2015. № 3. С. 118-122.
8. Магомедов Р.М. Повышение качества образования через достижение новых образовательных результатов // Сб. научных материалов Международной научно-практической интернет-конференции «Актуальные проблемы методики обучения информатике в современной школе» 16-17 февраля 2016г. М.: МПГУ, 2016. С. 211-215.
9. «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года»: распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 N 1662-р // Консультант Плюс. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/
10. Портер М.Э. Конкуренция. М.: Вильямс, 2009. 608 с.
11. Сидакова Л.В. Сущность и основные признаки дуальной модели обучения // Образование и воспитание. 2016. № 2. С. 62-64. URL: <https://moluch.ru/th/4/archive/29/803/> (дата обращения: 04.11.2018).
12. Смирнов А.В. Образовательные кластеры и инновационное обучение в вузе: Монография. Казань: РИЦ «Школа», 2010. 102 с.
13. Соколова Е.И. Термин «образовательный кластер» в понятийном поле современной педагогики // Непрерывное образование: XXI век. Выпуск 2 (6). 2014. URL: <https://i1121.petsru.ru/>
14. Терещенкова Е.В. Дуальная система образования как основа подготовки специалистов // Концепт. Москва. 2016. URL: <http://ekconcept.ru>
15. Турьянский А.В., Дорофеев А.Ф. Инновационные подходы подготовки аграрных специалистов в системе непрерывного аграрного образования (на примере Белгородской области)//Инновации. 2013. № 9 (179). С. 94-98.
16. Департамента АПК и воспроизводства окружающей среды Белгородской области [сайт]. URL: <https://belapk.ru/deyatelnost/ekonomika-i-finansy/>

17. [Deissinger T.](#) The German dual vocational education and training system as ‘good practice’? Local Economy Policy Unit (LEPU) at London. June 15, 2015. URL: <https://doi.org/10.1177/0269094215589311>
18. Engelmann J. Basics of the Dual System in Vocational Education and Training (VET) and the Role of the Chambers of Commerce and Industry (CCI). 28th March 2017/ URL: www.interreg-danube.eu/.../4be32bfa95c665c5168efc8588d
19. Greinert W.-D. European vocational training «systems» – some thoughts on the theoretical context of their historical development // Vocational Training. 2004. May-August, № 32. P. 18-20.
20. Petrosky J. The German Dual Educational System: Evolving Needs for a Skilled Workforce. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/.../59f40a5cc679ea9910334>.
21. Porter M., Ketelhohn N., Artiganave A., Kelly J., Krasniqi M., Gi M. T. P., Zhang L. The Massachusetts Higher Education and Knowledge Cluster: The Microeconomics of Competitiveness, USA, Massachusetts Press, 2010. P. 30.
22. Schulz, K. Das duale System der Beruflichen Bildung in Deutschland – Darstellung und Kritik / K. Schulz. Munchen [u. a.]: Grin Verl., 2004.

References

1. Bolotov V.A. Formation of the all-Russian system of education quality assessment // Spravochnik zamestitela direktora shkoli. M.: Resursi obrazovaniya, 2007. S. 18-23.
2. Dorofeev A.F. Forecast of human capital development in the agricultural sector at the regional level / A.F. Dorofeev. Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. - 2017. - № 3 (54). - p. 187-198.
3. Dual system of education: European experience and prospects of implementation in Russian agricultural education / Turyanskiy A.V., Breslavets P.I., Dorofeev A.F., Nikulina N.N., Litvinenko T.U. Belgorod: BelGAU im. V.I. Gorina, 2015. 84 s.
4. From the Main directions of social and economic policy of the Government of the Russian Federation in the long term/ Visheye obrazovaniye segodni. 2001.No 1. S. 5.
5. Krasikova T.U. Formation and development of the educational cluster as part of the mechanism of integration of University science in the innovative national system. URL:<http://www.moluch.ru/conf/econ/archive/10/782/>
6. Krivih S.V., Kiepchikova A.V. Cluster approach in professional education: monograph. SPb.: INOV, 2015. 140 s.
7. Listvin A.A. Dual system of vocational training: conditions of application in Russia // Vestnik Cherepoveckogo universiteta. 2015. No 3. S. 118-122.
8. Magomedov R.V. Improving the quality of education through the achievement of new educational results // Sb. Nauchnih materialov “Aktualniye 114roblem obucheniya informatike”. M.: MPGU, 2016. S. 211-215.
9. On the Concept of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2020”: order of the government of the Russian Federation ot 17.11.2008. No 1662 p // Konsultant plus. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/
10. Porter M.E. Competition. M.: Vilyams. 2009. 608 s.
11. Sidakova L.V. The essence and main features of the dual model of training // Obrazovaniye i vospitaniye. 2016/ N0 2. S. 62-64. URL: <https://moluch.ru/th/4/archive/29/803>
12. Smirnov A.V. Educational clusters and innovative education at the University: Monograph. Kazan: RIC “Shkola”. 2010. 102 s.
13. Sokolova E.I. The term “educational cluster” in the conceptual field of modern pedagogy // Neprerivnoye obrazovaniye. Vipusk 2 (6). 2014. URL: <https://i1121.petrso.ru/>
14. Tereschenkova T.V. Dual system of education as a basis for training specialists // Koncept. Moskva. 2016. URL: <http://ekoncept.ru>
15. Turianskiy A.V., Dorofeev A.F. Innovative approaches to training agricultural specialists in the system of continuous agricultural education (on the example of the Belgorod region) // Innovations/ 2013. No .9 (179)/ S. 94-98.
16. Department of agriculture and environmental reproduction of the Belgorod region [website]. URL: <https://belapk.ru/deyatelnost/ekonomika-i-finansy/>
17. [Deissinger T.](#) The German dual vocational education and training system as ‘good practice’? Local Economy Policy Unit (LEPU) at London. June 15, 2015. URL: <https://doi.org/10.1177/0269094215589311>
18. Engelmann J. Basics of the Dual System in Vocational Education and Training (VET) and the Role of the Chambers of Commerce and Industry (CCI). 28th March 2017/ URL: www.interreg-danube.eu/.../4be32bfa95c665c5168efc8588d
19. Greinert W.-D. European vocational training «systems» – some thoughts on the theoretical context of their historical development // Vocational Training. 2004. May-August, № 32. P. 18-20.
20. Petrosky J. The German Dual Educational System: Evolving Needs for a Skilled Workforce. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/.../59f40a5cc679ea9910334>.
21. Porter M., Ketelhohn N., Artiganave A., Kelly J., Krasniqi M., Gi M. T. P., Zhang L. The Massachusetts Higher Education and Knowledge Cluster: The Microeconomics of Competitiveness, USA, Massachusetts Press, 2010. P. 30.
22. Schulz, K. Das duale System der Beruflichen Bildung in Deutschland – Darstellung und Kritik / K. Schulz. Munchen [u. a.]: Grin Verl., 2004.

Сведения об авторах

Дорофеев Андрей Федорович, кандидат педагогических наук, доцент, проректор по инновациям и проектной деятельности, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина». Дом.1, улица Вавилова, пос. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия.308500, +74722 39-22-94 e-mail: dorofeev@bsaa.edu.ru

Никулина Наталья Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой профессионального обучения и социально-педагогических дисциплин, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина». Дом.1, улица Вавилова, пос. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия.308500, +74722 39-22-73, e-mail: Nikulina_n@bsu.edu.ru

Information about authors

Dorofeev Andrey Fedorovich, candidate of pedagogical Sciences, associate Professor, Vice-rector for innovation and project activities, FSBEI HE «Belgorod State Agricultural University V.Y. Gorin», 1 Vavilov St, Village Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308500, +74722 39-22-94, e-mail: dorofeev@bsaa.edu.ru

Nikulina Natalia Nikolajevna, candidate of pedagogical sciences, docent, Head of the Department of vocational training and socio-pedagogical Sciences, FSBEI HE “Belgorod State Agricultural University V.Y. Gorin”, 1 Vavilov St, Village Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308500, +74722 39-22-73, e-mail: Nikulina_n@bsu.edu.ru

332:330.131.5

А.Ф. Дорофеев, А.С. Чунихин

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

Аннотация. Региональная экономическая политика – важный инструмент государственного регулирования. Целями государственной политики регионального развития являются обеспечение равных возможностей для реализации установленных Конституцией Российской Федерации и федеральными законами экономических, политических и социальных прав граждан Российской Федерации на всей территории страны, повышение качества их жизни, обеспечение устойчивого экономического роста и научно-технологического развития регионов, повышение конкурентоспособности экономики Российской Федерации на мировых рынках на основе сбалансированного и устойчивого социально-экономического развития субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, а также максимального привлечения населения к решению региональных и местных задач. Реализация региональной экономической политики осуществляется преимущественно с помощью программно-целевого метода, суть которого состоит в разработке и реализации комплекса взаимосвязанных и последовательно осуществляемых программ и проектов. Любой проект, а тем более крупная региональная программа требует применения экономических ресурсов, включая бюджетные средства, объем которых всегда ограничен. В связи с этим возникает проблема эффективного использования ограниченных экономических ресурсов в частности и проблема оценки эффективности региональной экономической политики в целом. Оценка эффективности региональной экономической политики должна строиться, с одной стороны, на анализе общего состояния социально-экономической системы региона, а с другой – на анализе реализуемых программ и проектов. Важную функцию в оценке эффективности региональной экономической политики выполняют критерии – показатели, отражающие в концентрированном виде достижение основных политических целей. По состоянию на 01.01.2019 г. наиболее актуальными критериями эффективности региональной экономической политики являются показатели, обозначенные в Указе Президента РФ от 14.11.2017 N 548 «Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации». По итогам ежегодной оценки эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектам Российской Федерации предоставляются гранты в форме межбюджетных трансфертов в целях содействия достижению и (или) поощрения достижения наилучших значений показателей. Таким образом, критерии эффективности региональной экономической политики служат важным инструментом государственного регулирования развития региональных социально-экономических систем.

Ключевые слова: эффективность, результативность, региональная экономическая политика, критерии оценки, показатели.

EFFICIENCY CRITERIA OF THE REGIONAL ECONOMIC POLICY

Abstract. Regional economic policy is an important tool of state regulation. The objectives of state regional development policy are to ensure equal opportunities for the implementation of the economic, political and social rights established by the Constitution of the Russian Federation and federal laws for citizens of the Russian Federation throughout the country, improving their quality of life, ensuring sustainable economic growth and the scientific and technological development of regions, increasing competitiveness the economy of the Russian Federation in the world markets on the basis of a balanced and sustainable social economic development of the constituent entities of the Russian Federation and municipalities, as well as the maximum involvement of the population in solving regional and local problems. The implementation of regional economic policy is carried out mainly with the help of the program-target method, the essence of which consists in the development and implementation of a set of interrelated and consistently implemented programs and projects. Any project, and even more so a large regional program, requires the use of economic resources, including budget funds, the amount of which is always limited. In this regard, there is the problem of efficient use of limited economic resources in particular and the problem of assessing the effectiveness of regional economic policy in general. Evaluation of the effectiveness of regional economic policy should be based, on the one hand, on an analysis of the general state of the socio-economic system of the region, and on the other - on an analysis of ongoing programs and projects. An important function in assessing the effectiveness of regional economic policy is fulfilled by criteria — indicators that, in a concentrated form, reflect the achievement of basic political goals. As of January 1, 2019, the most relevant criteria for the effectiveness of regional economic policy are the indicators specified in Presidential Decree No. 548 of November 14, 2017 “On Evaluating the Effectiveness of the Executive Bodies of the Russian Federation Subjects”. Based on the results of the annual performance evaluation of the executive authorities, the regions of the Russian Federation are provided with grants in the form of interbudgetary transfers in order to facilitate the achievement and (or) encouragement of achieving the best indicators. Thus, the criteria for the effectiveness of regional economic policies are an important tool for state regulation of the development of regional socio-economic systems.

Keywords: efficiency, effectiveness, regional economic policy, evaluation criteria, indicators.

Региональная экономическая политика – важный инструмент государственного регулирования. В соответствии с Указом Президента РФ от 16.01.2017 № 13 «Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года», государственная политика регионального развития – это система приоритетов, целей, задач, мер и действий федеральных органов государственной власти по политическому и социально-экономическому развитию субъектов Российской Федерации и муниципальных образований [7].

Целями государственной политики регионального развития являются обеспечение равных возможностей для реализации установленных Конституцией Российской Федерации и федеральными законами экономических, политических и социальных прав граждан Российской Федерации на всей территории страны, повышение качества их жизни, обеспечение устойчивого экономического роста и научно-технологического развития регионов, повышение конкурентоспособности экономики Российской Федерации на мировых рынках на основе сбалансированного и устойчивого социально-экономического развития субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, а также максимального привлечения населения к решению региональных и местных задач.

Реализация региональной экономической политики осуществляется преимущественно с помощью программно-целевого метода, суть которого состоит в разработке и реализации комплекса взаимосвязанных и последовательно осуществляемых программ и проектов. Любой проект, а тем более крупная региональная программа требует применения экономических ресурсов, включая бюджетные средства, объем которых всегда ограничен. В связи с этим возникает проблема эффективного использования ограниченных экономических ресурсов в частности и проблема оценки эффективности региональной экономической политики в целом.

Оценка эффективности региональной экономической политики должна строиться, с одной стороны, на анализе общего состояния социально-экономической системы региона, а с другой – на анализе реализуемых программ и проектов.

Эффективность – категория, которая широко применяется для оценки управленческой деятельности. Она отражает соответствие полученных результатов целям и интересам людей. При оценке эффективности применяются два основных подхода. Первый реализуется путем сопоставления полученных результатов и затраченных (использованных) ресурсов. Второй – путем сопоставления полученного результата с максимально возможным или запланированным результатом.

Если первый подход однозначно трактуется применительно к оценке эффективности, прежде всего экономической, то второй подход зачастую ассоциируют с оценкой результативности. Так, ГОСТ Р ИСО 9000-2015 определяет эффективность как соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами, а результативность как степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов [2].

Все же понятие «эффективность» более широкое, чем понятие «результативность», что подтверждается теорией и практикой.

А.В. Клюев, анализируя совместное использование категорий «результативность» и «эффективность», предложил рассматривать соотношение между ними через категорию «цель» (рисунок 1).



Рис. 1. Соотношение понятий «эффективность и результативность» [3]

В соответствии с Методическими указаниями по разработке и реализации государственных программ Российской Федерации, утвержденными приказом Минэкономразвития России от 16.09.2016 №582, методика оценки эффективности государственной программы должна представлять собой алгоритм оценки фактической эффективности реализации государственной программы и быть основана на оценке результативности государственной программы с учетом объема ресурсов, направленных на ее реализацию. Методика оценки эффективности государственной программы, применяемая ответственным исполнителем, должна учитывать необходимость проведения оценок: 1) степени реализации ведомственных целевых программ и основных мероприятий (достижения ожидаемых непосредственных результатов их реализации); 2) степени достижения показателей (индикаторов) подпрограмм и государственной программы в целом; 3) степени соответствия запланированному уровню затрат и эффективности использования средств федерального бюджета; 4) иных направлений оценки эффективности, учитывающих отраслевую специфику государственной программы [6].

Например, в соответствии с Методикой оценки эффективности реализации государственной программы Российской Федерации "Социально-экономическое развитие Калининградской области", степень реализации основного мероприятия подпрограммы оценивается как доля мероприятий основного мероприятия подпрограммы, выполненных в полном объеме, от числа запланированных к реализации мероприятий основного мероприятия подпрограммы в отчетном году по следующей формуле:

$$СРом_{нпгпн} = Мом_{нв} / Мом_{нпл}$$

где $СРом_{нпгпн}$ - степень реализации основного мероприятия подпрограммы; $Мом_{нв}$ - количество выполненных в полном объеме мероприятий основного мероприятия подпрограммы из числа запланированных к реализации мероприятий основного мероприятия подпрограммы в отчетном году; $Мом_{нпл}$ - общее количество мероприятий основного мероприятия подпрограммы, запланированных к реализации в отчетном году [5].

Следовательно, оценка результативности выполнения программных мероприятий имеет вспомогательный характер применительно к оценке эффективности государственных и региональных программ.

Важную функцию в оценке эффективности региональной экономической политики выполняют критерии – показатели, отражающие в концентрированном виде достижение основных политических целей.

По состоянию на 01.01.2019 г. наиболее актуальными критериями эффективности региональной экономической политики являются показатели, обозначенные в Указе Президента РФ от 14.11.2017 N 548 «Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации», среди которых:

- ожидаемая продолжительность жизни при рождении;
- отношение среднедушевых денежных доходов населения за вычетом сумм обязательных платежей и оплаты услуг жилищно-коммунального хозяйства к стоимости фиксированного набора основных потребительских товаров и услуг;
- доля населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума, установленной в субъекте Российской Федерации;
- коэффициент доступности жилья (количество лет, необходимых семье, состоящей из трех человек, для приобретения стандартной квартиры общей площадью 54 кв. метра с учетом среднего годового совокупного денежного дохода семьи) [4].

По итогам ежегодной оценки эффективности деятельности органов исполнительной власти, субъектам Российской Федерации предоставляются гранты в форме межбюджетных трансфертов в целях содействия достижению и (или) поощрения достижения наилучших значений показателей. Таким образом, критерии эффективности региональной экономической политики служат важным инструментом государственного регулирования развития региональных социально-экономических систем.

Библиография

1. Абрамов Р.А. Критерии эффективности государственного и регионального управления в контексте проектного подхода / Р.А. Абрамов, Р.Т. Мухаев, М.С. Соколов // Теоретическая и прикладная экономика. 2017. № 1. С. 96-112.
2. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь / утв. Приказом Росстандарта от 28.09.2015 № 1390-ст [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_195013/
3. Клюев А.В. Сущность, отношения и возможности совместного использования понятий "результативность" и "эффективность" / А.В. Клюев // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. 2017. Т. 16. № 4. С. 532-555.
4. Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации / Указ Президента РФ от 14.11.2017 N 548 [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_282702/
5. Об утверждении Методики оценки эффективности реализации государственной программы Российской Федерации "Социально-экономическое развитие Калининградской области" / Приказ Минэкономразвития России от 10.07.2018 N 360 [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_303565/
6. Об утверждении Методических указаний по разработке и реализации государственных программ Российской Федерации / Приказ Минэкономразвития России от 16.09.2016 N 582 [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_205801/
7. Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года / Указ Президента РФ от 16.01.2017 N 13 [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_210967/
8. Синенко П.В. Формирование приоритетов и критериев социально-экономической (региональной) политики Российской Федерации // Евразийский союз ученых. 2016. № 1-1 (22). С. 100-103.

References

1. Abramov R.A. Criteria of the effectiveness of state and regional governance in the context of the project approach / R.A. Abramov, R.T. Mukhaev, M.S. Sokolov // Theoretical and Applied Economics. 2017. No. 1. P. 96-112.
2. GOST R ISO 9000-2015. National standard of the Russian Federation. Quality management systems. The main provisions and dictionary / approved. Order of Rosstandart dated 09.28.2015 No. 1390-St [Electronic resource] .– Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_195013/
3. Klyuev A.V. The essence, relationships and the possibility of sharing the concepts of "performance" and "efficiency" / A.V. Klyuev // Bulletin of UrFU. Series: Economics and Management. 2017. V. 16. No. 4. P. 532-555.
4. Evaluation of the performance of the executive authorities of the constituent entities of the Russian Federation / Decree of the President of the Russian Federation of November 14, 2017 N 548 [Electronic resource] .– Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_282702/
5. On approval of the Methodology for evaluating the effectiveness of the implementation of the state program of the Russian Federation "Socio-economic development of the Kaliningrad region" / Order of the Ministry of Economic Development of Russia of 10.07.2018 N 360 [Electronic resource] .– Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_303565/
6. On approval of guidelines for the development and implementation of state programs of the Russian Federation / Order of the Ministry of Economic Development of Russia of September 16, 2016 N 582 [Electronic resource] .– Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_205801/
7. On approval of the Fundamentals of the state policy of regional development of the Russian Federation for the period until 2025 / Decree of the President of the Russian Federation of January 16, 2017 N 13 [Electronic resource] .– Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_210967/
8. Sinenko P.V. Formation of priorities and criteria for the socio-economic (regional) policy of the Russian Federation // Eurasian Union of Scientists. 2016. № 1-1 (22). Pp. 100-103.

Сведения об авторах

Дорофеев Андрей Фёдорович, доктор экономических наук, доцент, проректор по научной работе и инновациям ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-22-94, e-mail: dorofeev@bsaa.edu.ru

Чунихин Андрей Сергеевич, аспирант третьего года обучения, кафедры экономической теории и экономики АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Information about authors

Andrei F. Dorofeev, Doctor of Economics, Associate Professor, Vice-Rector for Research and Innovations Belgorod State Agricultural University named after V.Y. Gorin, Vavilov Str., 1, p. Maysky, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, phone. + 74722 39-22-94, e-mail: dorofeev@bsaa.edu.ru

Andrei S. Chunikhin, third-year postgraduate student, Department of Economic Theory and Economics of Agro-Industrial Complex, Belgorod State Agricultural University named after V.Y. Gorin, Vavilov Str., 1, p. Maysky, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 633.34:631.816.3

П.А. Ефанов, О.Н. Шабетя, Н.В. Коцарева

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ОБРАБОТОК НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОИ

Аннотация. Статья посвящена вопросам технологии возделывания сои на семена. Существует резерв повышения семенной продуктивности сои, и в первую очередь показателей качества, за счет разработки приемов и способов технологии возделывания. Цель исследований - разработка приемов и способов повышения семенной продуктивности сои. В статье изучена возможность проведения некорневой подкормки сои в разные сроки и в баковой смеси с различными препаратами. Исследования проводили на 2-х сортах разных групп спелости (раннеспелом и среднеспелом). В опыте изучали: 1) влияние на рост, развитие, урожайность и качество зерна сои обработки по вегетации в фазе 1-2 тройчатых листьев Карбамидом 5 кг/га. 2) влияние на рост, развитие, урожайность и качество зерна сои обработки по вегетации в фазе 2-4 тройчатых листьев (начало цветения) баковой смесью - Карбамид 2,4 кг/га, + Агростимулин 20г/га, + Рексолин АВС 100г/га. В статье представлены результаты оценки эффективности некорневой подкормки и влияния сроков проведения подкормки на рост, развитие растений, семенную продуктивность и показатели качества зерна сои. Применение азотного удобрения карбамид (5 кг/га) по вегетации в фазе 1-2 тройчатых листа и баковой смеси препаратов: карбамид (2,4 кг/га), Агростимулин (20 г/га) и Рексолин АВС (100г/га) в фазе «2-4 тройчатых листьев - начало цветения» не оказало влияния на посевные качества семян сортов сои. У сорта Кассиди в варианте с обработкой баковой смесью Агростимулин, Рексолин АВС + карбамид в фазе 2-4 тройчатых листа отмечено существенное увеличение продуктивности, за счет увеличения крупности зерна, а при обработке карбамидом в фазе 1-2 тройчатых листа отмечено снижение урожайности и более мелкое зерно.

Ключевые слова: соя, технология, обработка, качество семян, урожайность, лабораторный метод, оценка.

INFLUENCE OF NON-CORE TREATMENTS ON YIELD AND QUALITY OF SOY GRAIN

Abstract. Article is devoted to questions of technology of cultivation of soy on seeds. There is a reserve of increase in seed efficiency of soy, and first of all quality indicators, due to development of receptions and ways of technology of cultivation. The purpose of our researches was to develop receptions and ways of increase in seed efficiency of soy. In article the possibility of carrying out not root fertilizing of soy in different terms and in tank mix with various medicines is studied. Researches were conducted on 2 grades of different groups of ripeness (early ripe and mid-season). In experience were studied: 1) influence on growth, development, productivity and quality of grain of soy of processing on vegetation in a phase of 1-2 ternate leaves the Carbamide of 5 kg/hectare. 2) the impact on growth, development, productivity and quality of grain of soy of processing on vegetation in a phase of 2-4 ternate leaves (the beginning of blossoming) tank mix - the Carbamide of 2.4 kg/hectare, Agrostimulin 20g/hectare, Reksolin AVS 100grga. Are presented in article results of assessment of efficiency of not root fertilizing and influence of terms of carrying out fertilizing on growth, development of plants, seed efficiency and indicators of quality of grain of soy. The use of urea nitrogen fertilizer 5 kg / ha for vegetation in the phase of 1-2 ternate leaves and tank mixture of drugs: Urea (2.4 kg / ha), Agrostimulin (20 g / ha) and Rexolin ABC (100g / ha) in phase 2 -4 trifoliolate leaves (early flowering) did not affect the sowing qualities of seeds of both soybean varieties. In the Cassidy variety in the variant with treatment with Agakstromaline, Rexolin ABC + Urea mixture in phase 2-4 triple leaves, a significant increase in productivity was observed due to an increase in grain size, while in Carbomide processing, in phase 1-2 triple leaves, yield was reduced and a smaller corn.

Keywords: soybean, technology, processing, quality of seeds, yield, laboratory method, evaluation.

Соя благодаря своему богатому химическому составу семян и многостороннему использованию в кормовых, пищевых и технических целях является уникальной и ценнейшей культурой [10]. Высокое (до 45-48 %) содержание в зерне полноценного по аминокислотному составу, растворимость и усвояемость белка, и высококачественное по жирно-кислотному составу масло (до 25 %) предопределяет ее широкое распространение [11]. Поэтому производство соевого зерна в мире ежегодно возрастает, и в начале XXI века эта культура по валовым сборам вышла на четвертое место среди полевых культур после пшеницы, риса и кукурузы [3, 4, 5, 9].

Соя и в нашей стране становится высокодоходной культурой, приближаясь по экономической эффективности к подсолнечнику и сахарной свекле. В 2010 г. в Дальневосточном

федеральном округе РФ посевная площадь сои в хозяйствах всех категорий составила 495,6 тыс./га. Второе место по размерам посевных площадей сои в Российской Федерации занимает Южный федеральный округ, где площадь возделывания культуры составляет 197,8 тыс./га, третье и четвертое место соответственно – Приволжский (12,8 тыс./га) и Центральный федеральный округ (8,4 тыс./га) [16].

Велико и агрономическое значение этой бобовой культуры, являющейся отличным предшественником для зерновых и повышающей плодородия почвы благодаря способности усваивать атмосферный азот посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями-азотофиксаторами [7, 8].

Значимость и востребованность сои в России возросла в связи с увеличением производства животноводческой продукции в последние 15 лет [10].

В настоящее время научными учреждениями разных зон России созданы надежные высокопродуктивные сорта сои для конкретных условий выращивания, разработаны интенсивные и адаптивные зональные технологии их возделывания, являющиеся основой выращивания высоких урожаев [12, 13]. Однако для получения стабильных высоких урожаев сои во всех зонах необходимо строгое соблюдение современных научно обоснованных агротребований к подбору надежных сортов и приемов их возделывания с учетом определенных условий [1, 2].

Увеличение производства сельскохозяйственной продукции являлось и является важнейшей задачей для нашей страны. Значительную роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур занимает разработка и внедрение современных технологий их возделывания – в частности, рациональных севооборотов, эффективных способов обработки почвы, применение удобрений, новых сортов, применения десикантов и стимуляторов роста. Есть резерв повышения семенной продуктивности сои и в первую очередь показателей качества за счет разработки приемов и способов технологии возделывания с учетом определенной агротехнологии [2].

Цель исследования. Цель наших исследований состояла в изучении влияния некорневых обработок на урожайность и качество зерна сои. Для достижения цели была поставлена задача по изучению эффективности совмещения подкормки по вегетирующим растениям сои в разные фазы роста и в баковой смеси с различными препаратами.

Материал и методика исследования. Исследования по теме «Разработка приемов и способов повышения семенной продуктивности сои при возделывании по технологии с минимальной обработкой почвы» проводили в Белгородском государственном аграрном университете имени В.Я. Горина.

Технология выращивания общепринятая для ЦЧР.

Исследования проводили на двух сортах разных групп спелости (раннеспелом - Максус и среднеспелом - Кассиди.).

В опыте изучали влияние некорневой подкормки на рост, развитие, урожайность и качество зерна сои обработки по вегетации:

- Опрыскивание водой – контроль;
- Карбамидом (5 кг/га) в фазе «1-2 тройчатый лист»;
- Карбамидом (5 кг/га) в фазе «2-4 тройчатых листа - начало цветения».
- баковой смесью Карбамид (2,4 кг/га) + Агростимулин (20г/га) + Рексолин АВС (100г/га) в фазе «1-2 тройчатый лист»;
- баковой смесью Карбамид (2,4 кг/га) + Агростимулин (20г/га) + Рексолин АВС (100г/га) в фазе «2-4 тройчатых листа - начало цветения» по сравнению с общепринятой технологией [14, 15].

Срок посева – первая декада мая сеялкой «Селфорд». Глубина посева - 4-5 см, ширина междурядий 19-22 см. - Норма высева 130 кг/га.

Опыт проводили на опытном участке кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, учетная площадь делянки 0,05 га, количество повторений - 6. Защитная полоса между делянками 30 см [6].

Результаты исследования. В результате оценки эффективности некорневой подкормки и влияния сроков проведения подкормки на рост, развитие растений, семенную продуктивность и показатели качества зерна сои было установлено, что на раннеспелом сорте Максус при использовании некорневых подкормок существенно увеличивались хозяйственно ценные показатели растений сои (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние некорневых подкормок на хозяйственно ценные показатели растений и продуктивность сои раннеспелого сорта Максус

Вариант	Высота растений, см	Бобов, шт. на 1 растении	Зерен, шт. на 1 растении	Урожайность т/га.
Опрыскивание водой - контроль	60	11,8	26,6	24,7
Некорневая обработка Карбамидом - 5 кг/га в фазе «1-2 тройчатый лист»	62	11,2	28,6	25,8
Некорневая обработка Карбамидом - 5 кг/га в фазе «2-4 тройчатых листа - начало цветения» в фазе «1-2 тройчатый лист»	70	12,3	30,2	26,0
Некорневая обработка препаратами Карбамид (2,4 кг/га) + Агростимулин (20 г/га) + Рексолин АВС (100 г/га) в фазе «1-2 тройчатый лист»	75	14,6	31,3	27,1
Некорневая обработка препаратами Карбамид (2,4 кг/га) + Агростимулин (20 г/га) + Рексолин АВС (100 г/га) в фазе «2-4 тройчатых листа - начало цветения»	77	15,2	31,8	27,5
НСР _{0,05}	1,3	0,9	2,3	1,1

Урожайность зерна составила 25,8-27,5 т/га при использовании некорневых подкормок и увеличилась на 5-23 %. Лучшие результаты были получены при использовании баковой смеси «Карбамид (2,4 кг/га) + Агростимулин (20 г/га) + Рексолин АВС (100 г /га)» в фазе «2-4 тройчатых листа - начало цветения».

Влияние некорневых подкормок на посевные качества семян сои сорта Максус было незначительно, но способствовало увеличению содержания белка в зерне (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние некорневых подкормок на посевные качества семян сои сорта Максус и содержание белка

Вариант	Масса 1000, г	Всхожесть, %	Содержание белка, %
Опрыскивание водой - контроль	140	96	39,2
Некорневая обработка Карбамидом - 5 кг/га в фазе «1-2 тройчатый лист»		97	40,3
Некорневая обработка Карбамидом - 5 кг/га в фазе «2-4 тройчатых листа - начало цветения» в фазе «1-2 тройчатый лист»	143	97	40,8
Некорневая обработка препаратами Карбамид (2,4 кг/га) + Агростимулин (20 г/га) + Рексолин АВС (100 г /га) в фазе «1-2 тройчатый лист»	144	98	41,1
Некорневая обработка препаратами Карбамид (2,4 кг/га) + Агростимулин (20 г/га) + Рексолин АВС (100 г /га) в фазе «2-4 тройчатых листа - начало цветения»	145	97	41,9
НСР _{0,05}	6	1,7	0,7

Показатели масса 1000 семян, всхожесть и содержание белка соответствовали ГОСТу 17 109 – 88.

На среднеспелом сорте Кассиди применение некорневых обработок оказало положительное влияние на хозяйственно ценные показатели растений сои по сравнению с контролем (табл. 3).

Увеличилась высота растений сои у среднеспелого сорта Кассиди на 17-25 %, количество бобов - на 6-27 %, зерен – на 3-11 %, урожайность - на 4-11 %.

Некорневые подкормки растений сои сорта Кассиди способствовали увеличению массы 1000 семян, не оказали влияния на всхожесть, повысили содержание белка в зерне (табл. 4).

Таблица 3 – Влияние некорневых подкормок на хозяйственно ценные показатели растений и продуктивность сои среднеспелого сорта Кассиди

Вариант	Высота растений, см	Бобов, шт. на 1 растении	Зерен, шт. на 1 растении	Урожайность т/га.
Опрыскивание водой - контроль	64	14,4	35,4	26,3
Некорневая обработка Карбамидом - 5 кг/га в фазе «1-2 тройчатый лист»	75	15, 2	36,6	27,7
Некорневая обработка Карбамидом - 5 кг/га в фазе «2-4 тройчатых листа - начало цветения» в фазе «1-2 тройчатый лист»	78	16,1	36,8	27,8
Некорневая обработка препаратами Карбамид (2,4 кг/га) + Агростимулин (20 г/га) + Рексолин АВС (100 г/га) в фазе «1-2 тройчатый лист»	80	18,2	38,4	28,5
Некорневая обработка препаратами Карбамид (2,4 кг/га) + Агростимулин (20 г/га) + Рексолин АВС (100 г/га) в фазе «2-4 тройчатых листа - начало цветения»	80	18,5	39,2	29,1
НСР _{0,05}	7	0,6	1,1	1,3

Показатели масса 1000 семян, всхожесть и содержание белка у сорта Кассиди соответствовали ГОСТу 17 109 – 88.

Таблица 4 – Влияние внекорневых подкормок на посевные качества семян сои, среднее по 3 повторениям, сорт Кассиди, 2018 г.

Вариант	Масса 1000, г	Всхожесть, %	Содержание белка, %
Опрыскивание водой - контроль	149	98	38,8
Некорневая обработка Карбамидом - 5 кг/га в фазе «1-2 тройчатый лист»	155	98	40,8
Некорневая обработка Карбамидом - 5 кг/га в фазе «2-4 тройчатых листа - начало цветения» в фазе «1-2 тройчатый лист»	158	98	40,8
Некорневая обработка препаратами Карбамид (2,4 кг/га) + Агростимулин (20 г/га) + Рексолин АВС (100 г/га) в фазе «1-2 тройчатый лист»	162	98	40,8
Некорневая обработка препаратами Карбамид (2,4 кг/га) + Агростимулин (20 г/га) + Рексолин АВС (100 г/га) в фазе «2-4 тройчатых листа - начало цветения»	163	98	40,8
НСР _{0,05}	4	-	-

Заключение. Некорневые подкормки растений сои Карбамидом (5 кг/га) в фазе «1-2 тройчатый лист» и в фазе «2-4 тройчатых листа - начало цветения» оказали меньшее влияние на хозяйственно ценные показатели сои по сравнению с баковой смесью «Карбамид (2,4 кг/га) + Агростимулин (20 г/га) + Рексолин АВС (100 г /га)» как по сортам, так и по срокам проведения обработки.

Библиография

1. Бейч А.В. Сравнительная урожайность сортов сои сибирской селекции в северной лесостепи Западной Сибири / А.В. Бейч // *Зерновое хозяйство*. 2002.- № 7. - С. 6-8.
2. Бельтюков Л.П. Сорт, технология, урожай / Л.П. Бельтюков. -Ростов-н/Д: ЗАО Книга. 2002. - 176 с.
3. Вилсон Л.А. Продукты питания из сои: из кн. «Руководство по переработке и использованию сои» / Пер. с англ. В.В. Ключкина, М.Л. Доморощенковой. М.: Колос, 1998. - 43 с.
4. Высоцкий В.Г. Рекомендации по использованию продуктов переработки соевых бобов в питании / В.Г. Высоцкий, И.С. Зилова // *Зерновое хозяйство*, 2002.- № 2.1. С. 30-31.
5. Дозорова А.В. Возделывание сои в Ульяновской области /А.В. Дозорова // *Зерновое хозяйство*. 1999.- № 2. - С. 30-31.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
7. Ефанов П.А. Оценка сортов сои в условиях Белгородской области / О.Н. Шабета, П.А. Ефанов // *Материалы Международной студенческой научной конференции (9-10 февраля 2016 г.)*. - Т. 1. – Белгород: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. - с. 8.
8. Ефанов П.А. Оценка сортов сои при выращивании по технологии NoTill в условиях Белгородской области /О.Н. Шабета, Н.В. Коцарева, П.А. Ефанов// *Белгородский Агромир*, 2016. - № 1 (96). – С. 49.

9. Зайцев В.Н. Соя в Центральной России не мечта, а реальность / 36. В.Н. Зайцев, Н.С. Афонин // Земледелие Зайцев В.Н. 1997. - № 2. - С. 15.
10. Звездичев В.В. Без зернобобовых не обойтись, и без сои, в частности, / В.В. Звездичев, С.С. Шерстнев // Зерновое хозяйство. 2002.- № 3.1. С. 14-15.
11. Зеленцов С.В. Формирование посевных качеств семян сои в зависимости от биологических особенностей растений и условий внешней среды: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Краснодар, 1995. - 22 с.
12. Лещенко А.К. Селекция, семеноведение и семеноводство сои / А.К. Лещенко, В.Г. Михайлов, В.И. Сичкарь. Киев: Урожай, 1985. - 118 с.
13. Лещенко А.К. Соя: (Генетика, селекция, семеноводство) / А.К. Лещенко, В.И. Сичкарь, В.Г. Михайлов, В.Ф. Киев: Наукова думка, 1987. -256 с.
14. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М.: ООО «Издательство Агрорус». - 2016. – Вып 19.
15. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М.: ООО «Издательство Агрорус». - 2017. – Вып 20.
16. Федотов В.А. Соя России / В.А. Федотов, С.В. Гончаров, О.В. Столяров,Т.Г., Ващенко, Н.С. Шевченко, - М.: Агролига России, 2012. – 168 с.
17. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ рода *Glycine L.* / Сост. Н. Корсаков, В. Корнейчук, Х. Леманн, Л. Пастуха. Л.: ВИР, 1981. - 44 с.

References

1. Beych A.B. Sravnitel'naya urozhaynost sortov soi sibirskoy seleksii v severnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri [Baych A.B. Comparative productivity of soybean varieties of Siberian breeding in the northern forest-steppe of Western Siberia / A.B. Beich // Grain Industry. 2002.- № 7. - p. 6-8.]
2. Beltyukov L.P. Sort, tehnologiya, urozhay [Beltyukov L.P. Grade, technology, harvest / L.P. Beltyukov. - Rostov-N / D: CJSC Book. 2002. - 176 p.]
3. Wilson L.A. Produkty pitaniya iz soi: Iz kn. «Rukovodstvo po pererabotke i ispol'zovaniyu soi» [Wilson, LA Food from soybean: From the book. "Guidelines for the processing and use of soy" / Per. from English V.V. Klyuchkina, M.L. Homebrown. M.: Kolos, 1998. - 43 p.]
4. Vysotskiy V.G. Rekomendatsii po ispol'zovaniyu produktov pererabotki soyevykh bobov v pitanii [Vysotsky V.G. Recommendations on the use of soybean processing products in nutrition / V.G. Vysotsky, I.S. Zilova // Grain economy, 2002.- № 2.1. С. 30-31.]
5. Dozorova A.B. Vozdelyvaniye soi v Ulyanovskoy oblasti [Dozorova A.B. Soybean Cultivation in the Ulyanovsk Region /A.B. Dozorova // Grain Industry. 1999.- № 2. - p. 30-31.]
6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Dospekhov B.A. Methods of field experience / B.A. Dospekhov - M.: Agropromizdat, 1985. - 352 p.]
7. Yefanov P.A. Otsenka sortov soi v usloviyakh Belgorodskoy oblasti [Efanov P.A. Assessment of soybean varieties in the conditions of the Belgorod region / O.N. Shabetya, P.A. Efanov // Proceedings of the International Student Scientific Conference (February 9-10, 2016) - T. 1. - Belgorod: Belgorodsky GAU Publishing House, 2016. - p. eight.]
8. Yefanov P.A. Otsenka sortov soi pri vyrashchivaniy po tekhnologii NoTill v usloviyakh Belgorodskoy oblasti [Efanov P.A. Evaluation of soybean varieties when grown according to the NoTill technology under the conditions of the Belgorod Region /O.N. Shabetya, N.V. Kotsareva, P.A. Efanov // Belgorod Agromir, 2016. - № 1 (96). - p. 49.]
9. Zaytsev V.N. Soya v Tsentral'noy Rossii ne mechta, a real'nost' / 36. B.N. Zaytsev, N.S. Afonin [Zaitsev V.N. Soybean in Central Russia is not a dream, but a reality / 36. V.N. Zaitsev, N.S. Afonin // Agriculture Zaitsev VN .. 1997. - № 2. - p. 15.]
10. Zvezdichev V.V. Bez zernobobovykh ne obyotis', i bez soi v chastnosti [Zvezdichev V.V. One cannot do without leguminous plants, and soy in particular, in particular / V.V. Zvezdichev, S.S. Sherstnev // Grain Industry. 2002.- № 3.1. С. 14-15.]
11. Zelentsov C.B. Formirovaniye posevnykh kachestv semyan soi v zavisimosti ot biologicheskikh osobennostey rasteniy i usloviy vneshney sredy [Zelentsov C.B. Formation of sowing qualities of soybean seeds, depending on the biological characteristics of plants and environmental conditions: Author's abstract. dis. Cand. S.-H. sciences. Krasnodar, 1995. - 22 p.]
12. Leshchenko A.K. Seleksiya, semenovedeniye i semenovodstvo soi [Leshchenko A.K. Selection, seed science and soybean seed / A.K. Leshchenko, V.G. Mikhailov, V.I. Sichkar. Kiev: Harvest, 1985. - 118 p.]
13. Leshchenko A.K. Soya: (Genetika, seleksiya, semenovodstvo) [Leshchenko A.K. Soybean: (Genetics, selection, seed production) / A.K. Leshchenko, V.I. Sichkar, V.G. Mikhailov, V.F. Kiev: Naukova Dumka, 1987. -256 p.]
14. Spravochnik pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy federatsii. [Handbook of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation. - М.: ООО Publishing House Agrorus. - 2016. - Vol. 19.]

15. Spravochnik pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy federatsii. [Handbook of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation. - М.: ООО Publishing House Agrorus. - 2017. - Vol. 20.]

16. Fedotov V.A. Soya Rossii [Fedotov V.A. Soybean of Russia, / V.A. Fedotov, S.V. Goncharov, O.V. Stolyarov, T.G. Vashchenko, N.S. Shevchenko, - Moscow: Agroliga Russia, 2012. - 168 p.]

Сведения об авторах

Ефанов Павел Анатольевич, аспирант кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского аграрного университета им. В.Я. Горина;

Шабетя Оксана Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, с.н.с., профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского аграрного университета им. В.Я. Горина, +79051735721, shabetya14@yandex.ru.

Коцарева Надежда Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского аграрного университета им. В.Я. Горина, +79066026713, knv1510@mail.ru.

Information about authors

Efanov Pavel Anatolyevich, Postgraduate Student, Department of Plant Growing, Breeding and Vegetable Growing, Belgorod Agrarian University. V.Ya. Gorina;

Shabetya Oksana Nikolayevna, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Professor, Department of Plant Growing, Breeding and Vegetable Growing, Belgorod Agrarian University named after V.Ya. Gorina, +79051735721, shabetya14@yandex.ru.

Kotsareva Nadezhda Viktorovna, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Plant Growing, Breeding and Vegetable Growing, Belgorod Agrarian University. V.Ya. Gorina, +79066026713, knv1510@mail.ru.

УДК 631.5:601.2(470)

В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, А.Н. Крюков, А.М. Хлопяников, Г.В. Хлопяникова

К РАЗРАБОТКЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. На основании литературных источников и собственных научных исследований представлены эффективные дифференцированные технологии возделывания полевых культур, в основу которых положено максимальное использование биологических факторов в земледелии, а также надежные инновационные агротехнические приемы. Предполагается рациональное использование исчерпаемых природных ресурсов, применение энергосберегающих агроприемов: применение минеральных удобрений, химических средств защиты, регуляторов роста растений на фоне рациональных приемов обработки почвы в биологизированных севооборотах. Это обеспечит расширенное воспроизводство плодородия почвы, стабильное производство биологически полноценной экологически безопасной продукции, снижение энерго и ресурсозатрат, сохранение окружающей среды.

Ключевые слова: агроклиматические ресурсы, полевые культуры, стационарный полевой опыт, технология, севооборот, обработка почвы, удобрения, урожайность, качество, продукция, эффективность.

TO DEVELOPMENT OF EFFECTIVE DIFFERENTIATED TECHNOLOGIES OF CULTIVATION OF FIELD CULTURES

Abstract. On the basis of references and own scientific research the effective differentiated technologies of cultivation of field cultures which basis the maximum use of biological factors in agriculture and also reliable innovative agrotechnical receptions is are presented. Rational use of exhaustible natural resources, application of energy saving agrotechnical receptions is supposed: use of mineral fertilizers, chemical means of protection, regulators of growth of plants against the background of rational methods of processing of the soil in biologized crop rotations. It will provide expanded reproduction of fertility of the soil, stable production of biologically full-fledged ecologically safe products, decrease power and resources consumptions, preservation surrounding environments.

Keywords: agroclimatic resources, field cultures, stationary field experiment, technology, crop rotation, processing of the soil, fertilizer, productivity, quality, products, effic.

Введение. Интенсификация земледелия наряду с известными положительными результатами обуславливает целый ряд экологических и экономических проблем. Их решение при сохранении высокого уровня производства биологически полноценной, экологически безопасной продукции растениеводства возможно только на основе всесторонней биологизации современного земледелия, внедрения низкзатратных адаптивных агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур [1,2].

Главным концептуальным положением в предлагаемой статье является то, что биологизация земледелия рассматривается как интенсификация максимального использования биологических факторов в земледелии. Основной целью является использование исчерпаемых ресурсов, создание экологически благоприятных режимов функционирования агроэкосистем, обеспечения производства биологически полноценной, экологически безопасной продукции. А так же предотвращения или устранения негативных экологических последствий в окружающей среде, связанных с производством растениеводческой продукции [3,4].

При этом мы исходим из того, что в земледелии биологические факторы не должны противопоставляться небиологическим и тем более, полностью отрицать последние. Биологические факторы должны использоваться не только для замены антропогенных воздействий, но и для повышения эффективности последних или устранения и предотвращение негативных последствий их применения [5,6,7].

Следовательно, необходимо ориентироваться на сочетании технологий возделывания сельскохозяйственных культур с различной степенью биологизации, возможность которых определяется комплексом конкретных природных и хозяйственных условий. Среди таких технологий возделывания полевых культур большой удельный вес составляют не чисто биологические, а биологизированные (переходные к биологическим технологиям) которые наряду с использованием экологических достоинств биологического земледелия позволяют

применять в разумных пределах минеральные удобрения, химические средства защиты растений [8,9,10].

Поставленная на изучение проблема должна соответствовать сложившемуся в мире уровню и направлению научных исследований, а ее реализация целесообразна, так как имеет значение для решения вопросов экономии энергетических ресурсов, улучшение экологических показателей использования земельных ресурсов Российской Федерации, повышение качества продукции растениеводства, снижения её себестоимости.

Изложение материала. Разработка и внедрение в агропромышленный комплекс лесной и лесостепной зон европейской части Российской Федерации дифференцированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур должны базироваться на активации максимальном использовании биологических факторов плодородия почвы, применении энергосберегающих агроприемов сельскохозяйственных культур, обеспечивающих стабильное производство экологически безопасной и биологически полноценной продукции, расширенное воспроизводство плодородия почвы, снижение энерго и ресурсозатрат, сохранение окружающей среды.

Для этого необходимо решить следующие задачи.

Определить уровень возможной биологизации дифференцированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур для предприятий с разными природными и хозяйственными условиями.

Оценить уровень производства экологически безопасной продукции сельскохозяйственных культур при различных технологиях возделывания, воздействия их на почву и окружающую среду при использовании зерновых бобовых культур, промежуточных посевов, соломы зерновых, отавы многолетних трав на удобрения и других факторов активации биологических процессов в почве.

Определить узкие места в технологиях и технологических системах (ограничивающий фактор) и усовершенствовать приемы возделывания сельскохозяйственных культур с целью эффективного использования агроклиматических ресурсов региона.

Усовершенствовать систему машин с целью минимализации обработки почвы, ухода за посевами и уборки урожая.

Определить экономическую и энергетическую эффективность дифференцированных региональных технологий возделываемых сельскохозяйственных культур.

Провести производственные испытания разработанных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, обобщить полученные результаты и дать им экономическую оценку.

Следует учесть, что разработка и внедрение дифференцированных биологизированных и биологических технологий возделывания полевых культур на основе системного подхода в России проводились ограничено.

Довольно широко развернуты исследования по биологическому земледелию за рубежом в развитых капиталистических странах с высоким уровнем химизации (США, Германия, Голландия, Швейцария, Великобритания, Швеция и др.), где данные исследования ведутся в больших масштабах. Однако наши природные, экологические условия далеко неадекватны этим странам, поэтому разработка таких систем и технологий весьма актуальна.

В соответствии с целью и задачами исследований необходимо заложить стационарный полевой опыт на разных типах и разновидностях черноземной, серой лесной и других типов почв. На основе разработанной программы и методики исследований на стационарном опыте развернут 7-польный плодосменный полевой севооборот со следующим чередованием культур: многолетние травы I г.п. – многолетние травы II г.п. – озимая пшеница - сахарная свекла – соя, люпин – кукуруза на зерно – ячмень с подсевом многолетних трав. Одно (восьмое) поле должно быть отведено под залежь, как абсолютный контроль. Всего в опыте исследуется 48 вариантов технологий по каждой культуре севооборота, а в севообороте в целом 16 технологических систем, имеющих отличие по способу основной обработки почвы,

системам использования органических и минеральных удобрений, уровням применения пестицидов и густоты посева.

В севообороте исследуются две системы основной обработки почвы: вспашка под все культуры (глубина обработки почвы под сахарную свеклу, кукурузу на 25-26 см, под остальные культуры – 22-23 см) комбинированная обработка, вспашка под озимую пшеницу и сахарную свеклу под остальные культуры поверхностная обработка на 8-10 см.

На фоны по способам основной обработки почвы необходимо наложить шесть систем применения удобрения: 1) без удобрений (контроль), 2) минеральные удобрения (NPK, микроудобрения) – минеральная, 3) навоз (компост) + NPK + микроудобрения – органо-минеральная традиционная, 4) зеленое удобрение + солома + NPK + микроудобрения – органо-минеральная нетрадиционная, 5) навоз (компост) + зеленое удобрение + солома + NPK(умеренные дозы) + микроудобрения – переходная к биологической I, 6) навоз (компост) + зеленое удобрение + солома + NPK (умеренные дозы) + микроудобрения - переходная к биологической.

На стационаре способы основной обработки почвы и системы применения удобрений изучаются с тремя интегрированными системами защиты растений: 1 – традиционная с широким использованием пестицидов (по 2, 3 и 4 фонам удобрений), 2 – переходная к биологической с умеренным использованием пестицидов (по 5, фону), 3 – биологическая без применения пестицидов (по 6 фону удобрений и по 1 фону без удобрений) и двумя нормами высева семян (100 % и уменьшенной на 50 %).

Исследования на данном стационаре необходимо дополнить опытами по изучению эффективности сидеральных паров, сравнительной эффективности, использования побочной продукции на удобрение и компостирующих материалов, различных способов азотфиксации в посевах зерновых бобовых культур и бобовых многолетних трав.

Таким образом, каждый вариант стационарного опыта характеризуется различным уровнем приближения условий функционирования агросистем к таковым в естественных экосистемах и неодинаковой величиной разомкнутости круговорота веществ и энергии. Наличие абсолютного контроля (залежи) позволяют оценить обоснованность технических решений по биологизации земледелия в каждом из этих вариантов.

Полная программа исследований предусматривает разработку основ воспроизводства плодородия почвы на основе интенсификации и максимального использования биологических факторов, переходных к биологическим технологиям возделывания сельскохозяйственных культур, агротехнических мероприятий по снижению содержания в почве нитратов, пестицидов, тяжелых металлов. Данные разработки будут являться промежуточными результатами по соответствующим этапам исследования, предназначенным для внедрения в производство.

Заключение. В результате проведенных комплексных исследований за счет интенсификации биологических факторов будут разработаны и внедрены в производство переходные к биологическим и биологические технологии возделывания сельскохозяйственных культур: озимой пшеницы на уровне урожайности- 5,5-7,0 т/га, ячменя-4,5-6,0 т/га, сои, люпина- 3,0-3,5 т/га, кукуруза на зерно 7,5-9,0 т/га, многолетних трав на сено 7,0-8,5 т/га. Технологии могут быть внедрены на серых лесных и черноземных парах в общественных и фермерских хозяйствах Российской Федерации.

В перспективе будут предоставлены и внедрены в производство альтернативные системы земледелия, в которых высокая продуктивность пашни, воспроизводство плодородия почвы, защита их от эрозии, снижение энергоресурсов на производство продукции обеспечивается за счет интенсификации биологических факторов. Их внедрение позволит исключить возможность химического загрязнения растениеводческой продукции, существенно улучшить экологические показатели использования пашни, снизить затраты ресурсов и энергии на воспроизводство плодородия почвы и формирование растениеводческой продукции.

Библиография

1. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства. Концепция / А.А. Жученко. - Пушино. - 1994. - 174 с.
2. Жученко А.А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в 20 веке / А.А. Жученко. - Саратов. -2000. - 276 с.
3. Об инновационных технологиях в земледелии / И.Я. Пигорев, В.М. Солощенко, В.Н. Наумкин, А.М. Хлопяников // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - № 3. - С. 32-37.
4. Беляк В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика) / В.Б. Беляк. - Пенза: ОАО Изд. - полиграфический комплекс «Пензенская правда». -2008.-320с.
5. Мальцев В.Ф. Агрэкологические основы ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур в Брянской области / В.Ф. Мальцев, В.Н. Наумкин, В.Е. Ториков и др. - Брянск: Изд. Брянская ТСХА. - 1999. - 165с.
6. Наумина В.Н. Биологические основы земледелия / В.Н. Наумкин, Н.А. Лопачев, Е.К. Саранин и др. - Орел. - Изд-во Орел ГАУ. - 2001. - 225с.
7. Задорин А.Д. Проблемы адаптации в земледелии / А.Д. Задорин. – Орел. – Изд-во « Тургеневский бережок ». – 1996. – 180 с.
8. Шевченко В.Е. Биологизация и адаптивная интенсификация земледелия в Центральном Черноземье / В.Е. Шевченко, В.А. Федотов. – Воронеж: Изд.- во ВГАУ. – 2004. – 306с.
9. Наумкин В.Н. Направление биологизации земледелия в Центральном регионе / В.Н. Наумкин, А.М. Хлопяников, А.В. Наумкин // Земледелие. 2010. - №4. – с. 5-7
10. Эколого-биологические аспекты адаптивности ресурсосберегающих технологий возделывания полевых культур в условиях ЦЧР / В.Н. Наумкин, В.А. Стебаков, А.М. Хлопяников, А.В. Наумкин // Вестник Курской сельскохозяйственной академии. 2001. - №4. – с. 42-43.

References

1. Zhuchenko A.A. Strategy of an adaptive intensification of rural economy. Concept / A.A. Zhuchenko. - It is let. - 1994. - 174 pages.
2. Zhuchenko A.A. Fundamental and applied scientific priorities of an adaptive intensification of crop production in the 20th century(centuries). A. Zhuchenko. - Saratov.-2000. - 276 pages.
3. About the innovation technologies in agriculture / I.Ya. Pigorev, V.M. Soloshchenko, V.N. Naumkin, A.M. Hlopyanikov//the Messenger of the Kursk state agricultural academy. - 2016. - No. 3. - Page 32-37.
4. V.B. Biologization's white hare of agricultural production (theory and practice) / V.B. Belyak. - Penza: JSC Izd. - polygraphic complex "Penza Truth" .-2008. - 320 pages.
5. Maltsev V.F. Agroecological fundamentals of resource-saving technologies of cultivation of crops In the Bryansk region / V.F. Maltsev, V.N. Naumkin, V.E. Torikov and. other - Bryansk: Prod. Bryansk TSHA. - 1999. - 165 pages.
6. Naumina V.N. Biological bases of agriculture / V.N. Naumkin, N.A Lopachev, E.K. Saranin, etc. - Oryol. - GAU Oryol publishing house. - 2001. - 225 pages.
7. Zadorin A.D. Adaptation problems in agriculture / A.D. Zadorin. – Eagle. – Prod. - to "The Turgenev bank". – 1996. – 180 pages.
8. Shevchenko of V.E. Biologization and an adaptive intensification of agriculture in the Central Black Earth / V.E. Shevchenko, V.A. Fedotov. – Voronezh: Prod. - in VSAU. – 2004. – 306 pages.
9. Naumkin V.N. The direction of a biologization of agriculture in the Central region / V.N. Naumkin, A.M. Hlopyanikov, A.V. Naumkin//Agriculture. 2010. - No. 4. – page 5-7
10. Ecological and biological aspects of adaptivity of resource-saving technologies of cultivation of field cultures in the conditions of TsChR / V.N. Naumkin, V.A. Stebakov, A.M. Hlopyanikov, A.V. Naumkin//the Messenger of the Kursk agricultural academy. 2001. - No. 4. – page 42-43.

Сведения об авторах

Наумкин Виктор Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, e-mail: naumkin47@mail.ru, тел. 8-910-322-37-97.

Наумкина Лидия Алексеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, e-mail: naumkin47@mail.ru, тел. 8-910-322-47-37.

Крюков Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, e-mail: krukov31@rambler.ru, тел. 8-915-527-01-61.

Хлопяников Александр Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО Брянский ГУ 241007, ул. Бежицкая, 14, г. Брянск, Россия, e-mail: khlopyanikov@mail.ru, тел. 8-910-234-31-45.

Хлопяникова Галина Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры таможенного дела и маркетинга ФГБОУ ВО Брянский ГУ, ФГБОУ ВО Брянский ГУ 241007, ул. Бежицкая, 14, г. Брянск, Россия, e-mail: khlopyanikov@mail.ru, тел. 8-910-236-92-43.

Information about authors

Naumkin Victor Nikolaevich, doctor of agricultural sciences, professor of department of crop production, selection and vegetable growing FGBOOU WAUGH Belgorod GAU, Vavilov St., 1, item. May, Belgorod district, Belgorod region, Russia, e-mail: naumkin47@mail.ru, ph. 8-910-322-37-97.

Naumkin Lidiya Alekseevna, doctor of agricultural sciences, professor of department of crop production, selection and vegetable growing FGBOOU WAUGH Belgorod GAU, Vavilov St., 1, item. May, Belgorod district, Belgorod region, Russia, e-mail: naumkin47@mail.ru, ph. 8-910-322-47-37.

Kryukov Alexander Nikolaevich, candidate of agricultural sciences, head of the department of crop production, selection and vegetable growing FGBOOU WAUGH Belgorod GAU, Vavilov St., 1, item. May, Belgorod district, Belgorod region, Russia, e-mail: krukov31@rambler.ru, ph. 8-915-527-01-61.

Hlopyanikov Alexander Mikhaylovich, doctor of agricultural sciences, professor of department of health and safety FGBOOU WAUGH Bryansk GU, 241007, Bezhitskaya St., 14, Bryansk, Russia, e-mail: khlopyanikov@mail.ru, ph. 8-910-234-31-45.

Hlopyanikova Galina Viktorovna, Candidate of Economic Sciences, associate professor of customs affairs and marketing FGBOOU WAUGH Bryansk GU, Vavilov St., 1, item. May, Belgorod district, Belgorod region, Russia, e-mail: khlopyanikova@mail.ru, ph. 8-910-236-92-43.

УДК 633.367.3:631.811

В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, О.Ю. Куренская, М.И. Лукашевич, П.А. Агеева

ОЦЕНКА СОРТОВ ЛЮПИНА ПО УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВУ СЕМЯН, АДАПТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ЗАСУХЕ

Аннотация. Полевые опыты и лабораторные исследования по оценке сортов люпина узколистного и белого по урожайности и качеству семян, адаптивности и устойчивости растений к засухе были проведены в 2014-2015 годах на кафедре растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского государственного аграрного университета имени В. Я. Горина. Объект исследований – сорта люпина белого и узколистного, предоставленные лабораториями белого и узколистного люпина ФГБНУ ВНИИ люпина. Почвенный покров участка представлен чернозем типичный среднемошный малогумусный тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Площадь учетных делянок 1 м², повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое. Предшественник – яровая пшеница с использованием измельченной соломы на удобрение. Посев сортов люпина проводили ручной сеялкой в оптимальные сроки. Ширина междурядий 15 см, норма высева – 130 шт. всхожих семян на 1 м², глубина заделки 3-4 см. Уборку урожая проводили поделаяночно вручную. В статье приведены результаты сравнительной оценки сортов люпина белого и узколистного по урожайности, адаптивности и устойчивости к засухе. В результате проведенных исследований и полученных по ним данных для внедрения в аграрное производство были выделены наиболее высокопродуктивные и адаптивные к условиям Центрально-Черноземного региона сорта люпина узколистного Смена, Белозерный 110 и люпина белого Алья парус, которые обеспечивали урожайность семян 300, 317 и 381 г/м², сбор протеина с единицы площади посева – 106,2 г/м², 112,9 г/м² и 141,0 г/м², сбор жира с единицы площади посева – 11,4 г/м², 11,4 г/м² и 35,1 г/м² соответственно и отличились высокой адаптивностью — от 1,06 до 1,19. При оценке засухоустойчивости у люпина узколистного выделился сорт Радужный, который характеризовался устойчивостью к засухе выше среднего уровня – 66,7%. Среди изучаемых сортов люпина белого по засухоустойчивости выделились два сорта – Дега и Деснянский 2, которые отличались высокой степенью устойчивости к засухе – 86,7 и 83,9% соответственно.

Ключевые слова: люпин белый, люпин узколистный, оценка, качество, сорт, засухоустойчивость, адаптивность, урожайность.

EVALUATION OF LUPINE VARIETIES FOR YIELD AND SEED QUALITY, ADAPTABILITY AND PLANT RESISTANCE TO DROUGHT

Abstract. Field experiments and laboratory studies on the assessment of blue and white lupine varieties in terms of yield and seed quality, adaptability and plant resistance to drought were conducted in 2014-2015 at the Department of Plant Production, Breeding and Vegetable Growing of the Belorussian State University named after V.Ya. Gorin. The object of research is the varieties of white and blue lupine, provided by the laboratories of white and blue lupine at the Research Institute of Lupine. The soil cover of the site is represented by a typical chernozem medium, moderately humus, heavy loamy granulometric composition. The area of accounting plots is 1 m², it is fourfold repeated, the allocation of plots is systematic. The precursor is spring wheat using chopped straw for fertilizer. Sowing varieties of lupine was carried out by hand seed drill at the optimum time. Row spacing 15 cm, seeding rate - 130 pcs. seed germination per 1 m², planting depth 3-4 cm. Harvesting was done by hand. The article presents the results of a comparative assessment of varieties of white and blue lupine on yield, adaptability and resistance to drought. As a result of the research conducted and the data obtained from them for the introduction into agricultural production, the most highly productive and adaptive to the conditions of the Central Black Earth region of the blue lupine variety Smena, Belozerny 110 white lupine Scarlet Sail, which ensured seed yields of 300, 317 and 381 g, were identified. / m², collection of protein per unit area of sowing – 106,2 g / m², 112,9 g / m² and 141,0 g / m², collection of fat per unit area of sowing – 11,4 g / m², 11,4 g / m² and 35,1 g / m², respectively, and distinguished by high adaptability - from 1,06 to 1,19. When assessing drought tolerance, lupine blue was distinguished by the variety Raduzhny, which was characterized by drought resistance above the average level – 66,7%. Among the studied varieties of white lupine, two varieties stood out for drought tolerance - Degas and Desnyansky 2, which were distinguished by a high degree of drought resistance – 86,7 and 83,9%, respectively.

Keywords: white lupine, blue lupine, assessment, quality, variety, drought resistance, adaptability, yield.

Введение. Важным резервом повышения экономичности и экологичности адаптивного растениеводства является создание и внедрение сортов полевых культур, обеспечивающих более эффективное использование основных факторов жизни растений при формировании

урожая. Особенно важно создания энергоресурсоэкономных, агрохимически эффективных сортов с повышенной генетической способностью растений к самозащите от поражения вредоносными организмами. Значение сорта, как важного фактора повышения урожайности сельскохозяйственных культур, велико и общеизвестно. Сорт является не только важным, но и наиболее экономически выгодным средством увеличения производства сельскохозяйственной продукции [1,4,9,16]. Включенные в Государственный реестр сорта кормового люпина способны обеспечить получение семян с высоким содержанием белка и низким содержанием алкалоидов.

Для сельскохозяйственного производства важно подобрать сорта стабильные по урожайности и пригодные для возделывания в разных условиях, в том числе и Центрально-Черноземном регионе. В неблагоприятных засушливых условиях преимущество следует отдавать адаптивным сортам с высокой потенциальной продуктивностью и достаточно высокой экологической устойчивостью [21].

Новые адаптивные высокопродуктивные сорта кормового люпина, созданные Всероссийским НИИ люпина, НИИСХ ЦРНЗ и РГАУ – МСХА им. К.А.Тимирязева позволяют значительно расширить посевные площади этой ценной, средообразующей культуры и в условиях биологизации земледелия получать высокие урожаи семян в засушливых условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона. Однако реализация потенциала новых сортов люпина возможна только при учете их адаптации к конкретным природно-климатическим условиям, а также посредством совершенствования технологических приемов и прежде всего внедрению новых современных высокопродуктивных сортов [1].

В настоящее время сорт стал играть важную роль и в решении проблемы диверсификации растениеводства, являясь источником получения белковых изолятов, многих пищевых добавок, лекарственных средств и компонентов парфюмерии, отдельных видов дешевого источника биотоплива [21].

Из вышеизложенного следует, что для создания эффективного производства, агрономы должны активнее использовать новые селекционные достижения, и, прежде всего, отечественные. Это обусловлено тем, что по урожайным и технологическим свойствам они не только не уступают зарубежным сортам, а в ряде случаев даже существенно их превосходят.

В новой стратегии селекции и семеноводства кормовых культур в Российской Федерации до 2020 года, рассмотренной на заседании бюро отделения растениеводства Всероссийского научно-исследовательского института кормов им. В.Р. Вильямса реализуется биогеоэкологический подход в адаптивной системе селекции, который определяет разработку принципов и методов фитоэкологической, экотипической, эдафической и симбиотической селекции растений [15].

В отличие от традиционной селекции, ориентированной преимущественно на повышение продуктивного потенциала растений, адаптивная селекция основана на биогеоэкологических принципах, направлена на всемерное использование ресурсов и резервов. Основные аспекты возлагаются на биогеоэкологические взаимоотношения и взаимодействия между растительными организмами и полезными бактериями, микоризными грибами и создание системы географически и экологически дифференцированных сортов. Важно то, что растения за счет повышения адаптивного потенциала и предельной устойчивости к экстремальным факторам среды, будут формировать устойчиво высокие урожаи кормовой массы и семян при невысоких энергетических затратах [2].

В контексте биогеоэкологических представлений рассмотрены результаты реализации новой селекционной стратегии и создание сортов однолетних и многолетних бобовых культур, многолетних злаковых трав и растений нового поколения, наделённых фитоэкологическими, симбиотическими, эдафическими характеристиками для конструирования устойчиво функционирующих кормовых агрофитоценозов и агроэкосистем.

Итак, как справедливо отмечал академик А.А. Жученко (2009), выживание человечества в условиях развития всей цивилизации в XXI веке зависит от двух основополагающих социально-экономических императивов: обеспечение населения пищей и сохранение био-

сферы. Есть основание полагать, что стратегия адаптивной системы селекции, основанной на биогеоэкологических принципах, внесет свой посильный вклад в решение этой важной социально-экологической проблемы в России [12].

Кормовой люпин является сравнительно молодой культурой, созданной селекционерами во второй половине XX столетия. Первые сладкие формы люпина, содержащие в семенах и биомассе следы алкалоидов, были созданы немецкими исследователями, а в дальнейшем на их аллельной основе во многих странах Европы, США, ЮАР, а также Австралии были созданы малоалкалоидные кормовые сорта люпина [23].

Люпин ценится высоким содержанием в семенах сырого протеина (35-42%), сбалансированного по аминокислотному составу. Он также является хорошим источником жира с высоким уровнем ненасыщенных жирных кислот, углеводов, минеральных веществ и витаминов. Среди зернобобовых культур люпин имеет наименьшее количество веществ, ингибирующих действие протеолитических ферментов – трипсина и химотрипсина, в связи с чем переваримость его питательных веществ, особенно белка, достаточно высока. По биологической ценности белок люпина не уступает сое и некоторым кормам животного происхождения, а после проведения термообработки превосходит белок куриного яйца. Зеленая масса люпина по концентрации белка близка к зеленой массе люцерны и превышает ее по биологической ценности [3, 6, 8, 14, 18]. Помимо кормовых достоинств люпин обладает высокой азотфиксирующей способностью и низкой энергоемкостью при возделывании. Поэтому в настоящее время он рассматривается как источник сбалансированного, экологически чистого белка для интенсивно развивающегося животноводства, и фактор биологизации земледелия, энерго- и ресурсосбережения [5, 13, 17, 19, 20, 22, 24]. В мире очень мало культур с таким многоцелевым использованием как люпин. Он широко используется в пищевых, кормовых, технических и лекарственных целях.

Люпин по своей биологии относится к влаголюбивым культурам, поэтому в засушливые годы можно понести значительные потери урожая. В ЦЧР засуха – это довольно частое явление, нарушающее нормальное протекание физиолого-биохимических процессов в растениях и ведущее к снижению их продуктивности. Дефицит воды в растениях нарушает практически все процессы метаболизма и гормональный баланс. При недостатке влаги понижается клеточное давление, происходит удлинение клеток, приостанавливается рост всего растения. При глубоком обезвоживании нарушается синтез хлорофиллов, структура хлоропластов, подавляются фотохимические реакции. Степень нарушений во многом определяется засухоустойчивостью растений, а также длительностью и интенсивностью засухи, поэтому подбор устойчивых к засухе сортов является важной задачей современного аграрного производства.

Для стабильной реализации продуктивного потенциала новые сорта должны обладать широким диапазоном реакции на изменяющиеся экологические факторы. Причем по мере ухудшения почвенно-климатических условий значение экологической устойчивости должно возрастать. Именно поэтому необходимо сочетать в генотипе сорта высокую урожайность и устойчивость к лимитирующим факторам внешней среды. В связи с этим выявление сортов люпина с широкой адаптацией и стабильной урожайностью является актуальным направлением исследований.

Целью работы была сравнительная оценка современных сортов люпина белого и узколистного по адаптивности и устойчивости к засухе на ранних этапах развития растений.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты были проведены в 2014-2015 годах на базе Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина.

Полевые опыты закладывались на черноземе типичном среднемощном малогумусном тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Погодные условия вегетационных периодов люпина в годы проведения исследований характеризовались как жаркие и засушливые. Наилучшие погодные условия для возделывания люпина за годы исследований сложились в 2014 году, так как в период бутонизации и цветения растений стояла теплая погода с достаточным количеством осадков. Объект исследований – сорта люпина белого и узколистного. Площадь учетных делянок 1 м², повторность четырехкратная, размещение делянок си-

стематическое. Посев сортов люпина проводили ручной сеялкой в оптимальные сроки. Ширина междурядий 15 см, норма высева – 130 шт. всхожих семян на 1 м², глубина заделки 3-4 см. Уборку урожая проводили поделяночно вручную.

Урожайность определяли путем обмола, взвешивания семян люпина со всей деланки и ее пересчета на 100% чистоту и 14% влажность.

Относительную засухоустойчивость сортов и сортообразцов люпина белого и узколистного определяли путем проращивания семян в растворе сахарозы по методике А.М. Волковой, Н.Н. Кожушко, Б.И. Макарова [7]. Метод относится к наиболее простым косвенным методам для оценки засухоустойчивости и основан на определении процента прорастания семян на растворе осмотика, имитирующего недостаток влаги. Способность семян прорасти в этих условиях отражает наличие высокой сосущей силы, обеспечивающей быстрое поглощение нужного количества воды. Опыт проводили в четырехкратной повторности. Раствор сахарозы – 10,8%. В контрольном варианте использовали дистиллированную воду. Проращивание семян проводили в растильнях, в сушильном шкафу, в темноте при температуре + 21 °С. Всхожесть семян учитывали на пятые сутки (в процентах от контроля). Анализ всхожести семян на растворе сахарозы показывает, что чем устойчивее сорт к засухе в начале вегетации, тем выше процент проросших семян. Оценку относительной засухоустойчивости сортов и сортообразцов люпина проводили по шкале: 1 группа – высокая степень засухоустойчивости (80-100 % проросших семян на растворе сахарозы по отношению к контролю); 2 группа – устойчивость выше среднего уровня (60-80%); 3 группа – средняя степень устойчивости (40-60%); 4 группа – слабая степень устойчивости (20-40%); 5 группа – не устойчивые к засухе образцы (0-20%).

Анализ адаптивного потенциала сортов по показателю урожайности проводили по методике Л.А. Животкова (1994) Мироновского НИИ селекции пшеницы [11]. Новое в предлагаемой методике по сравнению с распространенной сопоставление урожайности сортов с урожайностью сорта-стандарта заключается в том, что за критерий для сравнения берётся общая видовая адаптивная реакция люпина на конкретные условия вегетации, реализованная в величине средней для сравниваемых сортов урожайности. Полученная величина является показателем нормы реакции определенной совокупности сортов на факторы внешней среды в каждом конкретном году. Реакцию на них каждого из испытываемых сортов можно определить при сравнении его с конкретной урожайностью со среднесортной. При анализе продуктивного и адаптивного потенциала сортов по варьированию их урожайности используется понятие среднесортная урожайность года.

В предлагаемой методике среднесортная урожайность берется за 100%. Затем рассчитывают отношение урожайности каждого из испытываемых сортов к среднесортной. Перевод абсолютных величин урожайности в проценты позволяет сравнивать поведение сортов в разные годы. По полученному показателю можно судить об адаптивности или продуктивных возможностях сортов. Так, если в годы, благоприятные для выращивания люпина, отношение двух рассчитанных показателей превышает 100%, то такой сорт потенциально высокопродуктивен. При неблагоприятных условиях в годы с невысокой общей урожайностью можно определить адаптивность сравниваемых сортов аналогичным способом. В такие годы потенциальная продуктивность реализуется слабо, а адаптивность, наоборот, более контрастно. Используемое в методике понятие среднесортная урожайность – это не вообще уровень урожайности люпина в конкретном году и в конкретном регионе, а средняя урожайность какого-либо набора сортов, посеянных в одни и те же сроки. Для получения объективной и полноценной информации об адаптивности и продуктивности отдельных сортов в каком-либо их наборе, необходимо иметь данные не менее чем за два- три года желательного контрастных по уровню урожайности.

Достоверность результатов исследований по комплексной оценке различных видов люпина проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) [10].

Результаты и их обсуждение. Основным показателем эффективности производства люпина является урожайность семян. В среднем за годы исследований урожайность семян

сортов люпина узколистного варьировала от 187 до 317 г/м². Максимальную урожайность обеспечил сорт Белозерный 110 – 317 г/м², что в 1,7 раза выше, чем у стандартного сорта. Высокая урожайность семян была также получена у сортов Смена – 300 г/м², Радужный – 267 г/м², Витязь – 257 г/м², у которых прибавка к стандарту составила 37,4-60,4% (табл. 1).

Таблица 1 - Урожайность семян сортов люпина узколистного

Сорт	Урожайность, г/м ²			± к стандарту	
	2014 г.	2015 г.	средняя	г/м ²	%
Кристалл, st.	210	164	187	-	-
Витязь	268	245	257	70	37
Радужный	298	236	267	80	43
Смена	345	254	300	113	60
Белозерный 110	354	279	317	130	70
НСР ₀₅	19,6	19,1	-	-	-

Все сорта люпина белого оказались более урожайными по сравнению с люпином узколистным. Урожайность семян люпина белого варьировала от 349 до 381 г/м².

Самую высокую урожайность обеспечил сорт люпина белого Алы парус, превысив стандарт на 32 г/м², или 9,2 %, что статистически достоверно. На уровне стандарта оказался сорт Деснянский 2, урожайность которого составила 354 г/м², тогда как у стандартного сорта Дега – 349 г/м². Отклонения по урожайности между данным сортом и стандартом не выходят за пределы НСР₀₅ (табл.2).

Таблица 2 - Урожайность семян сортов люпина белого

Сорт	Урожайность, г/м ²			± к стандарту	
	2014 г.	2015 г.	средняя	г/м ²	%
Дега, st.	392	305	349	-	-
Деснянский 2	381	326	354	5	1
Алы парус	408	354	381	32	9
НСР ₀₅	23,0	21,1	-	-	-

В кормопроизводстве большое значение имеет не только количество, но и качество получаемых кормов. Важными показателями качества семян люпина являются содержание в них сырого протеина и жира. Все изучаемые сорта люпина узколистного отличались высоким содержанием легкоусвояемого белка. В зависимости от сорта содержание сырого протеина в семенах люпина узколистного варьировало от 35,4 до 36,7%. Наибольшее содержание сырого протеина в семенах люпина узколистного было отмечено у сортов Витязь – 36,7%, Радужный – 36,0%, тогда как у стандартного сорта Кристалл лишь 35,4%. Сорт Смена обеспечил содержание сырого протеина в семенах на уровне стандарта (табл. 3).

Таблица 3 - Качество семян сортов люпина узколистного, 2014-2015 гг.

Сорт, сортообразец	Содержание, %			Сбор с 1 м ² г.	
	протеина	жира	алкалоидов	протеина	жира
Кристалл, st.	35,4	3,7	0,095	66,2	6,9
Витязь	36,7	3,8	0,088	94,3	9,8
Радужный	36,0	4,0	0,110	96,1	10,7
Смена	35,4	3,8	0,087	106,2	11,4
Белозерный 110	35,6	3,6	0,080	112,9	11,4

Кормовую ценность семян люпина определяет также содержание в них сырого жира. В семенах люпина узколистного оно было небольшим и варьировало от 3,6% у сорта Белозерный 110 до 4,0 % у сорта Радужный.

По содержанию алкалоидов в семенах сорт люпина узколистного Радужный относится к кормовым, среднеалкалоидным. Все остальные сорта люпина узколистного по алкалоидности входят в группу кормовых, малоалкалоидных.

Высокая урожайность семян люпина обеспечивает значительные сборы протеина и жира с единицы площади посева. Максимальным сбором протеина отличается сорт Белозерный 110 – 112,9 г/м², что на 46,7 выше, чем у стандарта – сорта Кристалл.

Сорта Смена – 106,2 г/м², Радужный – 96,1 г/м² и Витязь – 94,3 г/м², что на 40,0 г/м², 29,9 г/м² и 28,1 г/м² больше по сравнению со стандартным сортом. Аналогичные закономерности были выявлены и по сбору сырого жира с единицы посева.

По содержанию сырого протеина и жира в сменах, а также по их сборам с урожаем сорта люпина белого значительно превосходили люпин узколистый. Содержание протеина в семенах люпина белого находилось в пределах 36,5 – 37,0% в зависимости от сорта. Наибольшим содержанием жира в семенах люпина белого характеризовались сорта Деснянский 2 – 9,1%, Алый парус – 9,2%. По алкалоидности сорта люпина белого Алый парус, Деснянский 2 относятся к группе кормовых среднеалкалоидных, а стандартный сорт Дега – к группе кормовых малоалкалоидных (табл. 4).

Таблица 4 - Качество семян сортов люпина белого, 2014-2015 гг.

Сорт, сортообразец	Содержание, %			Сбор с 1 м ² , г	
	протеина	жира	алкалоидов	протеина	жира
Дега, st.	36,5	8,3	0,097	127,4	29,0
Деснянский 2	36,7	9,1	0,118	129,9	32,2
Алый парус	37,0	9,2	0,102	141,0	35,1

Наибольшие сборы протеина – 141,0 г/м² и жира – 35,1 г/м² обеспечил сорт Алый парус, что соответственно на 13,6 и 6,1 г/м² превышает стандарт.

В исследованиях нами была также проведена оценка изучаемых сортов люпина белого и узколистого по показателю адаптивности с целью подбора лучших из них для условий региона. В засушливых условиях вегетации в годы проведения исследований наибольший коэффициент адаптивности у люпина узколистого обеспечили сорта Белозерный 110 – 1,19 и Смена – 1,13, что в 1,7 раза выше, чем у стандарта – сорт Кристалл. Высокий коэффициент адаптивности был также получен у сорта Радужный – 1,01, тогда как у стандартного сорта лишь 0,70 (табл. 5).

Таблица 5 - Адаптивность и засухоустойчивость сортов люпина узколистого, (2014 – 2015 гг.)

Сорт	Коэффициент адаптивности	Засухоустойчивость, %	Группа устойчивости к засухе
Кристалл st.	0,70	33,9	IV
Витязь	0,97	46,3	III
Радужный	1,01	66,7	II
Смена	1,13	50,3	III
Белозерный 110	1,19	45,2	III

У люпина белого в засушливых условиях вегетации в среднем за годы исследований наибольший коэффициент адаптивности был отмечен у сорта Алый парус – 1,06, тогда как у стандартного сорта Дега – 0,97 (табл. 6).

Таблица 6 - Адаптивность и засухоустойчивость сортов люпина белого, (2014 – 2015 гг.)

Сорт	Коэффициент адаптивности	Засухоустойчивость, %	Группа устойчивости к засухе
Дега, st.	0,97	86,7	I
Деснянский 2	0,98	83,9	I
Алый парус	1,06	59,2	III

Люпин по своей биологии относится к влаголюбивым культурам, поэтому в засушливых условиях вегетационного периода часто страдает от недостатка влаги, особенно на ран-

них этапах развития, когда корневая система еще слабо развита. Одним из основных мер борьбы с засухой является возделывание наиболее засухоустойчивых сортов. При оценке засухоустойчивости у люпина узколистного выделился сорта Радужный, который характеризовались устойчивостью к засухе выше среднего уровня – 66,7 %. Среднюю степень засухоустойчивости – от 45,2 до 50,3% проявили сорта Витязь, Смена, Белозерный 110. У сорта Кристалл была отмечена слабая степень засухоустойчивости – 33,9 %.

Среди изучаемых сортов люпина белого по засухоустойчивости выделились два перспективных сорта – Дега, Деснянский 2, которые имели высокую степень устойчивости к засухе – 86,7 и 83,9% соответственно. Среднюю степень засухоустойчивости проявил сорт Алый парус – 59,2%.

Заключение. В почвенно-климатических условиях Центрально-Черноземного региона для расширения посевных площадей, повышения урожайности люпина и увеличения сбора растительного белка, целесообразно возделывать новые высокопродуктивные сорта люпина узколистного – Смена, Белозерный 110, люпина белого – Алый парус, которые обеспечивали урожайность семян 300, 317 и 381 г/м², сбор протеина с единицы площади посева – 106,2 г/м², 112,9 г/м² и 141,0 г/м², сбор жира с единицы площади посева – 11,4 г/м², 11,4 г/м² и 35,1 г/м² соответственно и отличались высокой адаптивностью — от 1,06 до 1,19. При оценке засухоустойчивости у люпина узколистного выделился сорт Радужный, который характеризовался устойчивостью к засухе выше среднего уровня от 66,7%. Среди изучаемых сортов люпина белого по засухоустойчивости выделились два сорта – Дега и Деснянский 2, которые отличались высокой степенью устойчивости к засухе – 86,7 и 83,9% соответственно.

Библиография

1. Агробиологическая оценка сортов и сортообразцов кормового люпина в условиях Центрально-Черноземного региона [Текст] / В.Н. Наумкин, А.И. Артюхов, М.И. Лукашевич, О.Ю. Куренская, П.А. Агеева // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2(18). – С. 127-133.
2. Адаптивная система селекции кормовых растений (биогеоценотический подход). – М.:МГОУ, 2007. – 223с.
3. Адаптивная технология возделывания люпина белого для Центрально-Черноземного региона [Текст] / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, О. Ю. Куренская, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Вестник Курской ГСХА. – 2013. – № 1. – С. 58-59.
4. Алабушев, А. В. Сорт как фактор инновационного развития зернового производства [Текст] / А. В. Алабушев // Зерновое хозяйство России. – 2011. – №3. – С. 7-15.
5. Артюхов, А. И. Люпин – важная составляющая часть стратегии самообеспечения России комплексным белком [Текст] / А. И. Артюхов, А. В. Подобедова // Кормопроизводство. – 2012. – №5. – С. 3-4.
6. Артюхов, А.И. Люпин в адаптивной интенсификации растениеводства [Текст] / А.И. Артюхов // 20 лет Всероссийскому научно-исследовательскому институту люпина: сб.науч.тр. ВНИИ люпина. – Брянск: ЗАО Изд-во «Читай-город», 2007. – С.10-15.
7. Волкова А.М. Определение относительной жаростойкости и засухоустойчивости образцов зернобобовых культур способом проращивания семян в растворах сахарозы и после прогревания /А.М. Волкова, Н.Н. Кожушко, Б.И. Макарова: Методические указания.- Л., 1984. – С. 17.
8. Гатаулина, Г. Г. Белый люпин – перспективная кормовая культура [Текст] / Г. Г. Гатаулина, Н. В. Медведева // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 10. – С. 49-51.
9. Гужов, Ю. Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений [Текст] / Ю. Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек. – М.: РУДН, 1999. – 539 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. –351 с.
11. Животков, Л. А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» [Текст] / Л. А. Животков, З. А. Морозова, Л. И. Секатуева // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3-6.
12. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы, теория и практика) Том II. – М., ООО «Издательство Агрорус», 2008. -813с.
13. Купцов, Н. С. Люпин – генетика, селекция, гетерозисные посевы [Текст] / Н. С. Купцов, И. П. Такунов. – Брянск: ГУП «Клинцовская городская типография», 2006. – 576 с.
14. Кононов, А. С. Люпин. Технология возделывания в России [Текст] / А. С. Кононов. – Брянск, 2003. – 212 с.
15. 4 Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Кормопроизводство – стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности России. Теория и практика М., ФГНУ «Росинформагротех», 2009. -200.

16. Мельникова, О. В. Агроэкологическое обоснование биологизации растениеводства на юго-западе Центрального региона России [Текст] / О. В. Мельникова. – Брянск, 2010. – С. 460.
17. Муравьев, А. А. Возделывание люпина белого в засушливых условиях лесостепи Центрально – Чернозёмного региона [Текст] / А. А. Муравьев, В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина // *Аграрная наука*. – 2013. – № 4. – С. 12-14.
18. Наумкин, В. Н. Продуктивность люпина однолетнего и перспектива его выращивания в Белгородской области [Текст] / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, В. А. Сергеева // *Кормопроизводство*. – 2008. – №1. – С. 13-16.
19. Перспективы выращивания люпина однолетнего в Белгородской области [Текст] / В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, В.А. Сергеева, Д.В. Белозеров // *Белгородский агромир*. – 2006. – №6 (23). – С. 11-13.
20. Перспективы возделывания люпина в Центрально-Черноземном регионе [Текст] / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, О. Д. Мещеряков, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич, П. А. Агеева. – *Земледелие*. – 2012. – №1. – С. 27-29.
21. Привалов, Ф.И. Перспективы возделывания, селекции и семеноводства люпина в Беларуси / Ф.И. Привалов, В.Ч. Шор // *Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук*. – 2015. – № 2. – с. 47–53.
22. Сергеева, В.А. Культура кормового люпина в условиях Белгородской области [Текст] / В.А. Сергеева, А.Н. Смелый, В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина // *Бюллетень научных работ*. – Белгород: БелГСХА, 2008. – С. 11-19.
23. Такунов, И. П. Люпин в земледелии России [Текст] / И. П. Такунов. – Брянск: Придесенье, 1966. – 372 с.
24. Хлопяников, А. М. Особенности нарастания биомассы и формирования урожая семян люпина белого в ЦЧР [Текст] / А. М. Хлопяников, А. И. Арюхов, М. И. Лукашевич, О. Ю. Куренская, В. Н. Наумкин // *Вестник Брянского ГУ*. – 2014. – №4. – С. 201-204.

References

1. Agrobiological assessment of varieties and specimens of feeding lupine in the conditions of the Central Black Earth region [Text] / V.N. Naumkin, A.I. Artyukhov, M.I. Lukashevich, O. Y. Kurenskaya, P.A. Ageeva // *Grain legumes and cereals*. – 2016. - № 2 (18). - p. 127-133.
2. Adaptive system of selection of fodder plants (biogeocenotic approach). - М.: МГОУ, 2007. - 223s.
3. Adaptive technology of cultivation of white lupine for the Central Chernozem region [Text] / V. N. Naumkin, L. A. Naumkina, O. Y. Kurenskaya, A. I. Artukhov, M. I. Lukashevich // *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. - 2013. - № 1. – pp. 58-59.
4. Alabushev, A.V. Sort as a factor of innovative development of grain production [Text] / A.V. Alabushev // *Grain economy of Russia*. - 2011. - №3. - p. 7-15.
5. Artyuhov, A.I. Lupin - an important component of the strategy of Russian self-complementary protein [Text] / A.I. Artyuhov, A.V. Podobedov // *Forage Production*. - 2012. - № 5. - pp. 3-4.
6. Artyukhov, A.I. Lupine in the adaptive intensification of plant growing [Text] / A.I. Artyukhov // *20year to the All-Russian Scientific Research Institute of Lupine: a collection of scientific works of the All-Union Research Institute of Lupine*. - Bryansk: ZAO Publishing House "Chita-city", 2007. - P.10-15.
7. Volkova A.M. Determination of relative heat resistance and drought resistance of samples of leguminous crops by the method of seed germination in sucrose solutions and after heating / A.M. Volkova, N.N. Kozhushko, B.I. Makarova: *Methodical instructions*. - L., 1984. - p. 17.
8. Gataulina, G. G. White lupine - promising fodder crop [Text] / G.G. Gataulina, N.V. Medvedev // *Science and technology agriculture*. - 2008. - № 10. - pp. 49-51.
9. Guzhov, Yu. L. Selection and seed production of cultivated plants [Text] / Yu. L. Guzhov, A. Fuchs, P. Valicek. - М.: RUDN, 1999. - 539 p.
10. Dospechov B.A. Methodology of field experience / B.A. Dospechov. - Moscow: Agropromizdat, 1985. -351 p.
11. Zhivotkov, L.A. Methodology for identifying potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat in terms of “yield” [Text] / L.A. Zhivotkov, Z.A. Morozova, L.I. Sekatueva // *Selection and seed production*. - 1994. - № 2. - p. 3-6.
12. Zhuchenko A.A. Adaptive crop production (ecological-genetic principles, theory and practice) Volume II. - М., LLC “Publishing Agrorus”, 2008. -813с.
13. Kuptsov, N. S. Lupin - genetics, breeding, heterosis crops [Text] / N. S. Kuptsov, I. P. Takun. - Bryansk: SUE "Klintsovsky city printing", 2006. - 576 p.
14. Kononov, A. S. Lupine. Cultivation technology in Russia [Text] / A. S. Kononov. - Bryansk, 2003. - 212 p.
15. 4 Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S. Feed production - a strategic direction in ensuring food security of Russia. Theory and practice М., FGNU "Rosinformagrotekh", 2009. -200.
16. Melnikova, O. V. Agroecological substantiation of plant biology in the south-west of the Central region of Russia [Text] / O. V. Melnikova. - Bryansk, 2010. - p. 460.
17. Muraviev, A. A. White lupine cultivation in arid conditions of the Central Chernozem region [Text] / A. A. Muraviev, V. N. Naumkin, L. A. Naumkina // *Agricultural science*. - 2013. - № 4. - pp. 12-14.

18. Naumkin, V. N. Lupine annual productivity and the prospect of its cultivation in the Belgorod region [Text] / V. N. Naumkin, L. A. Naumkina, V. A. Sergeeva // Feed production. - 2008. - №1. - pp. 13-16.
19. Prospects growing of annual lupine in the Belgorod region [Text] / V.N. Naumkin, L.A. Naumkina, V.A. Sergeeva, D.V. Belozеров // The Belgorod Agromir. -2006. - №6 (23). - pp. 11-13.
20. Prospects lupine cultivation in the Central Chernozem region [Text] / V.N. Naumkin, L.A. Naumkina, O.D. Meshcheryakov, A.I. Artukhov, M.I. Lukashevich, P.A. Ageeva. - Arable farming. - 2012. - № 1. – pp. 27-29.
21. Privalov, F.I. Prospects for the cultivation, breeding and seed production of lupine in Belarus / F.I. Privalov, V.Ch. Shor // Vestsi National Scientists Belarus Science. Gray agrarian science. - 2015. - № 2. - p. 47–53.
22. Sergeeva, V.A. Culture of fodder lupine in the conditions of the Belgorod region [Text] / V.A. Sergeeva, A.N. Smely, V.N. Naumkin, L.A. Naumkina // Bulletin of scientific papers. - Belgorod: BSAA, 2008. - pp. 11-19.
23. Takunov, I. P. Lupine in Agriculture of Russia [Text] / I. P. Takunov. - Bryansk: Preland, 1966. - 372
24. Hlopyanikov, A.M. Features of growth of biomass and yield formation of white lupine seeds in the Central Black Earth region [Text] / A.M. Hlopyanikov A.I. Aryuhov, M.I. Lukashevich, O. Kurenskaya, V. Naumkin // Herald Bryansk State University. - 2014. - № 4. - pp. 201-204.

Сведения об авторах

Наумкин Виктор Николаевич, доктор с.-х. наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: naumkin47@mail.ru

Наумкина Лидия Алексеевна, с.-х. наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503

Куренская Ольга Юрьевна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Белгородский филиал ФГБНУ ВИЛАР, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, Тел. 8-908-783-27-56, e-mail: kuren.olya@rambler.ru,

Лукашевич Михаил Иванович, доктор с.-х. наук, заведующий лабораторией белого люпина, ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса» Всероссийский научно-исследовательский институт люпина, г. Брянск, пос. Мичуринский, ул. Берёзовая, 2, Россия, 241524, тел: (4832) 91-18-29, e-mail: lupin_mail@mail.ru,

Агеева Полина Алексеевна, кандидат с.-х. наук, заведующая лабораторией узколистного люпина, ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса» Всероссийский научно-исследовательский институт люпина, г. Брянск, пос. Мичуринский, ул. Берёзовая, 2, Россия, 241524, тел: (4832) 91-18-29, e-mail: lupin_mail@mail.ru.

Information about authors

Naumkin Viktor N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Department of plant growing, breeding and vegetable growing, Belgorod State Agricultural University, 308503, Belgorod region., Belgorod district, the village of Maisky, Vavilov Street, 1,

Kurenskaya Olga Y., Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Belgorod Branch of FGBNU VILAR, p. Maysky, Belgorod District, Belgorod Region, Russia, 308503, Tel. 8-908-783-27-56, kuren.olya@rambler.ru,

Lukashevich Mikhail I., Doctor of Agricultural Sciences, Head of the White Lupine Laboratory, Federal Research Institute for Fodder Production and Agroecology V.R. Williams "All-Russian Scientific Research Institute of Lupine, Bryansk, pos. Michurinsky, st. Berezovaya, 2, Russia, 241524, tel: (4832) 91-18-29, e-mail: lupin_mail@mail.ru,

Ageeva Polina A., Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Blue Lupine Laboratory, Federal State Scientific Institution "Federal Research Center for Feed Production and Agroecology named after V.R. Williams "All-Russian Scientific Research Institute of Lupine, Bryansk, pos. Michurinsky, st. Berezovaya, 2, Russia, 241524, tel: (4832) 91-18-29, e-mail: lupin_mail@mail.ru.

УДК 551.582(471.32)

О.С. Толстомятова, Е.В. Голованова, С.Н. Толстомятов

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Аннотация. Климатическая составляющая урожайности (разность между фактической урожайностью и долей урожайности, полученной с помощью культуры земледелия) в Белгородской области, начиная с конца XX века, постепенно снижается. Регион является одним из крупнейших производителей продуктов растениеводства в Российской Федерации. Основными сельскохозяйственными культурами являются пшеница, рожь, сахарная свекла (больше распространена в западной части области), подсолнечник, кукуруза. Широко культивируется также овес, просо, ячмень, гречиха. Все вышеперечисленные культуры достаточно обеспечены теплом. Для достижения объективной оценки земельных ресурсов необходимо рассматривать землю с точки зрения получаемой урожайности. Это предопределяется интенсификацией развития агропромышленного комплекса региона. Сельскохозяйственная оценка территории с точки зрения климатических условий предполагает определение ее агроклиматических ресурсов, т.е. совокупности агроклиматических условий, определяющих урожай возделываемых в данном регионе культур и продуктивность сельскохозяйственных животных. Из-за изменения агроклиматических условий некоторые сельскохозяйственные культуры, более адаптированы к изменениям климата и менее зависимы от агрометеорологических условий. В дальнейшем урожайность будет расти: озимой пшеницы, подсолнечника и в особенности сахарной свеклы, следует отметить, что при низких значениях ГТК у корнеплодов возрастает сахаристость. Заметен тренд увеличения урожайности некоторых сельскохозяйственных культур: озимая пшеница, ячмень, сахарная свекла, подсолнечник. Рассчитанные коэффициенты линейной корреляции, показывают, что между урожайностью зерна озимой пшеницы, сахарной свеклы, подсолнечника, ячменя и гидротермическим режимом в период вегетации (ГТК) наблюдается довольно слабая зависимость. Для озимой пшеницы он составляет 0,38, сахарной свеклы 0,06, подсолнечника 0,5, ячменя 0,4. Такая малая зависимость урожайности от ГТК свидетельствует о том, что в результате селекции выведены новые сорта, которые устойчивы к меняющимся погодным условиям, в том числе к засухе летом. Сахарная свекла наименее зависима от вариаций климата.

Ключевые слова: урожайность, гидротермический коэффициент, коэффициент корреляции, гидротермический коэффициент, сахаристость.

THE DEPENDENCE OF THE MAJOR CROPS OF THE BELGOROD REGION FROM CLIMATIC INDICATORS

Abstract. The climatic constituent of the productivity (difference between the actual productivity and stake of the productivity got by means of culture of agriculture) in the Belgorod area, since the end of the XX century, goes down gradually. A region is one of the largest producers of products of plant-grower in Russian Federation. Basic agricultural cultures are a wheat, rye, sugar beet (anymore widespread in western part of area), sunflower, corn. An oat, millet, barley, buckwheat, is widely cultivated also. All above-stated cultures are provided enough with a heat. For the achievement of objective estimation of the landed resources it is necessary to examine earth from the point of view of the got productivity. It is predetermined by intensification of development of agroindustrial complex of region. The agricultural estimation of territory from the point of view of climatic terms supposes determination of her agroclimatic resources, т. of e. totalities of agroclimatic terms, qualificatory the harvest of the cultures tilled in this region and productivity of agricultural animals. From the change of agroclimatic terms some agricultural cultures as winter-annual rye will disappear from the crop rotation of area, and agricultural cultures will be grown, more adapted to the changes of climate and less dependency upon agrometeorological terms. In future the productivity will be raise: winter wheat, sunflower and in particular sugar beet, it should be noted that at the subzero values of ГТК the sacchariferousness increases at root crops. The trend of increase of the productivity of some agricultural cultures is noticeable: winter wheat, barley, sugar beet, sunflower. Expected coefficients of linear correlation, show that between the productivity of grain of winter wheat, sugar beet, sunflower, barley and hydrothermal mode in the period of vegetation (ГТК) there is weak enough dependence. For a winter wheat he is 0,38, sugar beet 0,06, sunflower 0,5, barley 0,4. Such small dependence of the productivity on ГТК testifies that as a result of selection new varieties that is steady to the changing weather terms are shown out, including to the drought in summer. A sugar beet is the least dependency upon variations of climate.

Keywords: yield, hydrothermal coefficient, correlation coefficient, the sugar content.

Погодные условия не могут быть одновременно идеальными для производства всех и даже для нескольких сельскохозяйственных культур, которые выращиваются в данном климате. Для каждой конкретной выращиваемой культуры условия, являющиеся оптимальными, могут не быть таковыми для других видов растений, культивируемых в той же местности.

Именно поэтому очень важна правильная ориентировка сельского хозяйства. Культуры должны дополнять друг друга, чтобы в условиях, неблагоприятных для одной из них, была бы возможность компенсации потерь урожайности за счет другой.

Территория Белгородской области располагает плодородными почвами и благоприятными климатическими условиями и характеризуется большим количеством распаханной земли и, как следствие, область располагает высокоразвитым сельским хозяйством.

Регион является одним из крупнейших производителей продуктов растениеводства в Российской Федерации. Основными сельскохозяйственными культурами являются пшеница, рожь, сахарная свекла (больше распространена в западной части области), подсолнечник, кукуруза. Широко культивируется также овес, просо, ячмень, гречиха. Много плодовых видов. Все вышеперечисленные культуры достаточно обеспечены теплом. Для достижения объективной оценки земельных ресурсов необходимо рассматривать землю с точки зрения получаемой урожайности [1].

Сельскохозяйственное производство постоянно сталкивается с необходимостью сельскохозяйственной оценки территории. Например, при планировании площадей посевов, внедрении новых культур, подборе сортов и гибридов, применении новых агротехнологий и техники и т.д. нужно научное обоснование этих мероприятий с учетом климатических особенностей.

Сельскохозяйственная оценка территории с точки зрения климатических условий предполагает определение ее агроклиматических ресурсов, т. е. совокупности агроклиматических условий, определяющих урожай возделываемых в данном регионе культур и продуктивность сельскохозяйственных животных.

Погодные условия могут вызвать изменения в урожайности на 50-100% по сравнению со среднестатистическими данными. Погодные условия вегетативного периода – температура, продолжительность и интенсивность освещенности, количество и распределение осадков, и другие факторы весьма значительно и по-разному влияют на урожайность и качество продукции растений в зависимости от их биологических особенностей.

Неустойчивость погоды, а именно. смена засушливых лет влажными, суровых зим – теплыми, вызывает значительную изменчивость валовых сборов сельскохозяйственной продукции в Белгородской области [2].

Как уже упоминалось, основными сельскохозяйственными культурами региона являются пшеница, рожь, сахарная свекла, кукуруза. Широко культивируется также овес, просо, ячмень, подсолнечник, гречиха. Рожь лучше удается на северных склонах. Сахарная свекла больше распространена в западной половине области. Все перечисленные культуры достаточно обеспечены теплом. Сумма температур выше 10°C колеблется от 2450°C на севере области до 2800 °C и более на юге области [1,2,4].

За последние 15 лет в Центрально-Черноземном регионе, в связи с существенными изменениями климатических и погодных условий, происходит изменение сроков сева многих культур, наблюдаются резкие скачки температур в зимний и весенний периоды, это губит зерновые культуры, которые были посеяны под зиму,

В короткие сроки сельскохозяйственные предприятия области перешли на сплошные сортовые посевы озимой пшеницы. В результате чего наблюдалось резкое увеличение посевной площади под данной культурой, максимум которой был зафиксирован в 1980 г. и 1982 г.– 453,8 тыс. га и 422,4 тыс. га соответственно.

Сбор зерна озимой культуры в области, как правило, всегда был выше, чем в среднем по России. Так, в среднем в течение последних пяти лет (2009-2013 гг.) он составил 31,8 ц/га, что на 14% выше, чем по РФ. В целом самая низкая урожайность зафиксирована в период 1965-1972 гг. Наиболее низкие показатели были отмечены в 1960 г. – 10,3 ц/га, в 1965 г. – 17,7 ц/га, в 1967 г. – 15,7 ц/га и в 1995 г. – 16,6 ц/га (рис.1). Главной причиной такой ситуацией были крайне неблагоприятные условия увлажнения сентября и мая. За сентябрь 1964, 1966 и 1994 гг. выпало соответственно 11,3, 28,1 и 16,0 мм осадков при норме 47,7 мм, а в мае 1965, 1967 и 1995 гг. – 32, 13,9 и 18,3 мм (норма 48 мм).

Урожайность озимой пшеницы за последние 34 года увеличилась с 24,7 до 34,0 ц/га. При значительно меньших площадях этих культур по сравнению с ранними яровыми (яровой ячмень, пшеница и овес) валовой сбор их превосходит валовой сбор яровых на 15-20 %, при этом зерно озимых в южной половине региона, где преобладает озимая пшеница, имеет высокое качество.

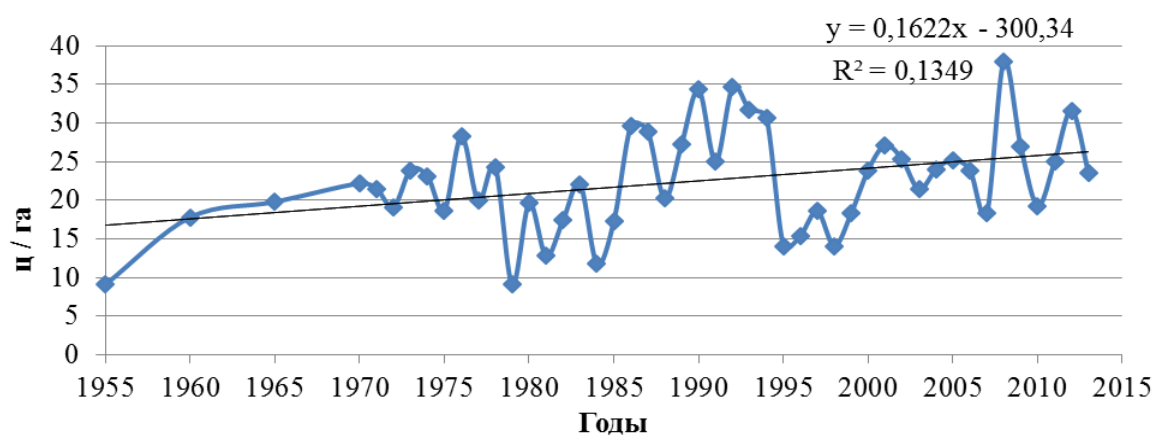


Рис.1 - Изменение урожайности озимой пшеницы

Отмечена средняя положительная корреляционная связь между количеством осадков и урожайностью зерна озимой пшеницы в сентябре ($r = 0,38$) и эта зависимость доказана на 5%-ном уровне значимости ($t_{\text{факт.}} = 2,30$ при $t_{\text{теор.}} = 2,04$). В январе и июле корреляционные связи между количеством осадков и урожайностью зерна были средними отрицательными ($r = -0,32$ и $r = -0,51$ соответственно).

Между температурным режимом сентября и урожайностью зерна озимой пшеницы существует отрицательная корреляционная связь средней силы ($r = -0,42$; $t_{\text{факт.}} = 2,40$ при $t_{\text{теор.}} = 2,04$), т. е. с повышением температуры воздуха урожайность снижается.

Рассчитанные коэффициенты регрессии свидетельствуют о том, что увеличение количества осадков в сентябре месяце на 1 мм по сравнению со среднемноголетними значениями приводило к существенному увеличению, а повышение температуры воздуха на 1°C – к существенному снижению урожайности зерна озимой пшеницы на 1,25 и 0,59 кг/га соответственно, так как $t_{\text{факт.}} > t_{\text{теор.}}$.

Коэффициенты детерминации свидетельствуют о том, что 15% колебаний в урожайности зерна озимой пшеницы зависят от количества осадков, а 16% – от температурного режима сентября месяца [6].

Озимая рожь среди других зерновых культур выделяется наиболее высокой морозостойкостью и реже гибнет при перезимовке, чем озимая пшеница. Динамика изменения урожайности озимой ржи представлена на рис.2.

Метеорологические условия остальных месяцев вегетации оказывали незначительное влияние на формирование урожая зерна. Основное назначение озимой ржи – продовольственное. В зерне ржи содержание белка колеблется от 9% до 17% в зависимости от условий выращивания и сорта.

В последние годы урожайность озимой ржи в Белгородской области наблюдается падение (с 25 ц/га до 20 ц/га). Основной из причин является зависимость данной культуры от погодных условий летнего сезона: роста температур за период вегетации и увеличения засушливости.

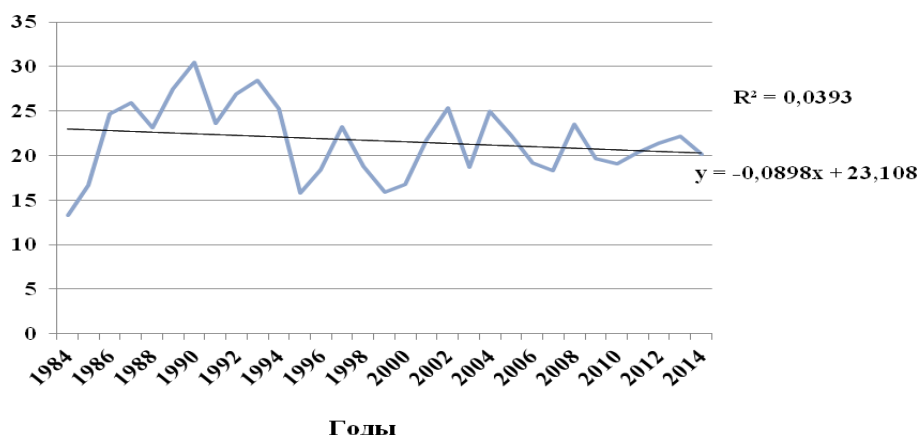


Рис.2 - Изменение урожайности озимой ржи

Второе место по посевным площадям в Белгородской области занимает ячмень. Он менее требователен к теплу, чем другие хлебные злаки, и обладает большой устойчивостью к засухе. В связи с этим агроклиматические условия для возделывания ячменя на территории области в целом более благоприятны, чем для пшеницы.

Максимальное значение посевной площади ячменя в регионе было отмечено в период с 1972 г. по 1975 г. – 530-606 тыс. га, минимальное в 1960 г. – 141,8 тыс. га и в 1990 г. – 154,4 тыс. га.

Средняя урожайность данной культуры за весь рассматриваемый период составила 22,4 ц/га убранный площади. Заметен тренд к увеличению урожайности ячменя с 17 ц/га до 26 ц/га. Наиболее низкие показатели урожайности были зафиксированы в 1979 г. – 9,1 ц/га, в 1984 г. – 11,8 ц/га и в 1981 г. – 12,8 ц/га (рис.3.).

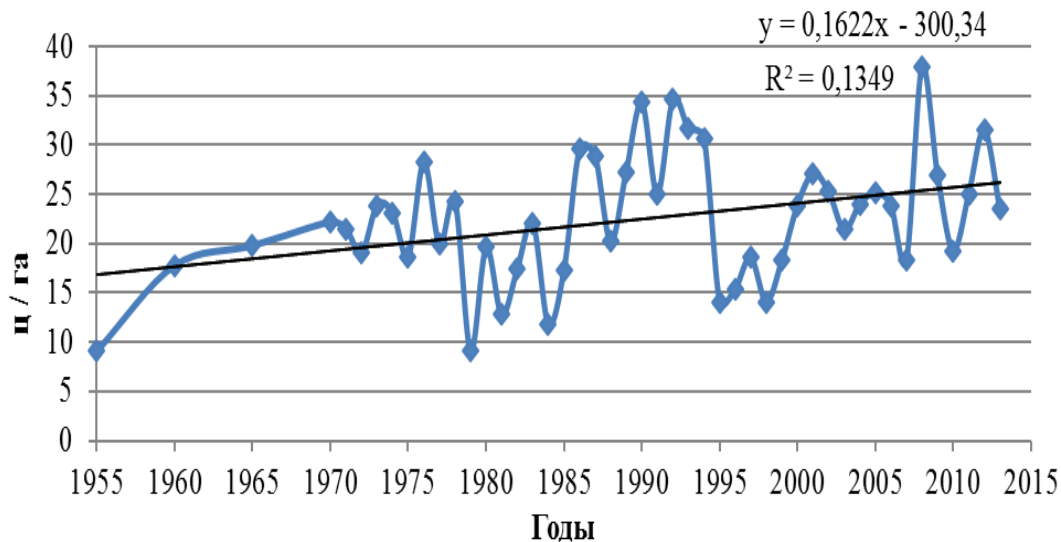


Рис.3 - Изменение урожайности ячменя

Третье место по посевным площадям вплоть до 1999 г в области занимала сахарная свекла. Сахарная свекла – культура высокоурожайная. За период с 1965 по 1991 гг. посевные площади этой самой рентабельной сельскохозяйственной культуры были достаточно стабильны и находились в пределах 147...164 тыс. га. С 1991 г. по экономическим и технологическим причинам посевы сахарной свеклы стали сокращаться достаточно быстро. Минимальный показатель посевных площадей под данной культурой был зафиксирован в 2008 г. и составил 75,9 тыс. га. На территории области сахарная свекла занимает 9% всей посевной площади.

Урожайность культуры в области всегда была выше, чем в среднем по России. Средневзвешенная урожайность сахарной свеклы в области за рассматриваемый период изменялась в пределах 110...424 ц/га (рис.4).

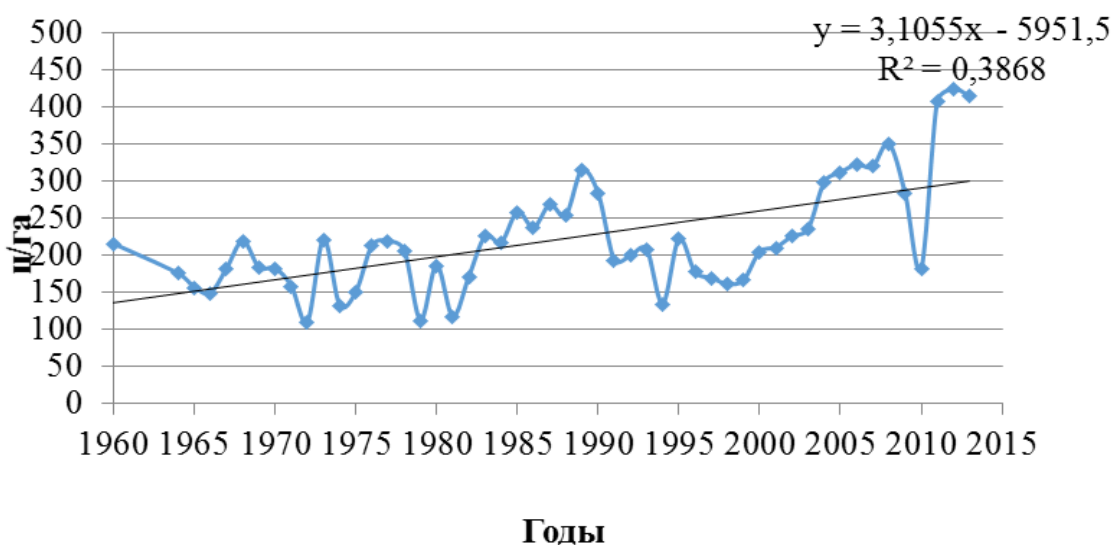


Рис. 4 - Изменение урожайности сахарной свеклы

Сахаристость свеклы определяют погодные условия конкретных лет – коэффициент корреляции с ГТК - 0,8, что отражает благоприятность трендов климатических изменений для данной культуры.

Таким образом, за последние 50-60 лет урожайность озимой пшеницы и ячменя увеличилась ненамного. Заметна тенденция к росту урожайности сахарной свеклы и подсолнечника. Рассчитанные коэффициенты линейной корреляции, показывают, что между урожайностью зерна озимой пшеницы, сахарной свеклы, подсолнечника, ячменя и гидротермическим режимом в период вегетации (ГТК) наблюдается довольно слабая зависимость. Для озимой пшеницы он составляет 0,38, сахарной свеклы 0,06, подсолнечника 0,5, ячменя 0,4. Такая малая зависимость урожайности от ГТК свидетельствует о том, что в результате селекции выведены новые сорта, которые устойчивы к меняющимся погодным условиям, в том числе к засухе летом. Сахарная свекла наименее зависима от вариаций климата.

Библиография

1. Марковина Е.В., Зорин Д.М., Остаев Г.Я. Оценка земли: условия, плодородие и урожайность// Сб. докл. Всерос. науч. – практ. конф. «Землеустройство и экономика в АПК: информационно-аналитическое и налоговое обеспечение управления» (Ижевск, 24 мая 2018 г.) – Ижевск, Изд-во Буква, 2018 – 73-78с.
2. Толстопятова О.С. Урожайность зерновых культур и современные изменения агроклиматических ресурсов в Белгородской области // Сб. студ. науч. работ – Белгород, Изд-во НИУ «БелГУ», 2014. – С.728-731.
3. Агроклиматические ресурсы Белгородской области. – Л.: Управление гидрометеорологической службы Центрально-Черноземных областей, 1972. – 92с.
4. Толстопятова О.С. Современные изменения агроклиматических условий на юге Центрально-Черноземного региона (на примере Белгородской области) // Сб. докл. меж. науч. конф. «Ломоносов-2015» - <http://shpil.info/rus/event/3000/> Москва, 2015.
5. Оразаева И.В. Реакция сортов озимой пшеницы на условия выращивания в юго-западной части ЦЧЗ: дис... канд..с.-х. наук – Белгород, 2010. – 192 с.
6. Лукин С. В. Динамика использования удобрений и урожайность основных сельскохозяйственных культур в Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. – 2008. №4. – С. 7-20.
7. Толстопятова О. С. Меняющиеся климатические условия и урожайность агроценозов Белгородской области: магист. дис. – Белгород, 2016. – 78с.

References

1. Markovina E.V., Zorin D.M., Ostaev G.Ya. Assessment of land: conditions, fertility and yield // Sat. report Vseros. scientific - practical conf. "Land management and economics in the agro-industrial sector: information-analytical and tax support of management" (Izhevsk, May 24, 2018) - Izhevsk, Bukva Publishing House, 2018 - 73-78p.

2. Tolstopyatova OS The yield of grain crops and modern changes of agroclimatic resources in the Belgorod region // Proc. stud scientific Works - Belgorod, Publishing House of the National Research University "BelsU", 2014. - P.728-731.
3. Agroclimatic resources of the Belgorod region. - L .: Hydrometeorological Service of the Central Black Earth regions, 1972. - 92s.
4. Tolstopyatova O.S. Modern changes of agro-climatic conditions in the south of the Central Black Earth region (on the example of the Belgorod region) // Proc. report between scientific conf. Lomonosov-2015 - <http://shpil.info/rus/event/3000/> Moscow, 2015.
5. Orazaeva I.V. The reaction of winter wheat varieties to growing conditions in the southwestern part of the TsChZ: dis ... cand ... s. Sciences - Belgorod, 2010. - 192 p.
6. Lukin S.V. Dynamics of fertilizer use and yield of main agricultural crops in the Belgorod region // Achievements of science and technology of agriculture. - 2008. №4. - p. 7-20.
7. Tolstopyatova O.S. Changing climatic conditions and yield of agrocenoses of the Belgorod region: Master. dis. - Belgorod, 2016. - 78с.

Сведения об авторах

Толстопятова Ольга Сергеевна, аспирант кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности, НИУ «БелГУ», ул. Победы 85, г. Белгород, Россия, 308012, тел. +7-905-674-35-30, e-mail: tolga160@yandex.ru

Голованова Елена Васильевна, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующая кафедрой математики, физики и химии ФГБОУ Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7-910-736-50-04, e-mail: golovanova711@mail.ru

Толстопятов Сергей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, физики и химии ФГБОУ Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7-903-885-90-14.

Information about authors

Tolstopyatov Olga Sergeevna, postgraduate student, Department of geography, geo-ecology and life safety, national research UNIVERSITY "Belgorod state University", Pobeda street 85, Belgorod, Russia, 308012, tel 7-905-674-35-30, e-mail: tolga160@yandex.ru

Golovanova Elena Vasilievna, candidate of physical and mathematical Sciences, Professor, head of Department of mathematics, physics and chemistry DEPARTMENT, Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel 7-910-736-50-04, e-mail: golovanova711@mail.ru

Tolstopyatov Sergey Nikolaevich, candidate of physical and mathematical Sciences, associate Professor of mathematics, physics and chemistry DEPARTMENT, Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel 7-903-885-90-14.

Нашим авторам

В журнале публикуются результаты открытых научных исследований в области сельскохозяйственной науки и техники, материалы о результатах инновационных разработок и проектов предприятий и фирм различных форм собственности, изобретениях; материалы конференций, выставок, конкурсов.

Содержание статей рецензируется (в соответствии с профилем журнала) на предмет актуальности темы, четкости и логичности изложения, научно-практической значимости рассматриваемой проблемы и новизны предлагаемых авторских решений.

Общий объем публикации определяется количеством печатных знаков с пробелами. Рекомендуемый диапазон значений составляет от 12 тыс. до 40 тыс. печатных знаков с пробелами (0,3 – 1,0 печатного листа). Материалы, объем которых превышает 40 тыс. знаков, могут быть также приняты к публикации после предварительного согласования с редакцией. При невозможности размещения таких материалов в рамках одной статьи, они могут публиковаться (с согласия автора) по частям, в каждом последующем (очередном) номере журнала.

Статьи должны быть оформлены на листах формата А4, шрифт – Times New Roman, кеглем (размером) – 12 пт, для оформления названий таблиц, рисунков, диаграмм, структурных схем и других иллюстраций: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт; для примечаний и сносок: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт. Для оформления библиографии, сведений об авторах, аннотаций и ключевых слов используется кегль 10 пт, межстрочный интервал – 1,0. Поля сверху и снизу, справа и слева – 2 см, абзац – 1,25 см (не задавать пробелами), формат – книжный. Если статья была или будет отправлена в другое издание необходимо сообщить об этом редакции.

При подготовке материалов не допускается использовать средства автоматизации документов (колонтитулы, автоматически заполняемые формы и поля, даты), которые могут повлиять на изменение форматов данных и исходных значений.

Оформление статьи

Слева в верхнем углу с абзаца печатается УДК статьи (проверяйте корректность выбранного УДК на сайте Всероссийского института научной и технической информации – ВИНТИ либо в сотрудничестве с библиографом учредителя журнала по тел. +7 4722 39-27-05).

Ниже, через пробел, слева с абзаца – инициалы и фамилии автора(ов), полужирным курсивом. Далее, через пробел, по-центру строки – название статьи (должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким) жирным шрифтом заглавными буквами.

Затем с красной строки приводится аннотация, оформленная в соответствии с требованиями, предъявляемыми к рефератам и аннотациям ГОСТ 7.9-95, ГОСТ 7.5-98, ГОСТ Р 7.0.4-2006, объемом 200 – 250 слов (не более 2000 знаков), с нового абзаца – ключевые слова.

Далее необходимо разместить на английском языке: название статьи, аннотацию (Abstract), ключевые слова (Keywords).

После этого через пробел – текст статьи, библиография (библиографическое описание приводится в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка») и ее вариант на английском языке (References). При составлении описаний на английском языке рекомендуется использовать международный стандарт Harvard, с учетом того, что фамилии и инициалы авторов русскоязычных источников, название статьи транслитерируются (согласно правилам Системы Библиотеки Конгресса США – LC), затем в квадратных скобках приводится перевод названия публикации, далее – ее выходные данные (на английском языке либо в транслитерации, без сокращений и аббревиатур).

Далее размещаются сведения об авторах, которые включают фамилию, имя и отчество, ученую степень, ученое звание (при наличии), занимаемую должность или профессию, место работы (учебы) – полное наименование учреждения или организации, включая структурное подразделение (кафедра, факультет, отдел, управление, департамент и пр.), и его полный почтовый адрес, контактную информацию – телефон и(или) адрес электронной почты, а также другие данные по усмотрению автора, которые будут использованы для размещения в статье журнала и на информационном сайте издательства. В коллективных работах (статьях, обзорах, исследованиях) сведения авторов приводятся в принятой ими последовательности. Затем следует англоязычный вариант информации об авторах (Information about authors).

Основной текст публикуемого материала (статьи) приводится на русском или английском языках. Текст публикуемой работы должен содержать введение, основную часть и заключение. Объем каждой из частей определяется автором. Вводная часть служит для обоснования автором цели выбранной темы, актуальности. Затем необходимо подробно изложить суть проблемы, провести анализ, обосновать выбранное решение, отразить, а также привести достаточные основания и доказательства, подтверждающие их достоверность. В заключительной части автор формулирует обобщенные выводы, основные рекомендации или предложения; прогнозы и(или) перспективы, возможности и области их использования. Для выделения наиболее важных понятий, выводов допускается полужирный шрифт и курсив. Не допускается применять подчеркивание основного текста, ссылок и примечаний, а также выделение его (окраска, затенение, подсветка) цветным маркером.

Авторский текст может сопровождаться монохромными рисунками, таблицами, схемами, фотографиями, графиками, диаграммами и другими наглядными объектами. В этом случае в тексте приводятся соответствующие ссылки на иллюстрации. Подписи к рисункам и заголовки таблиц обязательны.

Иллюстрации в виде схем, диаграмм, графиков, фотографий и иных (кроме таблиц) изображений считаются рисунками. Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Например: «Рис. 1. Получение гибридных клеток».

При подготовке таблиц разрешается только книжная ориентация таблицы. Подпись таблицы располагается над ней, по центру. Например: «Таблица 3. Стандарт породы по живой массе племенных телок».

Иллюстрации, используемые в тексте, дополнительно предоставляются в редакцию в виде отдельных файлов хорошего качества, формата TIFF (с разрешением 300 dpi) или EPS, все шрифты должны быть переведены в кривые. Исключения составляют графики, схемы и диаграммы, выполненные непосредственно в программе Word, в которой предоставляется текстовый файл, или Excel. Их дополнительно предоставлять в виде отдельных файлов не требуется.

Математические формулы следует набирать в формульном редакторе Microsoft Equation или Microsoft MathType. Формулы, набранные в других редакторах, а также выполненные в виде рисунков, не принимаются. Все обозначения величин в формулах и таблицах должны быть раскрыты в тексте.

При цитировании или использовании каких-либо положений из других работ даются ссылки на автора и источник, из которого заимствуется материал в виде отсылок, заключенных в квадратные скобки [1]. Все ссылки должны быть сведены автором в общий список (библиография), оформленный в виде затекстовых библиографических ссылок в конце статьи, где приводится полный перечень использованных источников. Использовать в статьях внутритекстовые и подстрочные библиографические ссылки не допускается.

Порядок представления материалов

Авторы предоставляют в редакцию (ответственным секретарям соответствующих тематических разделов) следующие материалы:

- статью в печатном виде, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на последнем листе всеми авторами,
- статью в электронном виде, каждая статья должна быть в отдельном файле, в имени файла указывается фамилия первого автора,
- сведения об авторах (в печатном и электронном виде) – анкету автора,
- рецензию на статью, подписанную (доктором наук) и заверенную печатью,
- аспиранты предоставляют справку, подтверждающую место учебы.

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию предоставленная автором рукопись статьи рецензируется согласно установленного порядка рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлегией в целом. Автору не принятой к публикации рукописи редколлегия направляет мотивированный отказ.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Адреса электронной почты ответственных секретарей тематических разделов приведены ниже.

Тематический раздел «Инновационная экономика, управление предприятиями АПК и социальное развитие села»:

Наседкина Татьяна Ивановна, д. э. н., профессор – ответственный редактор,
Груздова Людмила Николаевна, к. э. н., доцент – ответственный секретарь,
e-mail: konf.econom@yandex.ru
тел. +7 919 229-09-96.

Тематический раздел «Инновационные технологии в агрономии»:

Лицуков Сергей Дмитриевич, д. с.-х. н., профессор – ответственный редактор,
Муравьев Александр Александрович, к. с.-х. н., доцент – ответственный секретарь,
e-mail: Aleksandr16_1988@mail.ru
тел. +7 951 142-75-77.

Тематический раздел «Агроинженерия и энергоэффективность»:

Пастухов Александр Геннадиевич, д. т. н., профессор – ответственный редактор,
Колесников Александр Станиславович, к. т. н., доцент – ответственный секретарь,
e-mail: a.c.kolesnikov@mail.ru
тел. +7 908 783-88-92.

Our reviewers

Results of open scientific researches in the field of agricultural science and equipment, materials about results of innovative development and projects of the enterprises and firms of various forms of ownership, inventions, materials of conferences, exhibitions and competitions are published in the Journal.

The contents of articles are reviewed (according to Journal's content) for topic relevance, clearness and statement logicity, the scientific and practical importance of the considered problem and novelty of the proposed author's solutions.

The total amount of the publication is decided by the amount of typographical units with interspaces. The recommended range of values makes from 12 thousand to 40 thousand typographical units with interspaces (0,3 – 1,0 printed pages). Materials which volume exceeds 40 thousand typographical units may be also accepted to the publication after preliminary agreement with editorial body. In case of impossibility of such materials replacement within one article, they may be published (with the author consent) in parts, in each subsequent (next) issue of the Journal.

Articles must be issued on sheets A4, printed type must be Times New Roman, size must be 12 pt; for registration of tables titles, drawings, charts, block diagrams and other illustrations - Times New Roman, usual, size is 10 pt; for notes and footnotes - Times New Roman, usual, size 10 pt. For registration of the bibliography, data on authors, summaries and keywords the size is 10 pt, a line spacing is 1,0. Edges above and below, right and left are 2 cm, the paragraph is 1,00 cm (without interspaces), a format is a book. If article was or will be sent to another edition it is necessary to report to our editions.

During materials preparation you may not to use an automation equipment of documents (headlines, automatically filled forms and fields, dates) which can influence change of formats of data and reference values.

Article registration

In the left top corner from the paragraph article UDC is printed (check a correctness of the chosen UDC on the site of the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information or in cooperation with the bibliographer of the founder of Journal by tel. +7 4722 39-27-05).

Below, after interspaces, at the left from the paragraph are full name of the author(s), semi boldface italics. Further, after interspaces, in the center of a line is article title (the name of article has to reflect the main idea of the executed research and should be as short as possible) and it prints with capital letters.

Then with a new paragraph one places a summary (issued according to requirements imposed to papers and summaries of GOST 7.9-95, GOST 7.5-98, GOST P 7.0.4-2006 of 200 – 250 words (no more than 2000 signs), from the new paragraph one provides keywords.

Further it is necessary to place in English: article title, summary (Abstract), keywords.

Next after interspaces is the text of article, the bibliography (the bibliographic description is provided according to GOST P 7.0.5-2008 "Bibliographic reference") and its option in English (References). By drawing up descriptions in English it is recommended to use the international Harvard standard taking into account that authors full name of Russian-speaking sources, article titles are transliterated (according to rules of System of Library of the Congress of the USA – LC), after that in square brackets is translation of publication title, further is given its output data (in English or transliteration, without reductions and abbreviations).

Further there are data about authors, which include a surname, a name and a middle name; academic degree, academic status (now); post or profession; a place of work (study) – full name of organization, including structural division (chair, faculty, department, management, department, etc.), and their full postal address, contact information – telephone and (or) the e-mail address, and also other data on the author's discretion which will be used for article's replacement in the Journal and on the informational website of publishing house. In collective works (articles, reviews, researches) of data of authors are brought in the sequence accepted by them. Further information about authors in English.

The main text of the published material (article) is provided in Russian or English. The text of the published work has to contain: introduction, main part and conclusion. The volume of each of parts is defined by the author. Then it is necessary to detail a problem, carry out the analysis, prove the chosen decision, and give the sufficient bases and proofs confirming ones reliability. In conclusion the author formulates the generalized conclusions, the main recommendations or offers; forecasts and(or) prospects, opportunities and their application area.

For highlighting of the most important concepts, conclusions is used the bold-face type and italics. It is not allowed to apply underlining of the main text, references and notes, and also its allocation (coloring, illumination) a color marker.

The author's text can be accompanied by monochrome drawings, tables, schemes, photos, schedules, charts and other graphic objects. In this case the corresponding references to illustrations are given in the text. Drawings titles and headings of tables are obligatory.

Illustrations in the form of schemes, charts, schedules, photos and others (except tables) images are considered as drawings. Drawing title is under it in the middle of a line. For example: "Fig. 1. Obtaining hybrid cells".

During tables preparation you can use only book orientation of the table. Table title is over it, in the center. For example: "Table 3. The breed standard in live weight of breeding heifers".

The illustrations used in the text in addition are provided in edition in the form of separate files of high

quality, the TIFF format (with the resolution of 300 dpi) or EPS, all fonts have to be transferred to curves. The exception is made by the schedules, schemes and charts executed directly in the Word program in which the text file or Excel is provided. It is not required to provide them in the form of different files.

Mathematical formulas should be written in the form of Microsoft Equation or Microsoft MathType editor. The formulas, which are written in other editors and in the form of drawings, are not accepted. All designations of sizes in formulas and tables must be explained in the text.

In case of citing or using any provisions from other works one should give references to the author and a source from which material in the form of the sending concluded in square brackets [1]. All references must be listed by the author in the general list (bibliography) issued in the form of endnote bibliographic references in the end of article where the full list of the used sources is provided. Do not use intra text and interlinear bibliographic references in articles.

Order of materials representation

Authors provide the following materials in edition (responsible secretaries of the appropriate thematic sections):

- article in printed form, without hand-written inserts, on one party of a standard sheet, signed on the last sheet by all authors,
- article in electronic form, each article has to be in the different file, the surname of the original author titles the file,
- data about authors (in a printing and electronic versions) – the questionnaire of the author,
- the review of article signed (doctor of science) and certified by the press
- graduate students provide the reference confirming a study place.

On condition of implementation of formal requirements to materials for the publication the article manuscript provided by the author is reviewed according to an established order of reviewing of the manuscripts, which are coming to editorial office of the Journal. The decision on expediency of the publication after reviewing is made by the editor-in-chief (deputy chief editors), and if it is necessary by an editorial board in general. The editorial board sent to the author of the unaccepted manuscript a motivated refusal.

The payment for the manuscripts publication is not charged from graduate students.

E-mail addresses of responsible secretaries of thematic sections are given below:

Thematic section “Innovative Economics, Management of Agricultural Enterprises and Social Development of the Village”:

Nasedkina Tatyana Ivanovna, Dr. Econ. Sci., Professor – the editor-in-chief,
Gruzдова Lyudmila Nikolaevna, Cand. Econ. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,
e-mail: konf.econom@yandex.ru
Tel. +7 919 229-09-96.

Thematic section “Innovative Technologies in Agronomy”:

Litsukov Sergey Dmitriyevich, Dr. Agric. Sci., Professor – the editor-in-chief,
Muravyov Alexander Alexandrovich, Cand. Agri. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,
e-mail: Aleksandr16_1988@mail.ru
Tel. +7 952 142-75-77.

Thematic section “Agricultural Engineering and Energy Efficiency”:

Pastukhov Alexander Gennadievich, Dr. of Tech. Sci., Professor – the editor-in-chief,
Kolesnikov Alexander Stanislavovich, Cand. Tech. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,
e-mail: a.c.kolesnikov@mail.ru
Tel. +7 908 783-88-92.

Example of registration of article

UDC 633.11(470.325)

V.V. Smirnova, N.A. Sidelnikova, I.V. Kulishova

FORMATION OF TECHNOLOGICAL QUALITIES OF GRAIN OF THE WINTER WHEAT IN THE BELGOROD REGION

Abstract. Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation (not less than 250 words).

Keywords: keywords, keywords, keywords, keywords, keywords (not less than 5 keywords).

Text.....
.....
.....

Table 1 - The breed standard in live weight of breeding sows

References

1. Smirnova V.V. Vliyanie predshestvennikov na urozhajnost' sortov ozimoy pshenicy, tekhnologicheskie kachestva zerna i ih izmenenie pri hranenii: avtoreferat dis. ... kand.s.-h. nauk: 06.01.09 / Smirnova V.V.; BelGSKHA. – Belgorod, 2007. – 19 s.
2. Sidel'nikova N.A. Sovershenstvovanie intensivnykh tekhnologij vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur v CCHZ / N.A.Sidel'nikova, L.G.Gavrilenko // Sbornik nauchnykh trudov SKHI.-Belgorod, 1988.-111s.
3. GOST R 52554 – 2006. Pshenica. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2007-07-01. – M.: Standartinform, 2006. – 13 s.

Information about authors

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Kulishova Irina Vladimirovna, graduate student of the second year of training of department of agriculture, agrochemistry and ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.