

Журнал основан в марте 2004 г.
Выходит ежеквартально

Учредитель ФГБОУ ВО «Ижевская
государственная
сельскохозяйственная академия»

Адрес редакции, издательства
и типографии:
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11
E-mail: rio.isa@list.ru

Подписной индекс в объединенном
каталоге «Пресса России» 40567



Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-63611 от 02.11.2015.

Журнал включен в Российский индекс
научного цитирования (РИНЦ),
реферативную базу данных AGRIS.

Ответственность за содержание статей
несут авторы публикаций.

Корректор А.И. Трегубова
Вёрстка А.И. Трегубова
Перевод В.Г. Балтачев

Подписано в печать 25.12.2018.
Дата выхода в свет 09.01.2019.
Формат 60x84/8. Тираж 500 экз.
Заказ № 7655. Цена свободная.

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018

ISSN 1817-5457

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *А.И. Любимов*

Научный редактор

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *С.И. Коконев*

Члены редакционного совета:

Р.Р. Исмагилов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, член-корреспондент АН РБ

Х.М. Сафин – доктор сельскохозяйственных наук, академик-секретарь АН РБ

И.С. Фатыхов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

А.М. Ленточкин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Л.М. Колбина – доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Удмуртский НИИСХ

Н.А. Балакирев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ-МВА имени К.И. Скрябина, академик РАН

С.Д. Батанов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

С.В. Залесов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО УГЛТУ

К.М. Габдрахимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Ю.Г. Крысенко – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

В.А. Ермолаев – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

И.Г. Конопельцев – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО Вятская ГСХА

И.Л. Бухарина – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО УдГУ

Ф.Ф. Мухамадьяров – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Вятская ГСХА

П.В. Дородов – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

А.Г. Левшин – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА

имени К.А. Тимирязева

С.И. Юран – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Н.П. Кондратьева – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

EDITORIAL BOARD

Editor in chief

Doctor of Agricultural Sciences, Professor *A.I. Lyubimov*

Science editor

Doctor of Agricultural Sciences, Professor *S.I. Kokonov*

Members of Editorial Board:

R.R. Ismagilov – Doctor of Agricultural Science, Professor, Bashkir State Agrarian University, corresponding member of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan

H.M. Safin – Doctor of Agricultural Science, Academician-Secretary of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan

I.SH. Fatykhov – Doctor of Agricultural Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

A.M. Lentochkin – Doctor of Agricultural Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

L.M. Kolbina – Doctor of Agricultural Science, Udmurt Research Institute of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences

N.A. Balakirev – Doctor of Agricultural Science, Professor, Moscow State Academy of Veterinary

Medicine and Biotechnology named K.I. Skryabin, member of the Russian Academy of Sciences

S.D. Batanov – Doctor of Agricultural Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

S.V. Zalesov – Doctor of Agricultural Science, Professor, Ural State Forest Engineering University

K.M. Gabdrakhimov – Doctor of Agricultural Science, Professor, Bashkir State Agrarian University

Yu.G. Krysenko – Doctor of Veterinary Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

V.A. Ermolaev – Doctor of Veterinary Science, Professor, Ulyanovsk State Agricultural University

I.G. Konopeltsev – Doctor of Veterinary Science, Professor, Vyatka State Agricultural Academy

I.L. Bukharina – Doctor of Biological Science, Professor, Udmurt State University

F.F. Muchamadjarov – Doctor of Engineering Science, Professor, Vyatka State Agricultural Academy

P.V. Dorodov – Doctor of Engineering Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

A.G. Levshin – Doctor of Engineering Science, Professor, Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev

S.I. Yuran – Doctor of Engineering Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

N.P. Kondratyeva – Doctor of Engineering Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

И.С. Акатьева, Е.В. Кожевникова. Конвергенция сельскохозяйственных и лингвистических наук в компетентностном подходе при подготовке специалистов АПК	3
А.А. Астраханцев. Морфофункциональная характеристика органов воспроизводства кур различных кроссов в постэмбриональном онтогенезе.	12
В.А. Бычкова, О.С. Уткина. Использование микрофлоры мёда в производстве функционального сывороточного напитка с лечебными травами.	20
Е.Д. Давыдова, М.П. Маслова, А.А. Никитин. Состояние и использование земельного фонда Удмуртской Республики	32
Е.С. Климова, Е.А. Михеева, Т.В. Бабинцева, С.А. Пенькин, Т.М. Мираева. Эффективность применения препарата DEBUZZER против эктопаразитов кур	39
М.С. Куликова, А.В. Шишкин, А.Н. Куликов, Ю.Г. Крысенко, И.С. Иванов. Изучение гематологических и биохимических показателей крови телят при коррекции гипомикроэлементозов с помощью минеральных солей и хелатных комплексов Fe, Mn, Co, Zn, Cu	45

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева. Разработка алгоритма минимизации мощности потерь асинхронного электродвигателя и моделирование системы автоматизированного управления электроприводом	50
А.Г. Ипатов, С.Н. Шмыков, О.С. Фёдоров. Особенности спекания ультрадисперсных порошковых материалов в условиях высокоскоростной лазерной обработки	66
В.А. Руденок. Эффект биполярной поляризации в технологических процессах сельскохозяйственного производства.	72

CONTENTS

AGRICULTURAL SCIENCES

I.S. Akatyeva, E.V. Kozhevnikova. Convergence of agricultural and linguistic sciences at a competence-based approach to training the APK specialists	3
A.A. Astrakhantsev. Morphofunctional characteristics of the hens' reproductive bodies of various crosses in postembryonal ontogenesis	12
V.A. Bychkova, O.S. Utkina. The use of honey microflora in the production of functional herbed whey drink	20
E.D. Davydova, M.P. Maslova, A.A. Nikitin. Condition and use of the land fund in Udmurt Republic.	32
E.C. Klimova, E.A. Mikheyeva, T.V. Babintseva, S.A. Pen'kin. The efficiency of the drug DEBUZZER practicing against ectoparasites of chickens	39
M.S. Kulikova, A.V. Shishkin, A.N. Kulikov, Y.G. Krysenko, I.S. Ivanov. The study of hematological and biochemical parameters of calves' blood in correction of hypomicroelementoses by means of mineral salts and chelate complexes of Fe, Mn, Co, Zn, Cu	45

TECHNICAL SCIENCES

Daniil Vasilyev, Larisa A. Panteleyeva. Development of an algorithm of power loss minimization for the asynchronous electric motor and simulation of the system of automated control by an electric drive	50
A.G. Ipatov, S.N. Shmykov, O.S. Fyodorov. Peculiarities of sintering of ultrafine powder materials under conditions of high-speed laser processing.	66
V.A. Rudenok. Effect of bipolar polarization in technological processes of agricultural production.	72

УДК 378.663.091.33:81'243

И.С. Акатьева, Е.В. Кожевникова

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

КОНВЕРГЕНЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ НАУК В КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ПОДХОДЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК

Статья посвящена роли кафедры иностранных языков в образовательном процессе сельскохозяйственного вуза. Не являясь выпускающими, такие кафедры, тем не менее, обладают высоким научным потенциалом и имеют большое значение для формирования высококвалифицированных и всесторонне развитых специалистов АПК. Кафедра иностранных языков ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия» – не исключение. Преподаватели кафедры постоянно работают над совершенствованием учебного процесса, дополняя классические методики преподавания инновационными формами и технологиями. Исследование и использование данных методик и технологий позволяет современному преподавателю значительно повысить эффективность обучения иностранному языку, а также увеличить интерес студентов к стране и культуре изучаемого языка. Заинтересовать студентов и мотивировать их изучать иностранный язык является одной из главных целей каждого преподавателя на кафедре иностранных языков. Подготовка высококвалифицированных и конкурентоспособных специалистов, способных к ответственной и эффективной деятельности на российском и международном рынках труда, и просто интересных собеседников, образованных и интеллигентных людей, невозможна без знания ими иностранных языков. Формирование коммуникативной компетенции является основной целью обучения иностранным языкам в неязыковом вузе. Это – задачи иностранного языка. Особую роль на занятиях по иностранному языку преподаватели отводят такому виду работы, как презентация по изучаемой теме. Работа по формированию презентационных умений позволяет учащимся усовершенствовать свои навыки говорения на иностранном языке, глубже вникнуть в изучаемую тему, оперируя профессиональной терминологией проведённого исследования. Проводимая работа отражается в ежегодных изданиях учебно-методических пособий, учебных комплектов, книг для чтения, пособий для совершенствования языковых знаний и умений. Параллельно осуществляется исследовательская работа по различным направлениям макро- и микролингвистики.

Ключевые слова: иностранный язык в неязыковом вузе, методика преподавания иностранных языков, дискурс, теория языка и перевода, лексикология английского языка.

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, отмечая в этом году 75-летие, с особым уважением чествовала своих ветеранов. Юбилей – замечательный праздник и повод оглянуться на пройденный вузом путь, вспомнить тех, кому академия обязана сегодняшним научным и кадровым потенциалом. И здесь, конечно, на первом плане кафедры, непосредственно участвующие в выпуске специалистов по направлениям аграрного профиля. Но их деятельность невозможно себе представить без общеобразовательных кафедр, раскиданных волею судеб по разным факультетам и несущих на себе ответственность за общее гуманитарное и естественнонаучное развитие наших студентов [13]. Как мы сейчас говорим, ответственность за формирование их общекультурных компетенций, необходимых для успешной самореализации в будущей профес-

сии, да просто в человеческой судьбе. Одним из таких подразделений в академии является кафедра иностранных языков – одна из самых больших и старейших кафедр нашего вуза. Она начала свою работу в составе зооинженерного факультета в год основания Ижевского сельскохозяйственного института в сентябре 1954 года. В то время на кафедре работали всего 3 сотрудника. Заведующим и преподавателем немецкого языка был Виктор Николаевич Апраксин, приехавший в Ижевск вместе с другими коллегами по Московскому зоотехническому институту коневодства. Преподавателями английского языка работали Нина Владимировна Попова и Дина Григорьевна Кожевникова.

С 1956 по 1964 год кафедру возглавляла Тамара Михайловна Миллер. Ахмадуллин Шараф Ахмадуллович заведовал кафедрой с 1964 по 1968 гг.

В личных архивах преподавателей кафедры сохранилась фотография коллектива, сделанная в 1986 году. Примечательна она не только печатью времени: нынешним студентам, скорее всего, забавно разглядывать прически и наряды прошлого века. Интересно, что

на одном снимке запечатлены четыре из пяти заведующих, руководивших кафедрой с 1968 по 2008 гг. (Нина Владимировна Попова, Светлана Александровна Корепанова, Фаниля Шагаздовна Гильмутдинова, Ева Михайловна Семина и Лидия Юрьевна Данилова).



Кафедра иностранных языков Ижевского СХИ в 1986 году:

1 ряд (слева направо): Лимонова Маргарита Константиновна, Попова Нина Владимировна, Колосова Лидия Степановна, Гильмутдинова Фаниля Шагаздовна. 2 ряд: Литвинова Вера Михайловна, Купчинаус Нина Васильевна, Зуева Наталья Михайловна, Быкова Дина Михайловна. 3 ряд: Корепанова Светлана Александровна, Обухова Татьяна Ивановна, Селькова Светлана Геннадьевна, Данилова Лидия Юрьевна

Кафедра жила и развивалась. Дышала в такт времени. И политинформации проводили, и в обеденный перерыв в волейбол бежали играть. Но, в основном, время посвящали студентам. Особенно тем, кто планировал после окончания академии подать документы в аспирантуру. Сельские школы обилием учителей иностранных языков похвастаться не могли, абитуриенты порой за плечами имели одно-двухлетний багаж изучения английского или немецкого, а то и чуть-чуть одного, да чуть-чуть другого.

Со временем у студентов академии появилась возможность ездить на практику за

рубеж. С 1997 года большая часть работы по организации таких практик легла на плечи преподавателей кафедры иностранных языков [8, 17]. При активном участии кафедры в академии в 2004 году создан Отдел международных связей. Его возглавила старший преподаватель кафедры Светлана Евгеньевна Неустроева. Началась работа с абсолютно новым направлением. Вузу нужно было начинать международную деятельность. В закрытый десятилетиями город, коим была столица Удмуртии, стали приезжать представители зарубежных академических фондов и обменных студенческих программ. Слава о том, что сту-

денты из сельхозакадемии сотнями выезжают на летнюю практику в Великобританию, Германию и Швейцарию, гремела на весь город. Все они дополнительно занимались иностранным языком и проходили тренинги по межкультурной коммуникации [1]. С 1998 по 2018 гг. в качестве стажёров, практикантов, слушателей семинаров и курсов повышения квалификации за рубежом побывали около 1800 студентов и преподавателей.

В 2008 году кафедра «приросла» целой группой доцентов. В коллективе, где работал лишь один кандидат педагогических наук, появилось еще сразу 5 кандидатов наук филологических. С 2008 по 2012 гг. кафедрой руководила Ольга Игоревна Кайдалова, кандидат филологических наук, доцент. На кафедре оживилась научно-исследовательская деятельность. За это время кандидатские диссертации по специальности 10.02.19 – теория языка защитили Светлана Вазыховна Шарфутдинова и Надежда Михайловна Ткаченко. Как объединить лингвистов, работающих в рамках совершенно различных научных направлений?

Язык – неважно родной или иностранный – потенциально открыт для использования его номинативных средств в любой мыслимой коммуникативной ситуации, или в плане их приложения к предметному или объектному фонду конкретного национально-культурного ареала в процессе его семантического картирования (semantic mapping) носителем языка. Интерес вызывает гипотеза о функциональном назначении языка как инструмента межкультурной коммуникации и самовыражения, в том числе через образное мышление его носителей, посредством номинации аксиологически значимых объектов и явлений окружающей человека животной фауны [3]. Лексикографические исследования тесно связаны с трудами по теории и практике перевода текстов различных жанров, где, в том числе, важное значение имеют анализ поэтических интерпретаций и описание методов перевода поэтического текста [14, 15].

Язык как средство повседневной коммуникации, в котором задействованы не только люди с их национальными и когнитивными

особенностями в силу принадлежности к какой-либо культуре или социуму, но и общественные институты, обуславливает большое количество исследований, посвященным вопросам речевого воздействия и дискурса СМИ [18]. Интерес к выбранной теме связан с тем, что манипулирование массовым сознанием, имплицитное влияние на реципиента, формирование образа какого-либо явления являются основными задачами современных каналов массмедиа.

Межкультурная коммуникация, теория и практика перевода, лексикология, лингвокогнитология и теория речевых актов, дискурсивные исследования – всё это включает в себя тема научно-исследовательской работы кафедры последних лет «Этно- и социокультурная специфика дискурсов различного типа».

В 2008 году кафедра начала активно развивать деятельность, связанную с подготовкой специалистов с дополнительной квалификацией переводчика, а позже по обучению в рамках профессиональной переподготовки по программе «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации», которое осуществляется в рамках структурного подразделения дополнительного образования, но силами преподавателей кафедры иностранных языков. В это же время в рамках научно-исследовательской работы студентов зародились и в настоящее время плодотворно продолжают работать «Лингвистическая гостиная» и студенческий научный кружок по переводоведению и лингвокультурологии. О результатах своих исследовательских работ студенты докладывают на научно-практических студенческих конференциях как в стенах родной академии, так и в других вузах и публикуются в научных сборниках. Выпускники программы переподготовки работают переводчиками в известных торговых и производственных компаниях г. Ижевска.

В 2012–2016 годах кафедрой руководила к. ф. н., доцент Ольга Михайловна Филатова. В настоящее время заведующим кафедрой иностранных языков является к. ф. н., доцент Ирина Сергеевна Акатьева. На кафедре работают 6 доцентов и 5 старших преподавателей.



Кафедра иностранных языков Ижевской ГСХА в 2018 году:

1 ряд (слева направо): Литвинова Вера Михайловна, Балтачев Владимир Геннадьевич, Клементьева Надежда Николаевна, Акатьева Ирина Сергеевна; 2 ряд: Кожевникова Екатерина Викторовна, Шарафутдинова Светлана Вазыховна, Атнабаева Наталья Андреевна, Торхова Юлия Владимировна, Бер Александра Владимировна, Селькова Светлана Геннадьевна, Майлова Ольга Валерьевна, Филатова Ольга Михайловна

Кафедра работает со студентами всех факультетов академии, поскольку дисциплина «Иностранный язык» изучается на любом направлении обучения и на любой ступени образования, независимо от того, идет ли речь о будущих ветеринарах и зоотехниках или экономистах и менеджерах. На кафедре иностранных языков студенты совершенствуют свои знания по английскому, немецкому и французскому языкам.

«Профессиональный иностранный язык» дополняет базовые знания и позволяет получить доступ к иноязычной информации по профилю обучения, в том числе при подготовке выпускных квалификационных работ, магистерских и кандидатских диссертаций. На агрономическом факультете и факультете ветеринарной медицины также ведется преподавание дисциплины «Латинский язык».

Сегодня первоочередной задачей в высшей школе становится практическое владение иностранным языком, а также формирование коммуникативных навыков и умений, которые в дальнейшем позволят успешно решать задачи в сфере профессионального общения [5]. Работая со студентами неязыковых специ-

альностей, преподавателю необходимо постоянно корректировать ход учебного процесса и совершенствовать педагогическое мастерство, что требует применения современных методов обучения. К подобным методам относятся интерактивные образовательные технологии [19]. Исследование и дальнейшее внедрение таких методов, как интервью, дискуссия, ролевая игра, ситуация-кейс, мозговой штурм, презентация и проект [12, 16] в учебный процесс позволяет преподавателю значительно повысить его эффективность.

Современное общество нуждается в специалистах, обладающих умениями проведения такой инновационной формы делового общения, как презентация на русском и иностранном языках [6, 7]. Особенность презентации на занятиях иностранным языком в вузе состоит в том, что это преимущественно подготовленная речь студента, сообщение, доклад, основанные на полученной или изученной самостоятельно информации. Выбор активных и интерактивных форм и методов обучения (ролевые игры, игры-симуляции, дискуссии, кейсы, обсуждение проблемных ситуаций, мини-презентации, просмотр и анализ видеоматериалов, презентации на заданную тему) обеспечивает

возможности для достижения цели каждого этапа. Для успешной реализации подобных проектов от слушателей требуются как минимум две составляющих: сформированность понятийного аппарата в рамках своей специальности, а также достаточно высокий уровень языка. Работа по формированию презентационных умений предоставляет возможность студентам улучшать свои речевые и языковые умения, а также развивать профессиональную компетентность.

Одно из приоритетных направлений работы кафедры – подготовка студентов магистратуры, специалистов, аспирантов к межкультурному взаимодействию, поскольку в современном глобальном обществе на рынке труда востребованы профессионалы, обладающие навыками деловой коммуникации и способностью к межкультурному взаимодействию в профессиональной сфере [4]. Развитие профессиональной межкультурной компетентности происходит в учебном процессе в вузе, в т. ч. в рамках изучения иностранного языка. Преподавание дисциплины «Иностранный язык (продвинутый курс)» в магистратуре нацелено на получение знаний иноязычного профессионального и академического дискурса, умений и навыков устной и письменной коммуникации на иностранном языке, способности представлять результаты своего научного исследования на иностранном языке, участвовать в международных проектах, конференциях, работать в международных компаниях и т. д. Богатым дидактическим потенциалом для формирования и развития профессиональной межкультурной компетентности обладают электронные образовательные ресурсы (ЭОР). Анализ психолого-педагогической литературы, общих условий функционирования любой образовательной системы в соответствии с закономерностями и принципами обучения, образовательная практика в вузе, а также существенные особенности исследуемого феномена позволили нам выделить педагогические условия развития профессиональной межкультурной компетентности студентов на основе использования ЭОР в образовательном процессе магистратуры, и разработать педагогические сценарии использования ЭОР в учебной деятельности. Эффективное использование ЭОР способствует повышению уровня владения иностранным языком, повышению мотивации к межкультурному взаимодействию и развитию профессиональной межкультурной компетентности [11].

Решение данных задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов магистратуры над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание их творческой активности и инициативы [2].

Особую значимость в практике современного образования приобретают формы и методы работы, которые стимулируют самостоятельность и творчество студентов магистратуры. Инновационная система дистанционного обучения базируется преимущественно на самостоятельном получении учащимися необходимого объема и требуемого качества знаний и одновременно предусматривает использование широкого спектра как традиционных, так и новых информационных технологий. Интерактивные методы обучения студента иностранному языку дистанционно посредством образовательной программы (например образовательной платформы MOODLE) помогают студенту выработать навык самостоятельной работы [9].

За последние годы на кафедре издано 36 учебно-методических пособий. Кафедра прилагает все усилия для того, чтобы учебный процесс поддерживался качественными и современными учебными и учебно-методическими пособиями. Ежегодно наши преподаватели самостоятельно составляют и выпускают учебные комплекты, книги для чтения, пособия для наработки и совершенствования языковых знаний, умений и владений, необходимых для формирования у будущих специалистов требуемых сегодня на рынке труда компетенций.

Сегодня на кафедре работают:

- 1) Акатьева Ирина Сергеевна, кандидат филологических наук, доцент, заведующий кафедрой иностранных языков;
- 2) Атнабаева Наталья Андреевна, кандидат филологических наук, доцент, доцент кафедры;
- 3) Балтачев Владимир Геннадьевич, кандидат филологических наук, доцент, доцент кафедры;
- 4) Литвинова Вера Михайловна, кандидат филологических наук, доцент, доцент кафедры;
- 5) Новикова Людмила Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры;
- 6) Филатова Ольга Михайловна, кандидат филологических наук, доцент, доцент кафедры;

7) Шарафутдинова Светлана Вазыховна, кандидат филологических наук, доцент, доцент кафедры;

8) Клементьева Надежда Николаевна, старший преподаватель;

9) Неустроева Светлана Евгеньевна, старший преподаватель;

10) Селькова Светлана Геннадьевна, старший преподаватель;

11) Торхова Юлия Владимировна, старший преподаватель;

12) Кожевникова Екатерина Викторовна, старший лаборант;

13) Бер Александра Владимировна, лаборант;

14) Майлова Ольга Валерьевна, лаборант.

Кафедра иностранных языков продолжает жить и развиваться и, как и прежде, старается дышать в такт времени. Впереди новые стандарты, учебные планы и рабочие программы. Научные работы больше не замыкаются на индивидуальных интересах, а ориентируются на междисциплинарность, исследовательскую кооперацию и прикладные аспекты. А главными в буднях кафедры были и остаются студенты – здоровые, сильные, успешные и счастливые.

Список литературы

1. Акатьева, И.С. Из опыта языковой подготовки студентов для прохождения зарубежной сельскохозяйственной практики / И.С. Акатьева // Инновационные идеи и подходы к интегрированному обучению иностранным языкам и профессиональным дисциплинам в системе высшего образования: материалы Международной школы-конференции 27–30 марта 2017 года. – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2017. – С. 14–16.

2. Атнабаева, Н.А. Самостоятельная работа студентов магистратуры / Н.А. Атнабаева // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства. Материалы Международной научно-практической конференции в 3-х томах / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2017. – С. 139–142.

3. Балтачев, В.Г. Реальное и виртуальное в номинации материковой фауны животного мира / В.Г. Балтачев // Филологические науки. Вопросы теории и практики, в 2-х ч. – Тамбов: Грамота, 2018. – Ч. 2. – № 2 (80). – С. 282–285.

4. Воробьева, С.Л. Сравнительный анализ федеральных государственных образовательных стандартов разных поколений по «Зоотехнии»: проблемы введения нового ФГОС 3 ++ в действие / С.Л. Воробьева // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства. Материалы Между-

народной научно-практической конференции: в 3 томах / ФГБОУ ВО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Ижевск, 2018. – С. 18–21.

5. Клементьева, Н.Н. Развитие навыков диалогической речи в профессионально ориентированном обучении иностранным языкам в неязыковых вузах / Н.Н. Клементьева // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства. Материалы Международной научно-практической конференции, в 3-х томах / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2017. – С. 168–173.

6. Литвинова, В.М. Презентация как оценка эффективности обучения студентов, получающих дополнительную квалификацию переводчика / В.М. Литвинова // Научно обоснованные технологии интенсификации сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 187–191.

7. Литвинова, В.М. О необходимости формирования презентационных навыков и умений на занятиях по иностранному языку в неязыковом вузе / В.М. Литвинова // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Международной научно-практической конференции, 13–16 февраля 2018 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – Т. 3. – С. 224–227.

8. Неустроева, С.Е. Международные тенденции студенческой мобильности и их реализация в Ижевской государственной сельскохозяйственной академии / С.Е. Неустроева // Модель деятельности специалиста как научно-методическая проблема. Материалы Научно-методической сессии / Федеральное агентство по образованию; Удмуртский государственный университет. – Ижевск, 2007. – С. 221–228.

9. Неустроева, С.Е. Организация самостоятельной работы и контроля студентов с использованием MOODLE при изучении иностранных языков / С.Е. Неустроева // Преподавание иностранных языков в неязыковых вузах: традиции и инновации. Материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 70-летию Победы в Великой Отечественной войне и 70-летию кафедры иностранных языков ГБОУ ВПО ИГМА / Под ред. Т.И. Паниной [и др.]. – Ижевск, 2015. – С. 51–53.

10. Неустроева, С.Е. К оцениванию сущностных характеристик дебатов / С.Е. Неустроева, Л.Г. Васильев, М.Л. Васильева // Вестник Удмуртского государственного университета. – Ижевск, 2018. – Т. 28. – № 3. – С. 455–461.

11. Новикова, Л.А. Педагогические условия реализации дидактического потенциала электронных образовательных ресурсов для развития профессиональной межкультурной компетентности студентов

магистратуры / Л.А. Новикова // Письма в Эмиссия. Оффлайн (The Emissia. Offline Letters). – Электронный научный журнал, 2018. – № 7. – Режим доступа: <http://www.emissia.org/offline/2018/2635.htm> (дата обращения: 05.12.2018).

12. Торхова, Ю.В. Диалоговые методы обучения как средство развития коммуникативной толерантности студентов сельскохозяйственного вуза / Ю.В. Торхова // Наука, инновации и образование в современном АПК. Материалы Международной научно-практической конференции в 3-х томах / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2014. – С. 124–127.

13. Торхова, Ю.В. Развитие социально значимых качеств личности студента на занятиях по иностранному языку в сельскохозяйственном вузе / Ю.В. Торхова // Инновационные идеи и подходы к интегрированному обучению иностранным языкам и профессиональным дисциплинам в системе высшего образования: материалы Международной школы-конференции. – Ижевск, 2017. – С. 81–83.

14. Филатова, О.М. Поэтическое наследие Г. Гейне в современной русской интерпретации / О.М. Филатова // Особенности интеграции гуманитарных и технических знаний: сборник научных докладов Всероссийской научной конференции. – М.: НИУ МГСУ, 2018. – С. 282–286.

15. Филатова, О.М. Значимость передачи отдельно взятого слова в поэтическом тексте / О.М. Филатова // Вестник Удмуртского университета. Серия: История и филология. – 2014. – № 2. – С. 54–60.

16. Филатова, О.М. К вопросу об оптимизации учебного процесса / О.М. Филатова // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства. Материалы Международной научно-практической конференции, в 3-х томах / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2017. – С. 262–265.

17. Ценёва, С.Е. Международные связи академии / С.Е. Ценёва, И.Ш. Фатыхов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2005. – № 1. – С. 3.

18. Шарафутдинова, С.В. Средства репрезентации эстетического стереотипа в спортивном дискурсе СМИ / С.В. Шарафутдинова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 2 (31). – С. 89–91.

19. Шарафутдинова, С.В. Применение интерактивных методов обучения иностранному языку в неязыковом вузе / С.В. Шарафутдинова // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства. Материалы Международной научно-практической конференции, в 3-х томах / ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2017. – С. 282–285.

Spisok literatury

1. Akat'eva, I.S. Iz opyta yazykovoj podgotovki studentov dlya prohozheniya zarubezhnoj sel'skohozyajstvennoj praktiki / I.S. Akat'eva // Innovacionnye idei i podhody k integrirovannomu obucheniyu inostrannym yazykam i professional'nym disciplinam v sisteme vysshego obrazovaniya: materialy Mezhdunarodnoj shkoly-konferencii 27–30 marta 2017 goda. – SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2017. – S. 14–16.

2. Atnabaeva, N.A. Samostoyatel'naya rabota studentov magistratury / N.A. Atnabaeva // Nauchno obosnovannye tekhnologii intensifikacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii v 3-h tomah / Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2017. – S. 139–142.

3. Baltachev, V.G. Real'noe i virtual'noe v nominacii materikovoj fauny zhivotnogo mira / V.G. Baltachev // Filologicheskie nauki. Voprosy teorii i praktiki, v 2-h ch. – Tambov: Gramota, 2018. – CH. 2. – № 2 (80). – S. 282–285.

4. Vorob'eva, S.L. Sravnitel'nyj analiz federal'nyh gosudarstvennyh obrazovatel'nyh standartov raznyh pokolenij po «Zootekhnii»: problemy vvedeniya novogo FGOS 3 ++ v dejstvie / S.L. Vorob'eva // Innovacionnye tekhnologii dlya realizacii programmy nauchno-tekhnicheskogo razvitiya sel'skogo hozyajstva. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 3 tomah / FGBOU VO Izhevskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya. – Izhevsk, 2018. – S. 18–21.

5. Klement'eva, N.N. Razvitie navykov dialogicheskoy rechi v professional'no orientirovannom obuchenii inostrannym yazykam v neyazykovykh vuzah / N.N. Klement'eva // Nauchno obosnovannye tekhnologii intensifikacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, v 3-h tomah / Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2017. – S. 168–173.

6. Litvinova, V.M. Presentaciya kak ocenka ehffektivnosti obucheniya studentov, poluchayushchih dopolnitel'nyu kvalifikaciyu perevodchika / V.M. Litvinova // Nauchno obosnovannye tekhnologii intensifikacii sel'skogo hozyajstva. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. – 2017. – S. 187–191.

7. Litvinova, V.M. O neobходимosti formirovaniya prezentacionnyh navykov i umenij na zanyatiyah po inostrannomu yazyku v neyazykovom vuze / V.M. Litvinova // Innovacionnye tekhnologii dlya realizacii programmy nauchno-tekhnicheskogo razvitiya sel'skogo hozyajstva: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 13–16 fevralya 2018 g. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2018. – T. 3. – S. 224–227.

8. Neustroeva, S.E. Mezhdunarodnye tendencii studentcheskoj mobil'nosti i ih realizaciya v Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii / S.E. Ne-

ustroeva // Model' deyatel'nosti specialista kak nauchno-metodicheskaya problema. Materialy Nauchno-metodicheskoy sessii / Federal'noe agentstvo po obrazovaniyu; Udmurtskiy gosudarstvennyy universitet. – Izhevsk, 2007. – S. 221–228.

9. Neustroeva, S.E. Organizatsiya samostoyatel'noj raboty i kontrolya studentov s ispol'zovaniem MOODLE pri izuchenii inostrannykh yazykov / S.E. Neustroeva // Prepodavanie inostrannykh yazykov v neyazykovykh vuzakh: traditsii i innovatsii. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 70-letiyu Pobedy v Velikoy Otechestvennoy vojne i 70-letiyu kafedry inostrannykh yazykov GBOU VPO IGMA / Pod red. T.I. Paninoy [i dr.]. – Izhevsk, 2015. – S. 51–53.

10. Neustroeva, S.E. K ocenivaniyu sushchnostnykh harakteristik debatov / S.E. Neustroeva, L.G. Vasil'ev, M.L. Vasil'eva // Vestnik Udmurtskogo gosudarstvennogo universiteta. – Izhevsk, 2018. – T. 28. – № 3. – S. 455–461.

11. Novikova, L.A. Pedagogicheskie usloviya realizatsii didakticheskogo potentsiala ehlektronnykh obrazovatel'nykh resursov dlya razvitiya professional'noy mezhdunarodnoy kompetentnosti studentov magistratury / L.A. Novikova // Pis'ma v EHmissiya. Off-lajn (The Emissia. Off-line Letters). – EHlektronnyy nauchnyy zhurnal, 2018. – № 7. – Rezhim dostupa: <http://www.emissia.org/offline/2018/2635.htm> (data obrashcheniya: 05.12.2018).

12. Torhova, YU.V. Dialogovye metody obucheniya kak sredstvo razvitiya kommunikativnoy tolerantnosti studentov sel'skohozyajstvennogo vuza / YU.V. Torhova // Nauka, innovatsii i obrazovanie v sovremennoy APK. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v 3-h tomah / Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoy Federatsii, FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2014. – S. 124–127.

13. Torhova, YU.V. Razvitie social'no znachimykh kachestv lichnosti studenta na zanyatiyah po inostrannomu yazyku v sel'skohozyajstvennom vuze / YU.V. Torhova // Innovatsionnye idei i podhody k integrirovannomu obucheniyu inostrannykh yazykam i professional'nykh disciplinam v sisteme vysshego obrazovaniya: materialy Mezhdunarodnoy shkoly-konferentsii. – Izhevsk, 2017. – S. 81–83.

14. Filatova, O.M. Poeticheskoe nasledie G. Gejne v sovremennoy russkoy interpretatsii / O.M. Filatova // Osobennosti integratsii gumanitarnykh i tekhnicheskikh znaniy: sbornik nauchnykh dokladov Vserossijskoy nauchnoy konferentsii. – M.: NIU MGSU, 2018. – S. 282–286.

15. Filatova, O.M. Znachimost' peredachi ot del'nogo vzyatogo slova v poeticheskom tekste / O.M. Filatova // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Istoriya i filologiya. – 2014. – № 2. – S. 54–60.

16. Filatova, O.M. K voprosu ob optimizatsii uchebnogo processa / O.M. Filatova // Nauchno obosnovannyye tekhnologii intensivatsii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, v 3-h tomah / Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoy Federatsii, FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2017. – S. 262–265.

17. Cenyova, S.E. Mezhdunarodnye svyazi akademii / S.E. Cenyova, I.SH. Fatyhov // Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skohozyajstvennoy akademii. – 2005. – № 1. – S. 3.

18. SHarafutdinova, S.V. Sredstva reprezentatsii ehsteticheskogo stereotipa v sportivnom diskurse SMI / S.V. SHarafutdinova // Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skohozyajstvennoy akademii. – 2012. – № 2 (31). – S. 89–91.

19. SHarafutdinova, S.V. Primenenie interaktivnykh metodov obucheniya inostrannomu yazyku v neyazykovom vuze / S.V. SHarafutdinova // Nauchno obosnovannyye tekhnologii intensivatsii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, v 3-h tomah / FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2017. – S. 282–285.

Сведения об авторах:

Акатьева Ирина Сергеевна – кандидат филологических наук, доцент, заведующая кафедрой иностранных языков ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: akatjewa@mail.com).

Кожевникова Екатерина Викторовна – ассистент кафедры иностранных языков ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: fruit8585@mail.ru).

I.S. Akatyeva, E.V. Kozhevnikova
Izhevsk State Agricultural Academy

CONVERGENCE OF AGRICULTURAL AND LINGUISTIC SCIENCES AT A COMPETENCE-BASED APPROACH TO TRAINING THE APK SPECIALISTS

The article is devoted to the role of the Department of Foreign Languages in the educational process of the Agricultural Academy. Being non-graduating, such departments have a high scientific potential, and they are of great importance for the formation of highly qualified and fully developed specialists for agroindustrial complexes. The Department of Foreign Languages at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Izhevsk State Agricultural Academy" in Izhevsk is not an exception. The department's teaching staff continuously works on the improvement of educational process enhancing classical teaching methods with innovative forms and techniques. Research and implementation of these methods and technologies allows a modern teacher to improve

significantly the effectiveness of foreign language teaching as well as to increase students' interest to the country and culture of the language learned. To get students interested and motivated to learn a foreign language is one of the principle goals for every teacher at the Foreign Languages Department. Training highly qualified and competitive specialists capable of responsible and effective activity in the Russian and International labour markets, and just interesting interlocutors, educated and intelligent people is impossible without the knowledge of foreign languages. The formation of communicative competence is the main purpose of teaching foreign languages in a non-linguistic University. These are the tasks of a foreign language teaching. A special role at the classes teachers assign to topical presentations as a scientific approach to learning a foreign language. Work on the formation of presentation skills allows students to improve their skills of speaking a foreign language, a deeper understanding of the issue discussed, operating professional terminology of the study. The work carried out is reflected in annual publications of teaching guides, training books, books for reading, manuals for improving language knowledge and skills. Besides, they conduct students-researches in various fields of macro- and microlinguistics.

Key words: *foreign language in non-linguistic university, methods of foreign language teaching, discourse, theory of language and of translation, English lexicology.*

Authors:

Akatyeva Irina Sergeevna – Candidate of Philology, Associate Professor, Department of Foreign Languages, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation, 426069, e-mail: akatjewa@mail.com).

Kozhevnikova Ekaterina Viktorovna – Assistant, Department of Foreign Languages, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: fruit8585@mail.ru).

УДК 636.5:611.6

А.А. Астраханцев

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНОВ ВОСПРОИЗВОДСТВА КУР РАЗЛИЧНЫХ КРОССОВ В ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Проведены исследования по изучению формирования органов воспроизводства кур в постэмбриональном онтогенезе и его влиянию на яичную продуктивность. В качестве объектов исследования использовались две группы кур-несушек финальных гибридов кроссов «Хайсекс коричневый» и «Хайсекс белый». В каждую группу было отобрано по 105 голов в возрасте 100 дней. Полученные данные свидетельствуют о незначительном превышении развития воспроизводительных органов у несушек белого кросса по массе яичника в начале (на 75 %) и конце (на 2,4 %) цикла яйцекладки, относительному росту массы яичника, количеству фолликулов (на 0,2–0,4 шт.) и относительному росту массы яйцевода. У несушек коричневого кросса интенсивное развитие органов воспроизводства наступает позднее и спад развития в онтогенезе больше, чем у белых несушек по массе яичника и количеству фолликулов. Наименьшее снижение в онтогенезе по всем морфофункциональным характеристикам яичника было зафиксировано у кур кросса «Хайсекс белый», что свидетельствует о лучшем развитии и низком темпе угасания репродуктивной функции яичника у белых несушек. Полученные результаты гистологического исследования яичников свидетельствуют о наличии большего потенциала в проявлении интенсивной яйценоскости также у кур кросса «Хайсекс белый» по сравнению с кроссом «Хайсекс коричневый». Данный факт подтверждает то, что несушки кросса «Хайсекс белый» превосходят кросс «Хайсекс коричневый» по показателям яичной продуктивности. За период исследования куры белого кросса снесли 331,2 яйца на среднюю несушку, против 319,9 яиц у кур кросса «Хайсекс коричневый». Интенсивность яйценоскости у белых несушек была также выше на 3,2 % (93,6 против 90,4 % у птицы коричневого кросса).

Ключевые слова: яичник, яйцевод, гибридные куры, яичная продуктивность, «Хайсекс».

Актуальность. Яичная продуктивность кур-несушек во многом зависит от развития органов воспроизводства. Образование полноценных яиц, обусловленное наследственностью кур, уровнем кормления и другими паратипическими факторами, можно разделить на два этапа. Первый этап – это созревание яйцеклетки в яичнике до стадии зрелого фолликула. Второй этап образования яйца происходит в процессе перемещения фолликула по яйцеводу. Таким образом, развитие яичника и яйцевода влияет на количество и качество снесенных яиц [16].

У кур полностью развит левый яичник и яйцевод. Правый яичник редуцируется в эмбриональный период развития птицы. Размеры, форма, расположение и строение яичника зависят от возраста и стадии яйцекладки птицы. Рост яичника и яйцевода до периода полового созревания кур идёт медленно, а в период полового созревания – интенсивно [6]. Исследованиями многих авторов [1, 2, 5, 7] определена гроздевидная форма яичника у кур-несушек, а его масса составляет 2-3 % от живой массы. Яичник представляет собой гроздевидный пакет отдельных яйцеклеток, находящихся в различной стадии развития. Самые крупные фолликулы подвешены на длинных ножках, соединяющих их с яичником, и в период бы-

строго роста их диаметр достигает 35–40 мм. Фолликулы увеличиваются не одновременно, а один за другим, достигая размера желтка яйца. У зрелых фолликулов, подготовленных к овуляции, видна стигма – полоса шириной 1,5–2,0 мм, длиной 20–30 мм без сосудов, беловатого цвета. В области стигмы фолликул разрывается, и яйцеклетка овулирует. Особенности развития органов воспроизводства кур являются: многократное увеличение размеров яичника и яйцевода в период полового созревания; стабильное функционирование органов в течение биологического цикла яйцекладки; значительное снижение линейных размеров яичника и яйцевода с прекращением яйценоскости.

Принадлежность кур к кроссам различного направления продуктивности оказывает влияние на формирование их яйценоскости. У птицы, относящейся к породам яичного направления продуктивности, в яичнике больше зрелых фолликулов, чем у одновозрастных с ними кур мясного и мясояичного направления. Результаты исследований показали, что с возрастом у кур-несушек достоверно снижается число фолликулов в яичнике. Значительное количество яйцеклеток достигает диаметра 1-2 см и претерпевает процесс атрезии [3, 13, 17].

Выделяют 5 этапов постэмбрионального онтогенеза яичника. Первый этап «постэмбриональной дифференцировки» яичника кур длится с суточного по 15-суточный возраст цыплят. Второй этап – «относительного покоя» яичника кур – характерен для молодых в возрасте с 15-х по 120-е сутки. Третий этап – «интенсивного роста и развития» яичника – протекает у кур со 120 до 210-суточного возраста. Четвертый этап характеризует стабильное функционирование яичника кур и продолжается с 210- до 540-суточного возраста. На завершающем пятом этапе происходит циклическое угасание репродуктивной функции яичника кур (с 540 по 570-суточный возраст) [14].

Формирование составных частей яйца происходит в яйцеводе, который у несущейся птицы представляет собой извилистую трубку различного диаметра длиной 60 см и более. Яйцевод состоит из пяти отделов, каждый из которых участвует в образовании определённых частей яйца. К отделам яйцевода относят воронку, белковый отдел, перешеек, матку и влагалище. У кур яйцо по яйцеводу проходит обычно в течение 23–26 ч. Из них примерно 80 % времени оно находится в матке [15].

Выделяют четыре этапа развития яйцевода в постэмбриональный период у кур. Первый этап характеризуется как этап относительного покоя и длится с суточного по 120-суточный возраст. На втором этапе происходит интенсивное развитие яйцевода в возрастном интервале со 120 до 150 суток. Третий этап – стабильного функционирования – продолжается со 150 до 540 суток. Четвертый – этап инволюции яйцевода – длится с 540 до 570 суток [14].

Исследователями выявлена разница в соотношении массы яйцевода и живой массы кур-несушек различного направления продуктивности. Так, соотношение массы яйцевода и живой массы у мясояичных кур было ниже, чем у несушек яичного направления [17].

На протяжении периода яйцекладки все структуры яичника и яйцевода находятся в активном состоянии. В период активной яйцекладки в яичнике видно несколько крупных фолликулов, находящихся в периоде быстрого роста, несколько овулировавших фолликулов на разной стадии дегенерации, большое количество мелких фолликулов, в периоде малого и большого роста, а также атретические фолликулы, погибшие и подвергающиеся перерождению. У несушек с возрастом снижение уровня яйценоскости обусловлено снижением скорости пополнения яичника созревшими фолликулами и усилением процесса атрезии

фолликулов [4]. С прекращением яйцекладки в яичнике приостанавливается рост фолликулов, а масса яичника и яйцевода снижается в несколько раз [12].

Анализ литературных данных свидетельствует о необходимости сравнительной оценки яичной продуктивности кур-несушек, предлагаемых для разведения кроссов кур с коричневой и белой окраской скорлупы яиц. Однако, продуктивность птицы обусловлена ее биологическими особенностями, в частности, развитием органов воспроизводства. В связи с этим, сравнительное изучение продуктивных качеств кур различных кроссов представляется актуальным, как в теоретическом, так и в практическом плане.

Целью наших исследований было сравнительное изучение продуктивных качеств кур кроссов «Хайсекс коричневый» и «Хайсекс белый» с учетом их биологических особенностей. Одной из задач исследований было изучение формирования органов воспроизводства птицы в постэмбриональном онтогенезе и его влияние на яичную продуктивность.

Материал и методика исследования. Исследования были проведены в ООО «Племптицесовхоз «Увинский» Увинского района Удмуртской Республики в соответствии с методикой Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства (2015) [9]. В качестве объектов исследования использовались две группы кур-несушек финальных гибридов кроссов «Хайсекс коричневый» и «Хайсекс белый». В каждую группу было отобрано по 105 голов в возрасте 100 дней.

Содержание птицы было организовано в основных производственных корпусах, оборудованных клеточными батареями БКН-3. В каждую клетку рассаживали по 5 голов, соблюдая плотность посадки на уровне 450 см² на голову. Фронт кормления составил 9 см на голову. Поение кур осуществлялось с использованием ниппельных поилок из расчёта 1 ниппель на 5 голов. Параметры микроклимата помещений поддерживались согласно рекомендациям по работе с соответствующими кроссами. При содержании кур-несушек применялся прерывистый 10-часовой световой режим, освещённость в зоне размещения птицы находилась в пределах 8–10 люкс. Для кормления кур использовали полнорационные кормосмеси, изготавливаемые в кормоцехе предприятия. Нормирование рационов по основным питательным и минеральным веществам осуществляли с использованием программы «Rasion».

Рост и развитие птицы учитывали методом индивидуального взвешивания поголовья один раз в конце месяца. Для изучения морфологических показателей органов воспроизводства проводили контрольный убой кур в количестве 5 голов из каждой группы в возрасте 16, 30, 52 и 72 недель. Контрольный убой проводили согласно методике ВНИТИП (2001) [10]. При анализе развития органов воспроизводства учитывали массу яичника, количество зрелых фолликулов, длину и массу яйцевода.

Яичники птицы в период полового созревания подвергали микроморфологическому анализу с вычислением следующих показателей: соотношение первичных и вторичных фолликулов, соотношение корковой и мозговой зон яичника, соотношение в составе корковой зоны стромальных элементов, фолликулярно-эпителия и овоцитов. Для этого изолированные яичники были зафиксированы в растворе нейтрального формалина и залиты в парафин по общепринятой методике. Затем при помощи санного микротомы были изготовлены гистосрезы и окрашены гематоксилином и эозином. Морфометрические исследования осуществлялись под микроскопом «Биолам», оснащённым окуляр-метрометром.

Материалы исследований обработаны биометрическим методом по методике Плохинского Н.А. (1969) и Меркурьевой Е.К. (1970) [8, 11] на персональном компьютере с использованием соответствующих программ (Microsoft Excel 2010).

Результаты исследования. Основным показателем роста и развития птицы является её живая масса, которая определяет крепость конституции, состояние здоровья и продуктивность. При работе с яичными кроссами разработаны нормативы живой массы кур, которых необходимо придерживаться, осуществляя постоянный контроль её величины.

Как превышение нормативной живой массы, так и недостаточная живая масса к началу яйцекладки нежелательны. Первое нежелательно потому, что затрачивается излишнее количество кормов на выращивание, и с возрастом изменяется фенотип птицы в сторону повышения её живой массы, которая требует повышенных затрат на поддерживающее кормление. Второе более опасно, так как недостаточной живой массе, как правило, сопутствует недоразвитость, невысокая жизнеспособность, низкая продуктивность.

При комплектовании опытных групп средняя живая масса птицы кросса «Хайсекс коричневый» составила 1360 г, что достоверно выше,

чем у молодок кросса «Хайсекс белый» – 1200 г. На протяжении всего периода исследования несушки коричневого кросса превосходили по живой массе белых кур. Так, живая масса птицы в возрасте 30 недель составила 1910 и 1700 г, в 52 недели – 2020 и 1790 г, а в 72 недели – 2000 и 1810 г соответственно. Данная тенденция является оправданной, так как птица финального гибрида исследуемых кроссов отселекционирована на базе различных линий кур, имеющих отличные генотипические задатки.

В постэмбриональном онтогенезе органов воспроизводства кур возраст 16 недель характеризуется как этап «относительного покоя», поэтому величина показателей роста и развития яичников и яйцеводов в несколько раз ниже, чем в остальные возрастные периоды.

Как свидетельствуют результаты исследований (табл. 1), наибольшая масса яичника в 16-недельном возрасте была у молодок белого кросса – 0,84 г, что выше, чем у кросса «Хайсекс коричневый» на 75 % ($P \leq 0,05$).

Аналогичная тенденция прослеживается и по показателю относительного роста массы яичника, которая вычисляется как отношение массы яичника к живой массе птицы. Данный показатель в возрасте 16 недель был достоверно выше у молодок кросса «Хайсекс белый» на 0,03 %. Это свидетельствует о более интенсивном развитии линейных и относительных размеров яичника у белого кросса в период подготовки к яйцекладке.

В возрасте 30 недель, при достижении пика яйцекладки, масса яичника во всех группах значительно увеличилась. Наибольшая кратность увеличения отмечена у кур кросса «Хайсекс коричневый» в 106,5 раз, тогда как у белых несушек она составила 60,6 раза. Масса яичников в группах достигла величины 50,9–51,1 г, но разница между группами была статистически недостоверна. Однако, показатель относительного роста массы яичника имел наибольшую величину в 30-недельном возрасте у несушек кросса «Хайсекс белый» и составил 3,05 %, что выше, чем у птицы кросса «Хайсекс коричневый» на 0,43 % ($P \leq 0,05$). Полученные данные свидетельствуют об интенсивном увеличении массы яичников у кур коричневого кросса в возрасте 30 недель, но указывают на преимущество белых несушек по относительной массе яичника к живой массе. Наибольшее количество зрелых фолликулов в 30-недельном возрасте было у кур кросса «Хайсекс белый» и составило 7,8 шт., что выше, чем у коричневых несушек на 2,6 %, но разница между группами недостоверная.

Таблица 1 – Морфофункциональная характеристика яичников кур

Возраст птицы, недель	Кроссы кур	
	«Хайсекс коричневый»	«Хайсекс белый»
	X ± mх	X ± mх
Масса яичника, г		
16	0,48 ± 0,050	0,84 ± 0,075*
30	51,1 ± 3,89	50,9 ± 2,10
52	56,5 ± 2,82	54,3 ± 2,49
72	49,2 ± 1,47	50,4 ± 0,90
Относительный рост массы яичника, %		
16	0,04 ± 0,003	0,07 ± 0,006**
30	2,62 ± 0,125	3,05 ± 0,104*
52	2,80 ± 0,181	3,03 ± 0,109*
72	2,46 ± 0,025	2,78 ± 0,059**
Количество зрелых фолликулов у одной особи, шт.		
16	–	–
30	7,6 ± 0,24	7,8 ± 0,37
52	7,2 ± 0,20	7,6 ± 0,31
72	6,2 ± 0,37	6,6 ± 0,40*

Примечание: * P≤0,05; ** P≤0,01

К 52-недельному возрасту наблюдается дальнейшее увеличение массы яичников. Наибольшее увеличение (5,4 г) было у кур кросса «Хайсекс коричневый» при достижении массы яичника 56,5 г. У белых несушек увеличение составило 3,4 г, а масса яичника – 54,3 г. Разница между группами недостоверная. Увеличение показателя относительного роста массы яичника наблюдалось наибольшее у несушек кросса «Хайсекс коричневый» – на 0,18 %, а самая высокая величина отмечалась у белого кросса 3,03 %. Разница по относительному росту массы яичника между кроссами недостоверная. Тенденция развития линейных и относительных размеров яичника, характерная для 30-недельного возраста, сохранилась и в возрасте 52 недель. К 52-недельному возрасту у всех кур исследуемых кроссов наблюдалось снижение количества зрелых фолликулов яичников на 2,6–5,5 %. Наибольшее количество зрелых фолликулов было у несушек кросса «Хайсекс белый» – 7,6 шт., что выше, чем у кросса «Хайсекс коричневый» на 0,4 шт. Однако, разница по количеству фолликулов между группами недостоверная.

К концу цикла яйцекладки (возраст 72 недели) идёт снижение массы яичника у птицы коричневого кросса на 14,8 %, а у «Хайсекс белый» – на 7,7 %. Разница между группами недостоверная. Снижается и показатель относительного роста массы яичника, что обусловлено как снижением массы яичника, так и увеличе-

нием живой массы несушек в группах. Максимальное снижение данного показателя было у кур кросса «Хайсекс коричневый» – 0,34 %, тогда как у кросса «Хайсекс белый» – 0,25 %. Наибольшая величина относительного роста массы яичника была у птицы кросса «Хайсекс белый» – 2,78 %, что достоверно выше, чем у коричневого кросса, на 0,32 % (P≤0,01). К 72-недельному возрасту во всех группах произошло значительное уменьшение количества зрелых фолликулов в яичнике. Снижение составило у несушек «Хайсекс коричневый» и «Хайсекс белый» – на 16,1 и 15,2 % соответственно. Количество зрелых фолликулов у белых несушек составило 6,6 шт., что выше, чем у кросса «Хайсекс коричневый», – на 0,4 шт. В возрасте 72 недель у несушек исследуемых кроссов наблюдалось снижение линейных и относительных величин массы яичника и количества зрелых фолликулов. Наименьшее снижение по всем показателям было у кур кросса «Хайсекс белый», что свидетельствует о лучшем развитии и низком темпе угасания репродуктивной функции яичника у белых несушек.

Также у 16-недельных молодок были проанализированы микроморфологические показатели развития яичников, в качестве факторов, сопутствующих наступлению половой зрелости организма. По результатам гистологического исследования подсчитано количественное соотношение первичных и вторичных фолликулов в корковой зоне яичника. У

курочек кросса «Хайсекс коричневый» оно составило 88 и 12 %, а у курочек кросса «Хайсекс белый» – 82 и 18 % соответственно. Вычисленные соотношения дают основания говорить о том, что молодки белого кросса имели большее количество овоцитов, вступивших в стадию медленного роста, что способствует более раннему началу яйцекладки. Это подтверждается фактическим возрастом достижения половой

зрелости несушками, который определяется возрастом достижения интенсивности яйценоскости на уровне 50 %. Половая зрелость у несушек кросса «Хайсекс белый» наступила раньше, чем у коричневого кросса на 2 дня (145 суток).

Значения и соотношения гистологических компонентов в яичниках кур исследуемых групп представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Соотношения гистологических компонентов в яичнике кур

Кроссы кур	Корковая зона, %			Мозговая зона, %
	строма	фолликулярный эпителий	овоциты	
	X ± mx	X ± mx	X ± mx	
«Хайсекс коричневый»	37,2 ± 1,53	9,7 ± 0,91	30,8 ± 1,44	22,3 ± 1,14
«Хайсекс белый»	46,0 ± 1,92**	10,1 ± 1,10	32,7 ± 1,58	11,2 ± 1,06***

Примечание: ** P≤0,01;*** P≤0,001

В период полового созревания птицы у молодок кросса «Хайсекс белый» большая часть структуры яичника приходится на корковую зону – 88,8 %, против 77,7 % у курочек коричневого кросса. Данный факт может свидетельствовать о более интенсивной гормональной активности яичника кур кросса «Хайсекс белый». В пределах корковой зоны доля, занятая фолликулами, также была выше у птицы белого кросса на 1,9 %. Однако разница между

группами по данному показателю не достоверна. Полученные результаты гистологического исследования яичников свидетельствуют о наличии большего потенциала в проявлении интенсивной яйценоскости у кур кросса «Хайсекс белый» по сравнению с кроссом «Хайсекс коричневый».

Показателем развития органов воспроизводства является также морфофункциональная характеристика яйцевода (табл. 3).

Таблица 3 – Морфофункциональная характеристика яйцеводов кур

Возраст птицы, недель	Кроссы кур	
	«Хайсекс коричневый»	«Хайсекс белый»
	X ± mx	X ± mx
Масса яйцевода, г		
16	0,60 ± 0,063	0,44 ± 0,090
30	62,6 ± 1,98	60,0 ± 2,32
52	65,3 ± 1,51	69,6 ± 2,69
72	65,6 ± 1,81	64,4 ± 2,74
Относительный рост массы яйцевода, %		
16	0,04 ± 0,003	0,04 ± 0,003
30	3,19 ± 0,073*	3,33 ± 0,090**
52	3,38 ± 0,072	3,99 ± 0,115**
72	3,34 ± 0,076	3,72 ± 0,112*
Длина яйцевода, см		
16	8,4 ± 0,57	7,8 ± 0,03
30	71,0 ± 0,63*	68,7 ± 0,34
52	70,3 ± 0,81	71,1 ± 1,03
72	70,6 ± 1,40	71,2 ± 1,16

Примечание: * P≤0,05; ** P≤0,01

Как свидетельствуют результаты исследований, в 16-недельном возрасте масса яйцевода кур исследуемых кроссов составила 0,44–0,6 г, а разница между группами была недостоверная. Масса яйцевода во всех группах соответствовала нормативным требованиям, которые для данного возраста составляют 0,43–0,5 г. Относительный рост массы яйцевода во всех группах находился на уровне – 0,04 %. Длина яйцевода у кур исследуемых групп составила 7,8–8,4 см, что ниже нормативных требований (11–18 см) и свидетельствует о замедлении темпа полового созревания.

В 30-недельном возрасте линейные и относительные размеры яйцевода, так же как и яичника, независимо от кросса многократно увеличиваются. Наибольшая масса яйцевода была у кур кросса «Хайсекс коричневый» – 62,6 г, что выше, чем у кросса «Хайсекс белый» на 2,6 г. Однако, разница между группами недостоверная. Величина относительного роста массы яйцевода у белых несушек была выше и составила 3,33 %, чем у кур кросса «Хайсекс коричневый» на 0,14 %. Разница по относительному росту массы яйцевода между группами недостоверная. Несушки кросса «Хайсекс коричневый» имели и наибольшую длину яйцевода – 71 см, что выше, чем у кросса «Хайсекс белый», 2,3 см ($P \leq 0,05$). В возрасте 30 недель куры кросса «Хайсекс коричневый» имели более высокие линейные размеры яйцевода, а величина относительного размера яйцевода была выше у птицы кросса «Хайсекс белый» из-за более низкой живой массы. Это свидетельствует о лучшем развитии яйцевода у несушек кроссов «Хайсекс коричневый» в данном возрасте.

К 52-недельному возрасту во всех группах наблюдалось увеличение массы яйцевода на 4,3–16,2 %, а его величина составила 65,3–69,6 г и была самая высокая у белых несушек. При этом достоверной разницы по массе яйцевода у исследуемых кроссов не выявлено. Более высокий показатель относительного роста массы яйцевода был у кур кросса «Хайсекс белый» и составил 3,99 %, что достоверно выше, чем у коричневых кроссов на 0,64 % ($P \leq 0,01$). Длина яйцевода в группах была на уровне 70,3–71,1 см и не имела достоверных различий. В возрасте 52 недель у кур исследуемых кроссов не выявлено достоверных различий по массе и длине яйцевода, тогда как относительный рост массы яйцевода был выше у белых несушек за счёт их низкой живой массы.

В возрасте 72 недель масса яйцевода у кур исследуемых кроссов снизилась и была на уровне 64,4–65,6 г (разница недостоверная). Относительный рост массы яйцевода также несколько снизился, однако достоверное превосходство по данному показателю у белых несушек сохранилось ($P \leq 0,05$). Длина яйцевода во всех группах составила 70,6–71,2 см и соответствовала нормативу (69–77 см).

Полученные данные свидетельствуют о незначительном превышении развития воспроизводительных органов у несушек белого кросса по массе яичника в начале (на 75 %) и конце (на 2,4 %) цикла яйцекладки, относительному росту массы яичника, количеству фолликулов (на 0,2–0,4 шт.) и относительному росту массы яйцевода. У несушек коричневого кросса интенсивное развитие органов воспроизводства наступает позднее, и спад развития в онтогенезе больше, чем у белых несушек по массе яичника и количеству фолликулов. Данный факт подтверждает то, что несушки кросса «Хайсекс белый» превосходят кросс «Хайсекс коричневый» по показателям яичной продуктивности. За период исследования куры белого кросса снесли 331,2 яйца на среднюю несушку, против 319,9 яиц у кур кросса «Хайсекс коричневый». Интенсивность яйценоскости у белых несушек была также выше на 3,2 % (93,6 против 90,4 % у птицы коричневого кросса).

Список литературы

1. Анатомия домашних животных: учеб. пособие / Под ред. И.В. Хрусталёвой. – М.: Колос, 2000. – С. 662–664.
2. Бессарабов, Б.Ф. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы / Б.Ф. Бессарабов, И.И. Мельникова. – М.: МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, 2001. – 90 с.
3. Вракин, В.Ф. Анатомия и гистология домашней птицы / В.Ф. Вракин, М.В. Сидорова. – М.: Колос, 1984. – С. 197–210.
4. Голиков, А.Н. Физиология сельскохозяйственных животных / А.Н. Голиков. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991. – 432 с.
5. Исупова, Н.В. Сравнительная характеристика внутренних органов ремонтного молодняка кур различных кроссов / Н.В. Исупова, А.А. Астраханцев // Эффективность адаптивных технологий в растениеводстве и животноводстве: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 70-летию почётного гражданина УР, председателя СХПК-Племзавод имени Мичурина Вавожского района УР В.Е. Калинина. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2008. – С. 242–244.
6. Кузнецов, С.И. Особенности морфологии яичников и яйцеводов кур в постэмбриональном онто-

генезе / С.И. Кузнецов, Р.Ю. Хохлов, Е.В. Родин // Проблемы АПК и пути их решения. – Пенза, 2003. – С. 60–62.

7. Мелехин, Г.П. Физиология сельскохозяйственной птицы / Г.П. Мелехин, Н.Я. Гридин. – М.: Колос, 1977. – С. 188–204.

8. Меркурьева, Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е.К. Меркурьева. – М.: Колос, 1970. – 423 с.

9. Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы / Под ред. В.С. Лукашенко. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2015. – 103 с.

10. Методические рекомендации по проведению анатомической разделки тушек и органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы и морфологии яиц / В.С. Лукашенко [и др.]. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2001. – 30 с.

11. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – 256 с.

12. Степина, О.Ю. Особенности микроморфологии яичника кур после прекращения яйцекладки / О.Ю. Степина // Актуальные проблемы ветеринарной медицины. – Троицк: УГАВМ, 2002. – С. 118–119.

13. Толпинская, Г. Особенности фолликулогенеза у кур с различным циклом яйценоскости / Г. Толпинская. // Передовой научно-производственный опыт в птицеводстве. – 1981. – № 4. – С. 29–32.

14. Хохлов, Р.Ю. Функциональная морфология органов размножения кур в онтогенезе: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Р.Ю. Хохлов. – Уфа, 2009. – 36 с.

15. Царенко, П.П. Повышение качества продукции птицеводства: пищевые и инкубационные яйца / П.П. Царенко. – Л.: Агропромиздат, 1988. – 240 с.

16. Штеле, А.Л. Куриное яйцо: вчера, сегодня, завтра / А.Л. Штеле. – М.: Агробизнесцентр, 2004. – 196 с.

17. Williams, J.B. Age-dependent changes in the hypothalamic-pituitary-ovarian axis of the laying hen / J.B. Williams, P.J. Sharp. // J. Reprod. Fert. – 1978. – 53. – P. 141–146.

Spisok literatury

1. Anatomiya domashnih zhivotnyh: ucheb. posobie / Pod red. I.V. Hrustalevoj. – М.: Колос, 2000. – С. 662–664.

2. Bessarabov, B.F. Inkubaciya yaic sel'skohozyajstvennoj pticy / B.F. Bessarabov, I.I. Mel'nikova. – М.: MGAVMiB im. K. I. Skryabina, 2001. – 90 с.

3. Vraikin, V.F. Anatomiya i gistologiya domashnej pticy / V.F. Vraikin, M.V. Sidorova. – М.: Колос, 1984. – С. 197–210.

4. Golikov, A.N. Fiziologiya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / A.N. Golikov. – М.: VO «Agropromizdat», 1991. – 432 с.

5. Isupova, N.V. Sravnitel'naya harakteristika vnutrennih organov remontnogo molodnyaka kur razlichnyh krossov / N.V. Isupova, A.A. Astrahancev // Effektivnost' adaptivnyh tekhnologij v rastenievodstve i zhivotnovodstve: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 70-letiyu pochetnogo grazhdanina UR, predsedatelya SKHPK-Plemzavod imeni Michurina Vavozhskogo rajona UR V.E. Kalinina. – Izhevsk: Izhevskaya gosudarstvennayasel'skohozyajstvennaya akademiya, 2008. – S. 242–244.

6. Kuznecov, S.I. Osobennosti morfologii yaichnikov i jajcevodov kur v postehembrional'nom ontogeneze / S.I. Kuznecov, R.YU. Hohlov, E.V. Rodin // Problemy APK i puti ih resheniya. – Пенза, 2003. – С. 60–62.

7. Melekhin, G.P. Fiziologiya sel'skohozyajstvennoj pticy / G.P. Melekhin, N.YA. Gridin. – М.: Колос, 1977. – С. 188–204.

8. Merkur'eva, E.K. Biometriya v selekcii i genetike sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / E.K. Merkur'eva. – М.: Колос, 1970. – 423 с.

9. Metodika provedeniya issledovanij po tekhnologii proizvodstva yaic i myasa pticy / pod red. V.S. Lukashenko. – Sergiev Posad: VNITIP, 2015. – 103 с.

10. Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu anatomicheskoj razdelki tushek i organolepticheskoj ocenki kachestva myasa i yaic sel'skohozyajstvennoj pticy i morfologii yaic / V.S. Lukashenko [i dr.]. – Sergiev Posad: VNITIP, 2001. – 30 с.

11. Plohinskij, N.A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov / N.A. Plohinskij. – М.: Колос, 1969. – 256 с.

12. Stepina, O.YU. Osobennosti mikromorfologii yaichnika kur posle prekrashcheniya jajcekladki / O.YU. Stepina // Aktual'nye problemy veterinarnoj mediciny. – Troick: UGAVM, 2002. – С. 118–119.

13. Tolpinskaya, G. Osobennosti follikulogeneza u kur s razlichnym ciklom jajcenoskosti / G. Tolpinskaya. // Передовой научно-производственный опыт в птицеводстве. – 1981. – № 4. – С. 29–32.

14. Hohlov, R.YU. Funkcional'naya morfologiya organov razmnozheniya kur v ontogeneze: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk / R. YU. Hohlov. – Ufa, 2009. – 36 с.

15. Carenko, P.P. Povyshenie kachestva produkcii pticevodstva: pishchevye i inkubacionnye jajca / P.P. Carenko. – Л.: Агропромиздат, 1988. – 240 с.

16. SHtele, A.L. Kurinoe jajco: vchera, segodnya, zavtra / A.L. SHtele. – М.: Агробизнесцентр, 2004. – 196 с.

17. Williams, J.B. Age-dependent changes in the hypothalamic-pituitary-ovarian axis of the laying hen / J.B. Williams, P.J. Sharp. // J. Reprod. Fert. – 1978. – 53. – P. 141–146.

Сведения об авторе:

Астраханцев Антон Анатольевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан зооинженерного факультета ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: antonzif@list.ru).

A.A. Astrakhantsev

Izhevsk State Agricultural Academy

MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE HENS' REPRODUCTIVE BODIES OF VARIOUS CROSSES IN POSTEMBRYONAL ONTOGENESIS

Studies have been conducted to study the formation of reproductive organs of chickens in postembryonic ontogenesis and its effect on egg productivity. As the objects of study, two groups of laying hens of the final hybrids of the Hisex Brown and Hisex White crosses were used. In each group, 105 heads at the age of 100 days were selected. The data obtained have indicated a slight excess of the development of reproductive organs in the white cross-laying hens by mass of the ovary at the beginning (75 %) and in the end (2.4 %) of the egg-laying cycle, relative growth of the ovary mass, the number of follicles (0.2–0.4 pcs), and the relative increase in the mass of the oviduct. With the layers of brown cross, the intensive development of reproductive organs occurs later, and the decline of the development in ontogenesis is bigger than with the white layers, in terms of the mass of the ovary and the number of follicles. The smallest decrease in ontogenesis for all morphofunctional characteristics of the ovary was recorded in the chickens of the Hisex White cross that indicates a better development and a low rate of extinction of the reproductive function of the ovary for the white layers. The results of histological examination of the ovaries indicate the presence of greater potential in the manifestation of intensive egg production also in chickens of the Hisex White cross compared to the Hisex Brown cross. This fact confirms that the Hisex White cross-country layers surpass the crosscut Hisex Brown in terms of egg productivity. During the study period, white cross hens laid 331.2 eggs per an average hen, against 319.9 eggs in “Hisex Brown” cross. The intensity of egg production for laying hens was also higher by 3.2% (93.6 vs 90.4% for the birds of the brown cross).

Key words: ovary, oviduct, hybrid chickens, egg productivity, “Hisex”.

Author:

Astrakhantsev Anton Anatolievich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation, 426069, e-mail antonzif@list.ru).

УДК 637.146.4

В.А. Бычкова, О.С. Уткина
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОФЛОРЫ МЁДА В ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СЫВОРОТОЧНОГО НАПИТКА С ЛЕЧЕБНЫМИ ТРАВАМИ

Одной из проблем молочной промышленности является рациональное использование сыворотки, получаемой при производстве таких продуктов, как творог, сыр, белковые пасты, казеин. Исследования данной работы посвящены разработке технологии производства функционального кисломолочного напитка на основе творожной сыворотки, имеющего высокую биологическую ценность и обладающего лечебными свойствами, с использованием только натуральных компонентов, в т. ч. мёда, экстрактов трав и натуральных растительных красителя и ароматизатора. В качестве закваски для напитка использовались закваска ацидофильной палочки и микроорганизмы мёда, т. е. дрожжи. Авторами разработана методика приготовления производственной закваски на основе мёда. Для определения влияния компонентов на активность заквасок и определения оптимальной рецептуры было изготовлено 6 образцов продукта. Мёд и экстракт куркумы присутствовали во всех образцах, опытные образцы отличались друг от друга добавленными экстрактами лекарственных трав и наличием лимонного ароматизатора. Для производства продукта была разработана следующая технология: сквашивание осветлённой пастеризованной сыворотки вели при температуре 38 ± 1 °С 5 % медовой закваски и 1 % закваски ацидофильной палочки. В сыворотку при сквашивании вносили мёд, экстракт куркумы, экстракты лечебных трав и ароматизатор, при сквашивании периодически перемешивали. Скваживали продукт в течение 5-6 часов до кислотности 70–80 °Т, затем охлаждали до температуры 28 ± 1 °С, фильтровали и разливали в бутылки, укупоривали, термостатировали при 28 ± 1 °С 3-4 часа до достижения напитком кислотности 100–110 °Т. Затем охлаждали напиток до 11 ± 1 °С и выдерживали сутки для самогазирования. Готовый продукт полностью соответствовал разработанным требованиям. Липовый цвет незначительно ингибирует закваску за счёт высоких бактерицидных свойств, но она остаётся достаточно активной для получения качественного продукта. Закваска особенно активна, где присутствует экстракт зверобоя и ромашки и/или лимонный ароматизатор. Оптимальная рецептура сывороточного напитка включает 9 % мёда, 0,8 % экстракта куркумы, 0,5 % экстракта лимонной цедры, 15 % экстракта лекарственных трав (липовый цвет или ромашка и зверобой).

Ключевые слова: сыворотка, мёд, дрожжи, закваска, лекарственные травы, сквашивание, функциональный продукт.

Актуальность. Одной из проблем молочной промышленности на сегодняшний день является рациональное использование большого количества сыворотки, получаемой при производстве таких продуктов, как творог, сыр, белковые пасты, казеин [4].

В Российской Федерации ежегодно производится более 5 млн. т молочной сыворотки. Из этого объёма перерабатывается только 20–30 %. Небольшая часть сыворотки используется в кормлении сельскохозяйственных животных, а остальной объём утилизируется в канализацию. При этом сыворотка имеет высокую биохимическую загрязняющую способность [19].

Между тем, продукты из сыворотки отличаются высокой полезностью и низкой себестоимостью [4].

Эти аргументы послужили хорошей основой для развития мировой индустрии переработки сыворотки [26, 28].

В том числе иностранные компании – переработчики сыворотки ежегодно поставляют на

российский рынок более 4 млн. т продуктов переработки сыворотки, в то время как в России объём собственной переработанной сыворотки составляет 70–80 % [16].

Наибольшей популярностью у потребителей пользуются сывороточные напитки. При этом возможности расширения ассортимента сывороточных напитков поистине безграничны [4].

Поэтому в последние годы объёмы производства сывороточных напитков растут, и их ассортимент расширяется [26, 27, 28].

Для того чтобы продукты на основе сыворотки пользовались популярностью у населения, необходимо, чтобы они обладали дополнительными свойствами и преимуществами, например, такими как натуральность, польза для здоровья, необычный и приятный вкус, удобство потребления и др.

Поскольку в данный момент на фоне неполноценного питания население испытывает проблемы со здоровьем, рацион необходимо обогащать функциональными компонентами.

К таким компонентам можно отнести, например, мёд и экстракты лекарственных трав, которые довольно редко используются для производства кисломолочных продуктов. Исследования в данном направлении активно ведутся [24].

Напитки на основе сыворотки могут производиться путём сквашивания молочнокислыми микроорганизмами и дрожжами, что повышает их биологическую ценность. Заквасочные культуры обогащают продукт витаминами, органическими кислотами, ферментами, иммуностимуляторами и другими биологически активными веществами [19, 23, 28].

Таким образом, **цель исследований** – разработка технологии производства функционального кисломолочного напитка на основе творожной сыворотки, имеющего высокую биологическую ценность и обладающего лечебными свойствами, с использованием только натуральных компонентов, в т. ч. мёда, экстрактов трав и натуральных растительных красителя и ароматизатора.

Напиток планируется вырабатывать из осветлённой, пастеризованной творожной сыворотки, сквашенной ацидофильной палочкой. В состав закваски входят также дрожжи, содержащиеся в мёде. Напиток вырабатывается с добавлением экстрактов трав, лимонного ароматизатора (для придания вкуса и аромата напитку) и настоя куркумы (для придания цвета продукту).

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели был выполнен ряд задач:

- обосновать выбор компонентов для производства продукта – заквасочных культур, красителя, ароматизаторов, экстрактов трав;
- проанализировать качество основных видов сырья;
- разработать технологию приготовления и использования медовой закваски, необходимой для сквашивания продукта;
- определить оптимальные параметры технологии производства сывороточного напитка с травами и мёдом;
- провести оценку качества нового сывороточного напитка.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в лаборатории технологии переработки молока и продуктов пчеловодства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Качество сыворотки и пригодность для производства сывороточного напитка определялось по органолептическим и физико-химическим показателям качества в соответствии с ГОСТ 34352-2017 [12].

Качество мёда оценивали в соответствии с ГОСТ Р 54644-2011 «Мёд натуральный. Технические условия». Определение ботанического происхождения мёда проводилось по пыльцевому анализу под микроскопом. Учитывалось не менее 200 пыльцевых зёрен, определялось содержание доминирующих пыльцевых зёрен в соответствии с ГОСТ 31766-2012 «Мёды монофлорные. Технические условия». Определение м. д. влаги в мёде проводилось рефрактометрическим способом по ГОСТ Р 53126; м. д. редуцирующих сахаров – феррицианидным методом по ГОСТ Р 53883; диастазного числа – колориметрическим методом по ГОСТ Р 54386; качественная реакция на ГМФ проводилась по ГОСТ Р 52834; свободную кислотность определяли титрованием по ГОСТ Р 53877.

Далее была разработана технология производства и использования закваски для сывороточного напитка. Анализ качества закваски проводился в соответствии с «Технологической инструкцией по приготовлению и применению заквасок и бактериальных концентратов для кисломолочных продуктов на предприятиях молочной промышленности» (2004 г.) по органолептическим показателям, времени сквашивания, χ (от момента заквашивания до достижения закваской определённых показателей кислотности, газообразования); качественному составу микрофлоры и бактериальной чистоте (после окраски мазков метиленовой синью), просматривали не менее 10 полей зрения.

На следующем этапе был проведён подбор пищевых добавок. При их выборе руководствовались натуральностью их происхождения и органолептическими показателями сывороточного напитка. Далее были определены оптимальные параметры технологии производства сывороточного напитка. Контрольные выработки продукта проводились 7 раз. Анализ качества сывороточного напитка проводился по: органолептическим показателям (определялись при помощи дегустации по 5-балльной шкале); интенсивности газообразования (определялась визуально); м. д. жира (определялась кислотным методом Гербера); м. д. общего белка, лактозы (определялись рефрактометрическим методом на анализаторе АМ-2 по методике Л.В. Андреевской (1972 г.) [1]; времени сквашивания от момента заквашивания до достижения напитком определённых показателей кислотности и газообразования.

Для оценки содержания спирта в продукте была разработана методика определения

спирта. За основу были взяты методики определения спирта во фруктах и овощах (ГОСТ ISO 2448-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение содержания этанола») и в заквасках (В.П. Кирищенко, В.С. Агеева, 1987 г.).

Результаты исследований. Подбор и оценка качества сырья для производства сывороточного напитка. Подбор компонентов для рецептуры нового напитка обусловлен особенностями продукта, представленными ниже:

- сывороточный напиток можно отнести к биопродукту, т. к. в закваску входит пробиотическая культура (ацидофильная палочка), которая приживается в кишечном тракте;

- продукт можно отнести также к обогащённому, т. к. в качестве подсластителя используется мёд, в состав которого входят полезные вещества (глюкоза, фруктоза, микроэлементы, витамины и т. д.), куркума и лечебные травы, которые также обогащают продукт полезными веществами;

- напиток имеет лечебно-профилактическое действие, так как содержит лечебные травы.

- в качестве закваски для напитка используются микроорганизмы мёда, т. е. дрожжи, которые, в свою очередь, отвечают за самогазирование продукта, образование спирта, обогащают продукт витаминами, полноценным белком и другими биологически активными веществами;

- в состав напитка входят только натуральные красители и ароматизаторы, не приносящие вреда здоровью человека, а, напротив, обогащающие продукт ценными веществами. Так, в качестве красителя используется куркума, в качестве ароматизатора – экстракт лимонной цедры.

Таким образом, для производства сывороточного напитка с экстрактами трав и мёдом подобрано следующее сырьё:

- сывороточная творожная по ГОСТ 34352-2017 «Сыворотка молочная – сырьё. Технические условия» – используется как основное сырьё;

- мёд натуральный по ГОСТ Р 54644-2011 «Мёд натуральный. Технические условия» используется как подсластитель, обогатитель полезными веществами, а также источник веществ, необходимых для питания микроорганизмов. Мёд также используется как компонент закваски и источник рас дрожжей, которые используются для приготовления продукта;

- закваска ацидофильной палочки по ГОСТ 34372-2017 «Закваски бактериальные для про-

изводства молочной продукции. Общие технические условия» используется для заквашивания сыворотки как пробиотическая культура и для достижения необходимого уровня кислотности;

- цветки липы по ГОСТ 6518-69 «Цветки липы» – содержат антиоксиданты, флавоноиды, эфирные масла, гликозиды, витамины, макро- и микроэлементы, поэтому активно используются при простудных заболеваниях, заболеваниях кишечника, печени, почек [3, 20];

- трава зверобоя по ГОСТ 15161-93 «Трава зверобоя. Технические условия» – продуцент биологически активных веществ – нафтодиантроновых пигментов и флавоноидов, обладает противовоспалительным действием, противовирусным действием [15, 25];

- цветки ромашки по ГОСТ 2237-93 «Цветки ромашки. Технические условия» – содержат эфирные масла, флавоноиды, кумарины, матрицин и обладают противовоспалительным и спазмолитическим действием [18];

- куркума по стандарту ISO 5562:1983 «Куркума целая и молотая (порошкообразная). Технические условия» – используется в продукте как натуральный краситель, придающий приятный жёлтый цвет, кроме того, куркумин нормализует обменные процессы в организме, обладает противовоспалительными, противоопухолевыми свойствами, благодаря чему интенсивно исследуется в качестве потенциального лекарственного средства [2];

- лимон по ГОСТ 4429-82. «Лимоны. Технические условия» – используется в качестве ароматизатора в виде спиртового экстракта цедры лимона, содержащего эфирное масло, обладающее антиоксидантной активностью, антибактериальным и противовирусным действием [5];

- вода питьевая по СанПиН 2.1.4.1074-01 – необходима для приготовления отвара трав.

Основным видом сырья для производства продукта является творожная сыворотка, содержащая много молочного сахара, витаминов, макро- и микроэлементов, органические кислоты. Белок сыворотки содержит сбалансированный набор аминокислот, таким образом, молочная сыворотка является хорошей питательной средой для развития заквасочных микроорганизмов [17, 23, 24].

Оценка качества творожной сыворотки использованной для производства сывороточного напитка (таблица 1), показала, что по органолептическим и физико-химическим показателям качества сыворотка полностью соответствовала требованиям стандарта. В сыворотке

присутствует белок (0,18 %), минеральные вещества (0,43 %) и довольно много лактозы – 4,95 %. Это значит, что питательных веществ для роста заквасочных микроорганизмов достаточно. Невысокая кислотность – 57,5 °Т не будет угнетать развитие закваски.

Таблица 1 – Результаты оценки качества творожной сыворотки, использованной для производства сывороточного напитка

Показатель	Требование стандарта	Фактически
Внешний вид и консистенция	однородная непрозрачная или полупрозрачная жидкость; допускается наличие незначительного белкового осадка	однородная полупрозрачная жидкость с незначительным белковым осадком
Цвет	от светло-жёлтого до бледно-зелёного	бледно-зелёный
Вкус и запах	характерный для молочной сыворотки, кисловатый, без посторонних привкусов и запахов	характерный для молочной сыворотки, кисловатый, без посторонних привкусов и запахов
Сухое вещество, %	не менее 5	5,71+0,03
Массовая доля жира, %	не нормируется	0,05+0,01
Массовая доля СОМО, %	не нормируется	5,66+0,03
Массовая доля белка, %	не менее 0,4	0,18+0,01
Массовая доля казеина, %	не нормируется	0,11+0,01
Массовая доля сывороточных белков, %	не нормируется	0,08+0,01
Массовая доля лактозы, %	не менее 3,5	4,95+0,03
Массовая доля минеральных веществ, %	не нормируется	0,43+0,02
Плотность, °А	не нормируется	25,85+0,05
Титруемая кислотность, °Т	не более 70	57,5+0,5

Оценку качества мёда начали с определения его ботанического происхождения по пыльцевому анализу. В анализируемом образце мёда пыльца присутствовала в большом количестве, что говорит о его натуральности. Наибольшая доля пыльцы была представлена пыльцевыми зёрнами липы (43 %), поэтому в соответствии с ГОСТ 31766-2012 «Мёды моно-

флорные. Технические условия» мёд можно отнести к липовому. В мёде также присутствовала пыльца различных клеверов и разнотравья.

Органолептические показатели мёда (таблица 2) соответствовали требованиям, мёд был закристаллизован всей массой, без сиропообразного слоя, кристалл мелкий.

Таблица 2 – Органолептические показатели качества мёда

Показатель	Требования стандарта	Результаты анализа
Внешний вид (консистенция)	Жидкий, полностью или частично закристаллизованный	Полностью закристаллизованный, размер кристаллов мелкий. Расслоения и сиропообразного слоя не наблюдается
Аромат	Приятный, от слабого до сильного, без постороннего запаха	Приятный, выраженный, с ароматом цветков липы. Без посторонних запахов
Вкус	Сладкий, приятный, без постороннего привкуса	Сладкий, приятный, без постороннего привкуса
Признаки брожения	Не допускаются	Отсутствуют

Массовая доля влаги, сахаров и кислотность мёда (таблица 3) соответствовали требованиям и показателям качества зрелого мёда. Диастазное число для липового мёда достаточно высокое.

Таблица 3 – Физико-химические показатели качества мёда

Показатель	Требования стандарта	Результаты анализа
Массовая доля воды, %	Не более 20	16,45±0,05
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	Не менее 65	72,5±0,1
Массовая доля сахарозы, %	Не более 5	3,55±0,05
Кислотность мёда, см ³	Не более 4	1,5±0,1
Диастазное число, ед. Готе	Не менее 8	16,5±0,01
Качественная реакция на ГМФ	Отрицательная	Отрицательная

Для приготовления закваски для сывороточного продукта была использована естественная способность мёда к брожению, обусловленная наличием в нем рас дрожжей, попавших в мёд с нектаром с растений-медоносов.

Брожение мёда использовали с древних времен при приготовлении различных напитков, например, медовухи, кваса, пива и т. д. При производстве таких продуктов необходимо всегда проверять мёд на фальсификацию, в том числе термообработку (по наличию гидроксиметилфурфурала). Если мёд прогревался, то использовать его в качестве закваски нельзя, так как дрожжи там погибают. Отсутствие гидроксиметилфурфурала в анализируемом мёде свидетельствовало о натуральности мёда, отсутствии прогревания и наличии жизнеспособных дрожжей.

Разработка технологии производства закваски. При заквашивании сывороточного мёдом, было выявлено долгое время сквашивания и слабое газообразование сывороточного напитка. Для устранения этих недостатков решили дополнительно активизировать дрожжи, а именно, приготовили закваску на основе мёда, в которой накопилось большое количество дрожжей.

Закваску активизировали по следующей технологии: оценили качество обезжиренного молока, проверили его на наличие ингибирующих веществ, далее простерилизовали при температуре 121±2 °С в течение 10 мин [22].

Для получения активной закваски сначала сделали лабораторную, затем лабораторную пересадочную и, самую активную, производственную, которая использовалась непосредственно для заквашивания продукта. С каждым пересевом количество дрожжей в закваске и их активность возрастали.

Приготовление лабораторной закваски. Стерилизованное молоко, охладили до температуры заквашивания и заквасили мёдом (М), мёдом и невязкой ацидофильной палочкой (М+А) и только невязкой ацидофильной палочкой (А). Температура для (М) и (М+А) – 28 °С и для (А) – 37 °С.

В процессе термостатирования при вышеуказанных температурах производили частые перемешивания (через каждые 30–40 мин.) путём вращения колбы (для аэрирования молока и активизации дрожжей).

Для накопления в закваске дрожжей её дополнительно выдерживали при температуре 10–12 °С в течение 1 суток, после чего поместили в холодильник. Готовую закваску контролировали по времени сквашивания, кислотности, органолептическим показателям. Хранили полученные закваски при температуре 4±2 °С до 5 суток.

Приготовление лабораторной пересадочной закваски. В две колбы стерилизованного молока с температурой 28 °С вносили по 10 % лабораторной закваски (М) и (М+А). В третью колбу со стерилизованным молоком при 37 °С внесли 1 % лабораторной закваски (А). Далее пробы сквашивали в термостате при режимах, использованных для приготовления лабораторной закваски.

Приготовление производственной закваски. Заквашивание производили по технологии лабораторной пересадочной закваски, но количество ацидофильной палочки было увеличено до 3 %. Пробы сквашивали при тех же режимах.

Динамика нарастания кислотности в процессе приготовления лабораторной закваски показана в таблице 4. Закваска ацидофильной палочки за 8 часов сквашивания достигла кислотности 85 °Т, и её убрали в холодильник для предотвращения пережаривания.

Таблица 4 – Динамика нарастания кислотности в лабораторной закваске

Время	Кислотность, °Т		
	Медовая закваска (М)	Медовая закваска с ацидофильной палочкой (М+А)	Закваска ацидофильной палочки (А)
Через 4 часа	16	20	25
Через 8 часов	19	51	85
Через 24 часа	47	82	–
Через 28 часов	85	104	–

Через сутки на поверхности медовой закваски (М) была уже заметна пена (газообразование). При совместном культивировании медово-ацидофильной закваски накопление дрожжей происходило медленнее, газообразование было менее выражено. Кроме того, закваска (М+А) получилась переквашенной (104 °Т), что приводит к потере активности в дальнейшем.

Просмотр микрофлоры заквасок под микроскопом показал, что в (М) больше дрожжей, чем в (М+А). Дрожжи представлены в виде округлых, овальных форм. Округлых форм больше. Также наблюдались термофильные стрептококки в виде коротких цепочек. Посторонних микроорганизмов не обнаружено.

В лабораторной закваске дрожжевых клеток практически не наблюдалось, в лаборатор-

ной пересадочной отмечены единичные дрожжевые клетки на несколько полей зрения, в производственной в каждом поле зрения присутствуют 1-2 дрожжевых клетки.

Исходя из вышеперечисленного, в дальнейших опытах медовую закваску (М) и закваску ацидофильной палочки (А) культивировали отдельно. Затем добавляли при заквашивании продукта в определённом соотношении. Оптимальные режимы культивирования медовой закваски приведены в таблице 5. Закваска ацидофильной палочки культивировалась в соответствии с «Технологической инструкцией по приготовлению и применению заквасок и бактериальных концентратов для кисло-молочных продуктов на предприятиях молочной промышленности» [22].

Таблица 5 – Режимы культивирования медовой закваски (М)

Закваска	Сквашивание в термостате		Накопление дрожжей (созревание)		Кислотность, °Т
	Температура, °С	Время, ч	Температура, °С	Время, ч	
Лабораторная	28±1	24	11±1	24	85
Лабораторно-пересадочная	28±1	8-9	11±1	24	103
Производственная	28±1	3-4	11±1	24	95

Температура сквашивания закваски поддерживалась на уровне 28±1 °С, выдержка для лабораторной закваски была – 24 ч, лабораторно-пересадочной – 8-9 ч, производственной – 3-4 ч. При термостатировании заквасок ориентировались на образование сгустка. Затем выдерживали сутки при температуре 11±1 °С для накопления дрожжей. При термостатировании и созревании закваски периодически (1 раз в 2–4 ч) перемешивали. Кислотность готовой закваски должна быть в пределах 80–120 °Т.

Заквашивание сыворотки для испытания качества заквасок. Для испытания качества полученных заквасок их вносили в творожную сыворотку без каких-либо наполнителей. Это необходимо для определения активности за-

кваски при сквашивании сыворотки на время сквашивания.

Перед сквашиванием провели подготовку (пастеризацию и осветление) сыворотки. Пастеризацию проводили при 87 °С и выдержке 10 мин. При этом сывороточные белки всплывали на поверхность в виде крупных сгустков, а затем оседали на дно. Осветлённую сыворотку осторожно сливали в отдельную ёмкость с одновременным фильтрованием через лавсановый фильтр и охлаждали до температуры 28±1 °С.

Подготовленную сыворотку при температуре 28±1 °С заквасили медовой закваской в количестве 5 % и закваской ацидофильной палочки в количестве 1 %, перемешали. Для активации дрожжей и насыщения сыворотки

кислородом проводили периодические перемешивания. Скваживали продукт в термостате при температуре 28 ± 1 °С в течение суток. Для самогазирования и созревания напитков дополнительно выдерживали при температуре $10-12$ °С в течение 12 ч. Полученный напиток охладили до 4 ± 2 °С.

Оценка качества напитка проводилась по органолептическим показателям, кислотности, обильности газообразования.

Образование газа в продукте зафиксировали уже через 12 часов. Продукт получился по консистенции однородным, с незначительным белковым осадком; запах и вкус – свойственные молочной сыворотке, с оттенком мёда. Цвет желтоватый. Кислотность продукта была $76,3$ °С.

При сквашивании сыворотки получили требуемый результат (сокращение времени сквашивания и обильное газообразование), т. е. закваски достаточно активны, но продукт имел несколько пониженную кислотность, поэтому было решено дополнительно вносить мёд для обеспечения питания бактерий.

Подбор и подготовка компонентов. Так как сывороточный напиток имеет функциональное значение, возникает необходимость использования компонентов, полезных для здоровья.

Натуральная сыворотка имеет непривычный для потребителя цвет (с желтовато-зеленоватым оттенком), поэтому для подкрашивания продукта использовали настой куркумы, который придаёт приятный жёлтый цвет сыворотке и, так же как и травы, обладает лечебным действием.

Экстракт куркумы получили, добавив $0,16$ % куркумы в горячую сыворотку, затем настаивали экстракт в течение 10 мин, профильтровали и охладили до 38 ± 1 °С. Экстракт куркумы вносили из расчёта 8 кг на 1000 кг ($0,8$ %).

Ставилась задача использовать только натуральные наполнители, поэтому для придания приятного запаха использовали лимонный ароматизатор.

Для получения лимонного ароматизатора лимоны сортировали, мыли, высушивали и сняли с них цедру. К 1 части цедры добавили 2 части этилового спирта. Спирт и цедру выдержали 3 суток при температуре 20 ± 2 °С и профильтровали, внесли в продукт в количестве $0,5$ %.

Для придания напитку лечебно-профилактического действия добавляли экстракты трав в виде трёх вариантов: липовый цвет (как противостудный вариант продукта) – Л;

зверобой + ромашка (как общеукрепляющее и бактерицидный продукт) – З+Р.

Требуемое по рецептуре количество лекарственных трав (6 кг на 1000 кг продукта) залили кипятком и настаивали 10 мин. Экстракт трав вносили из расчёта 15 % от массы сыворотки. Мёда вносили 9 %.

Для определения влияния компонентов на активность заквасок было изготовлено 6 образцов продукта:

1) сыворотка с добавлением мёда и куркумы – контрольный образец (К);

2) сыворотка с добавлением мёда, куркумы и лимонного ароматизатора (К+А);

3) сыворотка с добавлением мёда, куркумы и экстракта липы (К+Л);

4) сыворотка с добавлением мёда, куркумы, экстракта липы и лимонного ароматизатора (К+Л+А);

5) сыворотка с добавлением мёда, куркумы, экстракта зверобоя и ромашки и лимонного ароматизатора (К+З+Р+А);

6) сыворотка с добавлением мёда, куркумы и экстракта зверобоя и ромашки (К+З+Р).

Мёд в количестве 9 % и экстракт куркумы ($0,8$ %) присутствовали во всех образцах продукта.

Продукт вырабатывался по технологии, включающей следующие технологические операции: сбор и оценка качества сыворотки; сепарирование ($t=35-40$ °С) и пастеризация сыворотки (87 ± 2 °С в течение 15 минут); охлаждение и отстаивание сыворотки ($t=38 \pm 1$ °С), фильтрация сыворотки. В сыворотку вносят 5 % медовой закваски и 1 % закваски ацидофильной палочки, мёд, экстракт куркумы, экстракты лечебных трав и ароматизатор, согласно рецептуре, перемешивают $10-15$ минут.

Скваживают при температуре 38 ± 1 °С до кислотности $70-80$ °Т в течение $5-6$ часов. Периодически (через $2-4$ часа) продукт перемешивают, включая мешалку на $10-15$ минут для насыщения сыворотки кислородом и активации дрожжей. Затем сыворотку, охлаждённую до температуры 28 ± 1 °С, фильтруют и разливают под давлением в бутылки, герметично укупоривают, маркируют.

Бутылки при температуре 28 ± 1 °С ставят в термостат и выдерживают при этой температуре $3-4$ часа до достижения напитком кислотности $100-110$ °Т. Затем охлаждают напиток до 11 ± 1 °С для самогазирования. Если дрожжи в закваске достаточно активны, то выдерживают сутки. Окончание сквашивания определяют по образованию спирта в напитке – его не должно быть больше $3,0$ %. Затем продукт ох-

лаждают до температуры 4 ± 2 °С и после оценки качества направляют на хранение. Температура хранения готовой продукции не выше 4 ± 2 °С.

После выработки все образцы оценили по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с разработанными требованиями, представленными в таблицах 6–7.

Таблица 6 – Требования по органолептическим показателям к сывороточному напитку

Показатель	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Однородная жидкость с газом, с незначительным белковым осадком
Вкус и запах	Кисломолочный, освежающий, с привкусом и запахом трав
Цвет	Желтоватый
Прозрачность	Мутный

Таблица 7 – Требования по физико-химическим показателям к сывороточному напитку

Показатель	Характеристика
Массовая доля сухих веществ, % не более: жира спирта	0,1 3,0
Массовая доля сахаров, % не менее	6
Кислотность, °Т	90–140
Плотность, не менее кг/м ³	1022
Температура при выпуске с предприятия, °С, не выше	4 ± 2

По результатам дегустации полученных напитков, можно сказать, что сывороточный напиток как с экстрактами зверобоя и ромашки (З+Р), так и с экстрактом цветков липы (Л) обладал приятными вкусовыми качествами, средний балл соответственно 4,75 и 5. Но вариант с липой был более интересный и приятный

по вкусу и запаху, т. к. используемый в исследованиях липовый мёд в большей степени сочетается с ароматом цветов липы. Куркума и лимонный ароматизатор добавили приятный запах.

Кислотность и массовая доля спирта в полученном сывороточном напитке приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Кислотность сывороточного напитка

Показатель	Образцы					
	К	К+А	К+Л	К+Л+А	К+З+Р	К+З+Р+А
Кислотность, °Т	121,5+0,5	123,5+0,5	108,5+0,5	113,5+0,5	113+0,5	114,5+0,5
Массовая доля спирта, %	3,8+0,1	4,0+0,1	3,0+0,1	3,8+0,1	3,8+0,1	5,6+0,15

Из полученных данных видно, что лекарственные травы, особенно липа, ингибируют закваску, т. к. кислотность у всех ниже, чем в контроле, на 7–13 °Т ($P>0,999$). При этом кислотность всех образцов довольно высокая и находится в пределах нормы, т. к. закваска достаточно активна.

Присутствие только лимонного ароматизатора, напротив, стимулирует рост кислотности. Возможно, это связано с наличием питательных веществ (витамина С) в цедре лимона. У образцов с травами и ароматизатором кислотность также выше, чем у образцов без ароматизатора, что подтверждает стимулирующий эффект лимонной цедры.

Самая высокая концентрация спирта содержалась в образце с ромашкой, зверобоем и ароматизатором (К+З+Р+А), т. к. вещества, содержащиеся в данных компонентах, стимулируют дрожжи. Большое количество спирта во всех образцах говорит о высокой активности дрожжей в закваске, поэтому необходимо сократить время сквашивания.

Меньше всего спирта было в образцах, где присутствовал экстракт липы, так как высокие бактерицидные свойства цветков липы несколько угнетают развитие дрожжей.

Заключение. Технология приготовления медовой закваски предусматривает её отдельное культивирование при температуре 28 ± 1 °С

с выдержкой для лабораторной закваски – 24 ч, лабораторно-пересадочной – 8-9 ч, производственной – 3-4 ч. Затем для накопления дрожжей необходима выдержка при температуре 11 ± 1 °С в течение суток с периодической аэрацией.

Липовый цвет незначительно ингибирует закваску за счёт высоких бактерицидных свойств, но она остаётся достаточно активной для получения качественного продукта. Закваска особенно активна там, где присутствует экстракт зверобоя и ромашки и/или лимонный ароматизатор.

Сквашивание осветлённой пастеризованной сыворотки ведут при температуре 38 ± 1 °С 5 % медовой закваски и 1 % закваски ацидофильной палочки. В сыворотку при сквашивании вносят мёд, экстракт куркумы, экстракты лечебных трав и ароматизатор, при сквашивании периодически перемешивают. Сквашивают продукт в течение 5-6 часов до кислотности 70–80 °Т, затем охлаждают до температуры 28 ± 1 °С, фильтруют и разливают в бутылки, укупоривают, термостатируют при 28 ± 1 °С 3-4 часа до достижения напитком кислотности 100–110 °Т. Затем охлаждают напиток до 11 ± 1 °С и выдерживают сутки для самогазирования.

Оптимальная рецептура сывороточного напитка включает 9 % мёда, 0,8 % экстракта куркумы, 0,5 % экстракта лимонной цедры, 15 % экстракта лекарственных трав (липовый цвет или ромашка и зверобой).

Список литературы:

1. Андреевская, Л.В. Анализатор молока АМ-2 // Обзорная информация. – М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1972. – 25 с.
2. Баракаева, Ш.Ш. Применение куркумы в древней и современной народной медицине / Ш.Ш. Баракаева, И.Д. Кароматов // Биология и интегративная медицина. – 2018. – № 1. – С. 288–295.
3. Буркова, Е.А. Антиоксидантные свойства экстрактов цветков липы сердцелистной (*Tilia cordata*) / Е.А. Буркова В.Р. Хабибрахманова, А.В. Канарский // «Вестник» Казанского технологического университета. – 2015. – № 16. – С. 38–40
4. Бычкова, В.А. Использование молочной сыворотки для производства клюквенного киселя / В.А. Бычкова, О.С. Уткина, С.Ю. Махнева // Вестник ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – 2013. – № 2 (35). – С. 61–63.
5. Влияние состава эфирных масел лимона на их антиоксидантные свойства и стабильность компонентов / Т.А. Мишарина [и др.] // Химия растительного сырья. – 2010. – № 1. – С. 87–92.

6. ГОСТ 6518-69 Цветки липы. – Введ. 1970-05-01. – М.: Стандартиформ, 1994. – 28 с.
7. ГОСТ 4429-82 Лимоны. Технические условия. – Введ. 1983-10-01. – М.: Стандартиформ, 2011. – 16 с.
8. ГОСТ 15161-93 Трава зверобоя. Технические условия. – Введ. 1995-01-01. – М.: Стандартиформ, 1995. – 9 с.
9. ГОСТ 2237-93 Цветки ромашки. Технические условия. – Введ. 1995-01-01. – М.: Стандартиформ, 1995. – 6 с.
10. ГОСТ Р 54644-2011 Мёд натуральный. Технические условия. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартиформ, 2011. – 12 с.
11. ГОСТ ISO 2448-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Определение содержания этанола. – Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартиформ, 2014. – 11 с.
12. ГОСТ 34352-2017 Сыворотка молочная – сырьё. Технические условия. – Введ. 2018-09-01. – М.: Стандартиформ, 2017. – 8 с.
13. ГОСТ 34372-2017 Закваски бактериальные для производства молочной продукции. Общие технические условия. – Введ. 2018-09-01. – М.: Стандартиформ, 2018. – 19 с.
14. ГОСТ ISO 5562-2017 Пряности. Куркума целая и молотая (порошкообразная). Технические условия. – Введ. 2019-01-01. – М.: Стандартиформ, 2017. – 8 с.
15. Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) в культуре на европейском Северо-Востоке / Э.Э. Эчишвили [и др.]; отв. ред. Г.Н. Табаленкова. – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2014. – 120 с.
16. Золоторёва, М.С. Переработка молочной сыворотки с получением ценных пищевых ингредиентов / М.С. Золоторёва, Д.Н. Володин, С.Н. Князев // Переработка молока. – 2015. – № 5. – С. 28–29.
17. Иванова, Е.Е., Сучкова, Е.П. Перспективы обогащения молочной сыворотки с применением технологии микробного синтеза / Е.Е. Иванова, Е.П. Сучкова // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. – СПб.: Университет ИТМО, 2016.
18. Изучение фармакологического действия стабилизированных водных извлечений ромашки, тысячелистника, календулы, крушины / Т.А. Шаталова [и др.] // Здоровье и образование в XXI веке. – 2017. – Т. 19. – № 10. – С. 317–320.
19. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Производство напитков, молока и молочной продукции: ИТС 45-2017. – Введ. 2018-06-01. – Москва: Бюро НДТ, 2017. – 190 с.
20. Кошева, В.М. Использование нетрадиционного сырья при производстве безалкогольных напитков / В.М. Кошева, В.М. Сидор // Пиво и напитки. – 2012. – № 1. – С. 30–31
21. Крищенко, В.П. Практикум по технике лабораторных работ / В.П. Крищенко, В.С. Агеева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 287 с.

22. Технологическая инструкция по приготовлению и применению заквасок и бактериальных концентратов для кисломолочных продуктов на предприятиях молочной промышленности. – М.: ВНИМИ, 2004. – 56 с.

23. Храмов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: учеб. пособие / А.Г. Храмов, П.Г. Нестеренко. – М.: Дели принт, 2004. – 587 с.

24. Храмов, А.Г. Напитки из сыворотки с растительными компонентами / А.Г. Храмов, А.В. Брыкалов, Н.Ю. Пилипенко // Молочная промышленность. – 2012. – № 7. – С. 64–66.

25. Эчишвили, Э.Э. Биология зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) в культуре на Севере: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Эчишвили Эльмира Элизбаровна. – Сыктывкар, 2010. – 18 с.

26. Bulatović Maja Lj. Whey as a raw material for the production of functional beverages / Maja Lj. Bulatović, Marica B. Rakin, Ljiljana V. Mojović // Hemijska Industrija. – 2012. – Vol. 66. – Issue 4. – P. 567–579.

27. Chavan, R.S. / Whey Based Beverage: Its Functionality, Formulations, Health Benefits and Applications // R.S. Chavan, R.C. Shraddha, A. Kumar // Journal of Food Processing & Technology. – 2015. – № 6. – P. 6–14.

28. Kresic, G. Influence of innovative technologies on rheological and thermophysical properties of whey proteins and guar gum model systems / G. Kresic, An.R. Jambrak, V. Lelas // Mljekarstvo. – 2011. – Vol. 61. – Issue 1. – P. 64–78.

Spisok literatury:

1. Andreevskaya, L.V. Analizator moloka AM-2 // Obzornaya informaciya. – М.: ЦНИИТЕХИмьасомолпром, 1972. – 25 с.

2. Barakaeva, SH.SH. Primenenie kurkumy v drevnej i sovremennoj narodnoj medicine / SH.SH. Barakaeva, I.D. Karomatov // Biologiya i integrativnaya medicina. – 2018. – № 1. – S. 288–295.

3. Burkova, E.A. Antioksidantnye svojstva ehstraktov cvetkov lipy serdcelistnoj (*Tilia Cordata*) / E.A. Burkova V.R. Habibrahmanova, A.V. Kanarskij // «Vestnik» Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. – № 16. – S. 38–40

4. Bychkova, V.A. Ispol'zovanie molochnoj syvorotki dlya proizvodstva klyukvennogo kiselya / V.A. Bychkova, O.S. Utkina, S.YU. Mahneva // Vestnik FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA. – 2013. – № 2 (35). – S. 61–63.

5. Vliyanie sostava ehfirnyh masel limona na ih antioksidantnye svojstva i stabil'nost' komponentov / T.A. Misharina [i dr.] // Himiya rastitel'nogo syr'ya. – 2010. – № 1. – S. 87–92.

6. GOST 6518-69 Cvetki lipy. – Vved. 1970-05-01. – М.: Standartinform, 1994. – 28 с.

7. GOST 4429-82 Limony. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 1983-10-01. – М.: Standartinform, 2011. – 16 с.

8. GOST 15161-93 Trava zveroboya. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 1995-01-01. – М.: Standartinform, 1995. – 9 с.

9. GOST 2237-93 Cvetki romashki. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 1995-01-01. – М.: Standartinform, 1995. – 6 с.

10. GOST R 54644-2011 Myod natural'nyj. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2013-01-01. – М.: Standartinform, 2011. – 12 с.

11. GOST ISO 2448-2013 Produkty pererabotki fruktov i ovoshchej. Opredelenie sodержaniya ehtanola. – Vved. 2015-07-01. – М.: Standartinform, 2014. – 11 с.

12. GOST 34352-2017 Syvorotka molochnaya – syr'e. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2018-09-01. – М.: Standartinform, 2017. – 8 с.

13. GOST 34372-2017 Zakvaski bakterial'nye dlya proizvodstva molochnoj produkcii. Obshchie tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2018-09-01. – М.: Standartinform, 2018. – 19 с.

14. GOST ISO 5562-2017 Pryanosti. Kurkuma celaya i molotaya (poroshkoobraznaya). Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2019-01-01. – М.: Standartinform, 2017. – 8 с.

15. Zveroboj prodyryavlennyj (*Hypericum perforatum* L.) v kulture na evropejskom Severo-Vostoke / EH.EH. EHchishvili [i dr.]; otv. red. G.N. Tabalenkova. – Syktывkar: Komi NC UrO RAN, 2014. – 120 с.

16. Zolotoreva, M.S. Pererabotka molochnoj syvorotki s polucheniem cennyh pishchevyh ingredientov / M.S. Zolotoreva, D.N. Volodin, S.N. Knyazev // Pere-rabotka moloka. – 2015. – № 5. – S. 28–29.

17. Ivanova, E.E., Suchkova E.P. Perspektivy obogashcheniya molochnoj syvorotki s primeneniem tekhnologii mikrobnogo sinteza / E.E. Ivanova, E.P. Suchkova // Sbornik tezisov dokladov kongressa molodyh uchenyh. EHlektronnoe izdanie. – SPb. Universitet ITMO, 2016.

18. Izuchenie farmakologicheskogo dejstviya stabilizirovannyh vodnyh izvlechenij romashki, tsysachelistnika, kalenduly, krushiny / T.A. SHatalova [i dr.] // Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. – 2017. – T. 19. – № 10. – S. 317–320.

19. Informacionno-tekhnicheskij spravochnik po nailuchshim dostupnym tekhnologiyam. Proizvodstvo napitkov, moloka i molochnoj produkcii: ITS 45-2017. – Vved. 2018-06-01. – Moskva : Byuro NDT, 2017. – 190 с.

20. Koshevaya, V.M. Ispol'zovanie netradicionnogo syr'ya pri proizvodstve bezalkogol'nyh napitkov / V.M. Koshevaya, V.M. Sidor // Pivo i napitki. – 2012. – № 1. – S. 30–31

21. Krishchenko, V.P. Praktikum po tekhnike laboratornyh rabot / V.P. Krishchenko, V.S. Ageeva. – М.: Agropromizdat, 1987. – 287 с.

22. Tekhnologicheskaya instrukciya po prigotovleniyu i primenenyu zakvasok i bakterial'nyh koncentratov dlya kislomolochnyh produktov na predpriyatiyah molochnoj promyshlennosti. – М.: VNIIMI, 2004. – 56 с.

23. Hramcov, A.G. Tekhnologiya produktov iz molochnoj syvorotki: ucheb. posobie / A.G. Hramcov, P.G. Nesterenko. – М.: Deli print, 2004. – 587 с.

24. Hramcov, A.G. Napitki iz syvorotki s rastitel'nymi komponentami / A.G. Hramcov, A.V. Brykalov,

N.YU. Pilipenko // *Molochnaya promyshlennost'*. – 2012. – № 7. – S. 64–66.

25. EHchishvili EH.EH. *Biologiya zveroboya prodyryavlennogo (Hypericum perforatum L.) v kulture na Severe: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / EHchishvili EH'mira EHlizbarovna. – Syktyvkar, 2010. – 18 s.*

26. Bulatović Maja Lj. *Whey as a raw material for the production of functional beverages / Maja Lj. Bulatović, Marica B. Rakin, Ljiljana V. Mojović // Hemijska Industrija. – 2012. – Vol. 66, Issue 4. – P. 567–579.*

27. Chavan, R.S. / *Whey Based Beverage: Its Functionality, Formulations, Health Benefits and Applications // R.S. Chavan, R.C. Shradha, A. Kumar // Journal of Food Processing & Technology. – 2015. – № 6. – R. 6–14.*

28. Kresic, G. *Influence of innovative technologies on rheological and thermophysical properties of whey proteins and guar gum model systems / G. Kresic, An.R. Jambrak, V. Lelas // Mljekarstvo. – 2011. – Vol. 61. – Issue 1. – P. 64–78.*

Сведения об авторах:

Бычкова Вероника Анатольевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Технология переработки продукции животноводства» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: barsik72@gmail.com).

Уткина Ольга Сергеевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Технология переработки продукции животноводства» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: utkinaolga1982@yandex.ru).

V.A. Bychkova, O.S. Utkina
Izhevsk State Agricultural Academy

THE USE OF HONEY MICROFLORA IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL HERBED WHEY DRINK

*One of the problems of the dairy industry is the rational use of whey obtained in the production of products such as cottage cheese, cheese, protein paste, casein. Research in the article are devoted to the development of technology of production of functional fermented milk beverage based on curd whey, which has a high biological value and has medicinal properties, with pure natural ingredients used, including honey, herbal extracts and natural vegetable dye and flavour. As a starter for the drink, acidophilic stick ferment and microorganisms of honey, i.e. yeast have been used. The authors have developed a method of preparation of industrial honey-based leaven. To determine the effect of the components on the activity of the starter cultures and to determine the optimal formulation 6 product samples have been made. Honey and turmeric extract were present in all samples, the prototypes differed from each other with added extracts of medicinal herbs and the presence of a lemon flavour. The technology of beverage production comprising the steps had been developed: fermentation of pasteurized, clarified whey was carried out at a temperature of 38±1 °C 5 % honey starter, and 1 % starter of *Lactobacillus acidophilus* culture. During fermentation, into the serum honey, turmeric extract, extracts of medicinal herbs and flavoring have been introduced, while being subjected to fermentation it has been periodically stirred. The product has been fermented for 5 to 6 hours to an acidity of 70 to 80 °T, then cooled to a temperature of 28±1 °C, filtered and bottled, capped, thermostated at 28±1 °C for 3-4 hours until the beverage has reached acidity of 100–110 °C. Then the drink has been cooled to 11±1 °C and kept for 24 hours for self-gassing. The finished product was fully consistent with the developed requirements. Lime blossom slightly inhibits the ferment due to high bactericidal properties, though it remains active enough to obtain a qualitative product. Leaven is particularly active where there is an extract of *St. John's wort* and chamomile and/ or lemon flavour. The optimal formulation of whey drink includes 9 % honey, 0,8 % turmeric extract, 0.5 % lemon peel extract, 15 % herbal extract (lime blossom or chamomile and *St. John's wort*).*

Key words: *serum, honey, yeast, leaven, medicinal herbs, fermentation, functional product.*

Authors:

Bychkova Veronika Anatrolievna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Livestock Product Processing, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: barsik72@gmail.com).

Utkina Ol'ga Segeyevna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Livestock Product Processing, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation, 426069, e-mail: utkinaolga1982@yandex.ru).

УДК 332.334 (470.51)

Е. Д. Давыдова, М. П. Маслова, А. А. Никитин

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Земля – неоценимое и незаменимое богатство общества. Она является основным природным ресурсом, материальным условием жизни и деятельности людей, базой для размещения и развития всех отраслей народного хозяйства, главным средством производства в сельском хозяйстве и основным источником получения продовольствия. Поэтому общие закономерности функционирования земли и организации территории изучаются землеустроительной наукой, которая рассматривает землю в качестве средства производства и природного ресурса, необходимого для функционирования всех отраслей как производственной, так и непромышленной сфер народного хозяйства. Землеустроительная наука и практика формируют систему государственного землеустройства, направленную на регулирование земельных отношений в качестве механизма организации рационального, полного и эффективного использования земельных ресурсов Российской Федерации. Отсюда возникает необходимость обеспечить такой порядок, при котором хозяйственное использование земель, удовлетворение иных общественных интересов не будут приводить к потере полезных свойств земель, их деградации, сокращению площадей и, как следствие, вызывать опасные социальные и экономические последствия и угрозу устойчивому развитию общества, что и определяет актуальность изучения земельного фонда как Удмуртской Республики, так и Российской Федерации в целом. В данной статье приведена характеристика земельного фонда Удмуртской Республики, рассмотрено распределение земельных ресурсов по территории республики, а также изменения площадей категорий земельного фонда республики за 2017 г. Основные изменения связаны с сокращением земель сельскохозяйственного назначения, которые уменьшились на 388 га в связи с переводом в категорию земель населённых пунктов, в земли промышленности и иного специального назначения и земли особо охраняемых территорий и объектов. Изменений по землям лесного, водного фондов и земель запаса не наблюдалось.

Ключевые слова: *земельный фонд, категории земель, площадь, земли сельскохозяйственного назначения, земли населённых пунктов, земли лесного фонда, особо охраняемые земли, земли промышленности, земли водного фонда, земли запаса.*

Актуальность. Среди важнейших условий, необходимых для существования человечества, особое место занимает земля. Неиссякаемые производительные силы земли выступают не только средством поддержания жизни, но и гарантией будущего человеческого общества [7]. Земля – один из компонентов окружающей среды, важнейший природный ресурс, на протяжении всей истории используемый людьми для удовлетворения разнообразных потребностей – ведения сельского хозяйства, размещения жилых и производственных объектов, получения доступа к другим природным объектам (недрам, лесам и т.д.). Все земельные ресурсы страны формируют земельный фонд [8, 10]. По площади земель Россия является лидером, обладая самым обширным в мире земельным фондом в 1709,8 млн. га. Земли используются для разнообразных целей. В настоящее время полезные площади земель России сокращаются под воздействием процессов их деградации. В целом динамика качественного состояния земель характеризуется усилением эрозийных процессов, снижением количества питательных веществ, сокращением запасов гумуса, засолением почв. С

развитием общества земля не только не теряет своей значимости, но и будет привлекать к себе ещё большее внимание, ибо причины и факторы, создающие условия деградации земель, сокращения пригодных для жизнедеятельности площадей, не исчезают и даже усиливаются. Отсюда возникает необходимость обеспечить такой порядок, при котором хозяйственное использование земель, удовлетворение иных общественных интересов не будут приводить к потере полезных свойств земель, их деградации, сокращению площадей и, как следствие, вызывать опасные социальные и экономические последствия и угрозу устойчивому развитию общества. Поэтому следует уделять особое внимание земельному фонду в целом.

Одной из научно-технических и социально-политических частей государственного управления земельными ресурсами является землеустройство, как техническая и экономическая составляющая регулирования земельно-имущественных отношений, которое проводится на основании статей 68 и 69 Земельного кодекса Российской Федерации и в соответствии с Законом Российской Федерации «О земле-

устройстве». Согласно принятой терминологии в научно-технической литературе, землеустройством называются мероприятия по изучению состояния земель, планированию и организации рационального использования земель и их охраны, образованию новых и упорядочению существующих объектов землеустройства и установлению их границ на местности (территориальное землеустройство), организации рационального использования гражданами и юридическими лицами земельных участков для осуществления сельскохозяйственного производства [5].

Цель исследования – рассмотреть состояние и использование земельного фонда Удмуртской Республики.

Задачи исследования:

- раскрыть общую характеристику земельного фонда Удмуртской Республики;
- рассмотреть распределение земельных ресурсов по территории Удмуртской Республики.

Результаты исследования. Удмуртская Республика (Удмуртия) – субъект Российской Федерации, входящий в состав Приволжского федерального округа. В республику входят 25 муниципальных образований (муниципальных районов), 5 городов республиканского зна-

чения и один город районного подчинения. В соответствии с данными государственной статистической отчетности, площадь земельного фонда Удмуртской Республики по состоянию на 1 января 2018 г. составляет 4206,1 тыс. га. В различных сферах деятельности земли используются по-разному, поэтому земельный фонд подразделяют на категории земель, которые различают по основному целевому назначению и правовому режиму использования и охраны [2]. В соответствии с действующим земельным законодательством, земельный фонд Удмуртской Республики представлен всеми категориями земель (рисунок 1).

Распределение земель по категориям показывает преобладание в структуре земельного фонда Удмуртской Республики земель лесного фонда и земель сельскохозяйственного назначения, на долю которых приходится 48,2 % и 44,3 % всей территории соответственно.

На долю земель городских и сельских населённых пунктов приходится 4,8 %. Земли промышленности и иного специального назначения занимают 1,0 %, земли особо охраняемых территорий и объектов – 0,5 %, земли водного фонда и земли запаса занимают в совокупности 1,2 % территории республики.

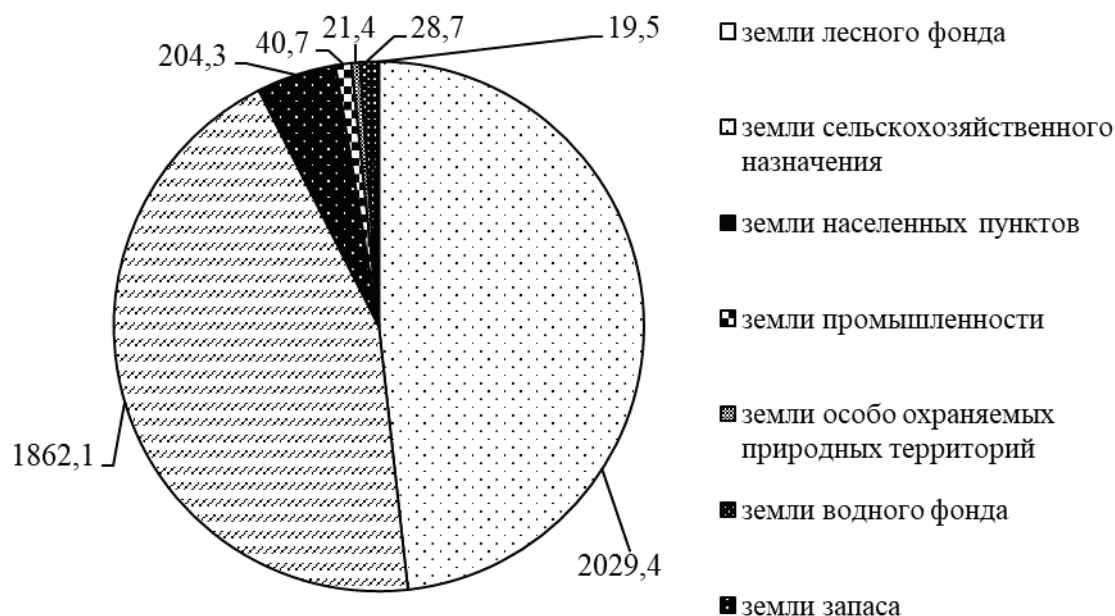


Рисунок 1 – Структура земельного фонда Удмуртской Республики по категориям земель (тыс. га)

Согласно данным, полученным в результате государственного статистического наблюдения за земельными ресурсами, в 2017 г. произошли изменения в площадях четырех категорий земельного фонда республики. Основанием перевода земель являлись постановле-

ния Правительства Удмуртской Республики, администраций муниципальных образований, утверждённые правила землепользования и застройки и генеральные планы муниципальных образований административных районов [3].

Земли сельскохозяйственного назначения уменьшились на 388 га в связи с переводом:

- в категорию земель населённых пунктов – 176 га,
- в земли промышленности и иного специального назначения – 211 га,
- в земли особо охраняемых территорий и объектов – 1 га.

Изменений по землям лесного, водного фондов и земель запаса не наблюдалось.

Землями сельскохозяйственного назначения признаются земли, находящиеся за границами населённого пункта и предоставленные для нужд сельского хозяйства, а также предназначенные для этих целей. В отношении данной категории с учётом её специфики государственное управление должно осуществляться более эффективно и жёстко регламентироваться законодательными актами.

Земли сельскохозяйственного назначения являются главным средством производства в сельском хозяйстве и основным источником получения продовольствия. Нерациональное использование приводит к сокращению продуктивности земель, снижению их плодородия и уменьшению производства сельскохозяйственной продукции, ухудшению экологической обстановки. В настоящее время продолжается вывод земельных угодий из хозяйственного оборота и уменьшение площади земель сельскохозяйственного назначения, вызванное отторжением под промышленные и градостроительные нужды [6, 9].

В условиях углубления мирового продовольственного, энергетического и финансового кризисов роль земель сельскохозяйственного назначения существенным образом повышается. Рациональное использование сельскохозяйственных угодий является не только важным фактором обеспечения продовольственной безопасности, импортозамещения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, но и ключевым направлением повышения конкурентоспособности нашей страны, что является особенно актуальным [1].

В состав земель сельскохозяйственного назначения входят наиболее ценные, плодородные земли, которые ввиду этого подлежат особой охране со стороны собственников, землепользователей, землевладельцев, арендаторов земельных участков [1]. По состоянию на 1 января 2018 г. земли сельскохозяйственного назначения занимают площадь 1862,1 тыс. га, или 44,3 % площади всех земель в административных границах республики. В сравнении с 2014 г. данная категория земель уменьшилась на 2,7 тыс. га, что связано с переводом в земли населённых пунктов, промышленности и иного специального назначения, в земли особо охраняемых территорий и объектов. Аналогичная картина наблюдается и под пашней как одним из видов сельскохозяйственных угодий (рисунок 2), где сокращение площади в течение четырёх лет составила 1,3 тыс. га.

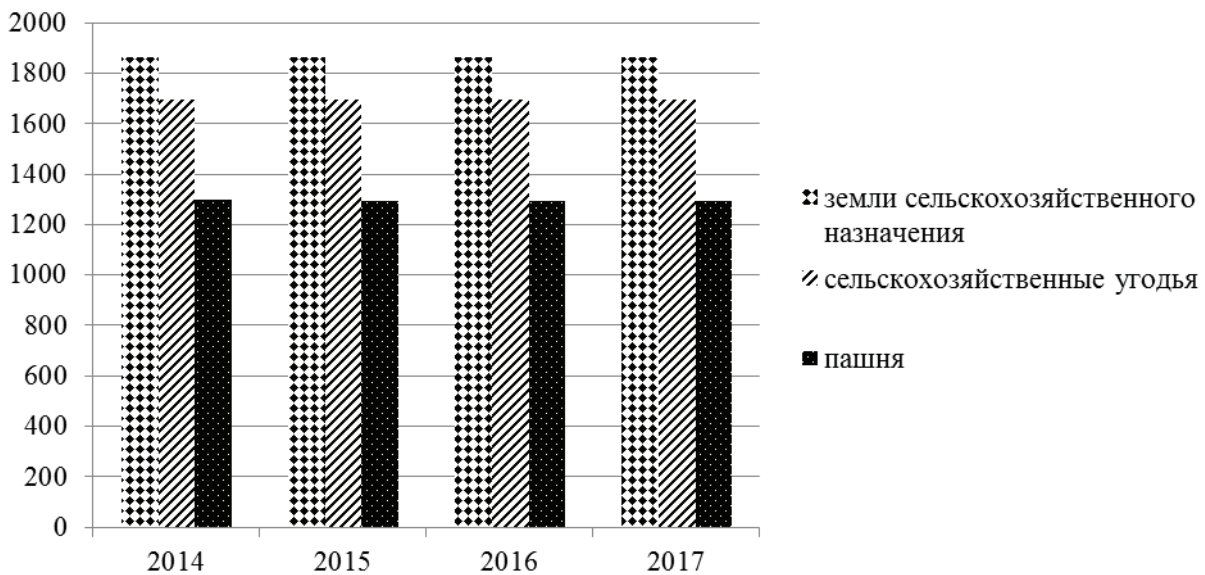


Рисунок 2 – Изменение площади земель сельскохозяйственного назначения, сельскохозяйственных угодий, в том числе пашни

Следует также отметить, что в составе земель сельскохозяйственного назначения сформирован фонд перераспределения земель. В результате ликвидации сельскохозяйственных организаций земли передаются в данный фонд. Изменения площади сельскохозяйственных угодий происходят в основном в фонде перераспределения земель: отказ от аренды сельскохозяйственных угодий с последующим переводом в свободный фонд перераспределения земель, где площадь на 1 января 2018 г. составляет 236,0 тыс. га.

Самое большое количество сельскохозяйственных угодий наблюдается в административных границах Сарапульского района – 115,6 тыс. га, в том числе пашни – 88,2 тыс. га, в обороте сельскохозяйственных предприятий находится – 100,5 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в том числе пашни 80,8 тыс. га.

В соответствии с действующим законодательством, землями населённых пунктов признаются земли, используемые и предназначенные для застройки и развития населённых пунктов. По состоянию на 1 января 2018 г. площадь земель населённых пунктов в Удмуртской Республике составила 204,3 тыс. га, или 4,8 % площади всех земель в административных границах республики. Площадь земель городских населённых пунктов составила 64,0 тыс. га (31,3 % площади земель данной категории). К городским населённым пунктам отнесены пять городов республики: Ижевск, Глазов, Воткинск, Можга, Сарапул и один город районного подчинения (г. Камбарка). Площадь земель сельских населённых пунктов составила 140,3 тыс. га (68,7 % площади земель данной категории).

Общая площадь земель сельских населённых пунктов увеличилась на 0,2 тыс. га. В 2017 г. в черту населённых пунктов с целью их расширения были включены земельные участки общей площадью 211 га из земель сельскохозяйственного назначения для индивидуального жилищного строительства и ведения личного подсобного хозяйства, а также под земли общего пользования (улицы).

Самые большие площади земель, 78 га, переведены в Завьяловском районе для расширения населённых пунктов, в Балезинском (57 га) и Увинском (41 га) районах.

В земли населённых пунктов из других категорий земель, а также из земель населённых пунктов переводов не было. Самая большая площадь сельских населённых пунктов наблюдается в Завьяловском районе республики (17,1 тыс. га).

В земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения – включены земельные участки, которые расположены за границами населённых пунктов, используются или предназначены для обеспечения деятельности организаций и предприятий промышленности и иного специального назначения. Общая площадь земель данной категории по состоянию на 1 января 2018 г. составила 40,7 тыс. га или 1,0 % всех земель в административных границах республики.

Земли промышленности и земли иного специального назначения в зависимости от характера специальных задач включают:

- земли промышленности (7,1 тыс. га). Наибольшую долю земель данной группы имеют Якшур-Бодьинский (1,3 тыс. га или 18,8 % от земель данной группы) и Игринский (1,2 тыс. га или 16,7 %) районы;

- земли энергетики (0,1 тыс. га) расположены на территории девяти районов республики. Наибольший удельный вес (36,8 %) имеют земельные участки в Граховском районе;

- земли транспорта (25,0 тыс. га), в том числе железнодорожного (8,6 тыс. га), автомобильного (15,8 тыс. га), воздушного (0,2 тыс. га) и трубопроводного (0,4 тыс. га).

- земли связи, радиовещания, телевидения, информатики (0,1 тыс. га) расположены на территории десяти районов республики;

- земли обороны и безопасности (4,6 тыс. га) расположены на территории семи районов, самые большие площади (2,4 тыс. га или 53,2 %) данной группы земель расположены в Камбарском районе;

- земли иного специального назначения занимают в республике 3,8 тыс. га, из них 1,3 тыс. га или 34,6 % площади данной группы расположены в Завьяловском районе.

За 2017 г. в категории земель промышленности и земель иного специального назначения произошло увеличение общей площади на 0,2 тыс. га по группе земель промышленности. В земли промышленности и земли иного специального назначения всего переведено из земель сельскохозяйственного назначения 211 га.

К особо охраняемым территориям относятся земли, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное ценное значение.

Площадь земель особо охраняемых территорий и объектов по состоянию на 1 января 2018 года составляет 21,4 тыс. га, или около 0,5 % от общей площади земель в административных границах республики. В состав земель категории входят:

- земли особо охраняемых природных территорий в Удмуртской Республике представлены 39 объектами на площади 20,2 тыс. га (94,4 % от категории), самые большие площади расположены в Завьяловском, Воткинском и Сарапульском районах;

- земли рекреационного назначения – 69 объектов на площади 1,1 тыс. га (5,1 %); значительные площади сосредоточены в Завьяловском районе (90 %);

- земли историко-культурного назначения – 5 объектов на площади 0,1 тыс. га (0,5 %) расположены в пяти районах республики.

В соответствии с Земельным кодексом Российской Федерации, к данной категории относятся лесные и нелесные земли [4]. Лесные земли представлены участками, покрытыми лесной растительностью, и участками, не покрытыми лесной растительностью, но предназначенными для ее восстановления (вырубки, гари, участки, занятые питомниками). К нелесным отнесены земли, предназначенные для ведения лесного хозяйства (просеки, дороги и др.).

Общая площадь земель лесного фонда Удмуртской Республики по состоянию на 1 января 2018 г. составляет 2029,4 тыс. га или 48,2 % от площади земель в административных границах Удмуртской Республики. Наибольшие площади, занятые лесным фондом, расположены в Игринском и Увинском районах – 153,8 тыс. га и 148,5 тыс. га соответственно (лесистость территории этих районов составляет более 60 %), самым малолесистым районом является Каракулинский район – лесом заняты территории площадью 9,9 тыс. га (лесистость территории – 8,3 %).

В общую площадь категории земель лесного фонда включены площади земель, находящиеся в непосредственном управлении лесничеств. Всего в республике создано 25 лесничеств.

Согласно Земельному кодексу Российской Федерации, к землям водного фонда относятся земли, покрытые поверхностными водами, сосредоточенными в водных объектах, а также занятые гидротехническими и иными сооружениями, расположенными на них.

Площадь земель водного фонда по состоянию на 1 января 2018 г. составляет 28,7 тыс. га или 0,7 % от площади земель в административных границах Удмуртской Республики.

В категорию вошли водохранилища Воткинской и Нижнекамской ГЭС, Пудемский пруд и основные реки Удмуртской Республики (Кама, Чепца, Вала, Кильмезь, Сива и другие). На территории бывшей д. Карпушата Кезского района берёт начало одна из крупных рек европейской территории России – Кама, её протяжённость в пределах республики – 225 км, Чепцы – около 250 км.

Остальные земли под водой распределены между другими категориями земель, в основном на землях сельскохозяйственного назначения.

Землями запаса являются земли, находящиеся в государственной и муниципальной собственности и не предоставленные гражданам или юридическим лицам.

Площадь земель запаса по состоянию на 1 января 2018 г. составляет 19,5 тыс. га или 0,5 % от площади земель в административных границах Удмуртской Республики.

На территории Ярского (35,7 % всех земель категории) и Глазовского (26,1 %) районов сосредоточены значительные площади, отведённые под земли запаса. В пяти районах: Вавожском, Граховском, Дебёссском, Шарканском и Якшур-Бодьинском земли данной категории отсутствуют.

Выводы. В результате проведённого анализа земельный фонд Удмуртской Республики составляет 4206,1 тыс. га. Распределение земель по категориям показывает преобладание в структуре земельного фонда земель лесного фонда и земель сельскохозяйственного назначения (2029,4 тыс. га и 1862,1 тыс. га соответственно). Самое большое количество сельскохозяйственных угодий наблюдается в административных границах Сарапульского района – 115,6 тыс. га, в том числе пашни – 88,2 тыс. га. Наибольшие площади, занятые лесным фондом, расположены в Игринском и Увинском районах – 153,8 тыс. га и 148,5 тыс. га соответственно.

Список литературы

1. Бердина, А.С. Соблюдение требований земельного законодательства на землях сельскохозяйственного назначения в Свердловской области / А.С. Бердина, Н.С. Иванова // Международная научно-практическая конференция «Уральская горная школа – регионам». – Екатеринбург, 2015. – С. 266–267.
2. Волков, С.Н. Землеустроительное проектирование / С.Н. Волков, В.П. Троицкий, Н.Г. Коноктин. – М. : Колос, 1998. – 632 с.
3. Доклад о состоянии и использовании земель в Удмуртской Республике по состоянию на 1 ян-

варя 2018 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/open-service/statistika-i-analitika/doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-udmurtskoj-respublike/>

4. Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 08.03.2015).

5. Кухтин, П.В. Землеустройство как механизм управления земельными ресурсами / П.В. Кухтин, А.О. Сухарев, А.Б. Моттаева // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 5 (24). – С. 198–208.

6. Латыпов А.Р. Характеристика земельного фонда Удмуртской Республики / А.Р. Латыпов // Бизнес в законе. – 2012. – № 5. – С. 231–233.

7. Махотлова, М.Ш. Землеустройство и сельскохозяйственное землепользование в России / М. Махотлова, М. Шаов, З. Темботов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2016Б. – № 3. – С. 3–5.

8. Никитин, А.А. Состояние земель Удмуртской Республики / А.А. Никитин, М.П. Маслова, Э.С. Кудрин // Актуальные проблемы природообустройства : геодезия, землеустройство, кадастр и мониторинг земель: материалы Международной научно-практической конференции. 2–3 ноября 2017 года : сборник статей [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 105–108.

9. Gebelová, Z. Quantification of changes in the state of the cr agricultural land fund from 2001–2013 / Z. Gebelová, H. Rezbová, D. Pletichová // Agris On-line Papers in Economics and Informatics. – 2014. – Т. 6. – № 3. – С. 13–25.

10. The solutions of the agricultural land use monitoring problems / V.V. Vershinin, A.A. Murasheva, V.A. Shirokova, A.O. Khutorova, D.A. Shapovalov, V.A. Tarbaev // International Journal of Environmental and Science Education, 2016. – Т. 11. – № 12. – С. 5058–5069.

Spisok literaturey

1. Berdina, A.S. Soblyudenie trebovanij zemel'nogo zakonodatel'stva na zemlyah sel'skohozyajstvennogo naznacheniya v Sverdlovskoj oblasti / A.S. Berdina, N.S. Ivanova // Mezhdunarodnaya nauchno-praktiches-

kaya konferenciya «Ural'skaya gornaya shkola – regionam». – Ekaterinburg, 2015. – С. 266–267.

2. Volkov, S.N. Zemleustroitel'noe proektirovanie / S.N. Volkov, V.P. Troickij, N.G. Konokotin. – М. : Kolos, 1998. – 632 s.

3. Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Udmurtskoj Respublike po sostoyaniyu na 1 yanvarya 2018 goda [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://rosreestr.ru/site/open-service/statistika-i-analitika/doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-udmurtskoj-respublike/>

4. Zemel'nyj kodeks RF ot 25.10.2001 № 136-FZ (red. ot 08.03.2015).

5. Kuhtin, P.V. Zemleustrojstvo kak mekhanizm upravleniya zemel'nymi resursami / P.V. Kuhtin, A.O. Suharev, A.B. Mottaeva // Internet-zhurnal «Naukovedenie». – 2014. – № 5 (24). – С. 198–208.

6. Latypov A.R. Harakteristika zemel'nogo fonda Udmurtskoj Respubliki / A.R. Latypov // Biznes v zakone. – 2012. – № 5. – С. 231–233.

7. Mahotlova, M.Sh. Zemleustrojstvo i sel'skohozyajstvennoe zemlepol'zovanie v Rossii / M. Mahotlova, M. Shaov, Z. Tembotov // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. – 2016B. – № 3. – С. 3–5.

8. Nikitin, A.A. Sostoyanie zemel' Udmurtskoj Respubliki / A.A. Nikitin, M.P. Maslova, E.S. Kudrin // Aktual'nye problemy prirodoobustrojstva : geodeziya, zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel': materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2–3 noyabrya 2017 goda : sbornik statej [Elektronnyj resurs] / FGBOU VO Izhevskaya GSXA. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSXA, 2017. – С. 105–108.

9. Gebelová Z. Quantification of changes in the state of the cr agricultural land fund from 2001–2013 / Z. Gebelová, H. Rezbová, D. Pletichová // Agris On-line Papers in Economics and Informatics. – 2014. – Т. 6. – № 3. – С. 13–25.

10. The solutions of the agricultural land use monitoring problems / V.V. Vershinin, A.A. Murasheva, V.A. Shirokova, A.O. Khutorova, D.A. Shapovalov, / V.A. Tarbaev // International Journal of Environmental and Science Education, 2016. – Т. 11. – № 12. – С. 5058–5069.

Сведения об авторах:

Давыдова Елена Дмитриевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и землеустройства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426033, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Кирова, 16. Тел.: 8(3412)77-37-32, e-mail: elenka.davydova.87@mail.ru).

Маслова Мария Павловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и землеустройства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426033, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Кирова, 16. Тел.: 8(3412)77-37-32, e-mail: mary.maslova2009@yandex.ru).

Никитин Александр Александрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и землеустройства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426033, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Кирова, 16. Тел.: 8(3412)77-37-32, e-mail: aanikitin_0@mail.ru).

E.D. Davydova, M.P. Maslova, A.A. Nikitin
Izhevsk State Agricultural Academy

CONDITION AND USE OF THE LAND FUND IN UDMURT REPUBLIC

Land is an invaluable and irreplaceable wealth of society. It is the main natural resource, material condition of life and activity of people, base for placement and development of all branches of a national economy, the main means of production in agriculture, and the main source of food. Therefore, the general regularity of land functioning and organization of the territory are studied by the land management science which considers the land as a means of production and natural resource necessary for the functioning of all sectors of both production and non-production spheres of the national economy. Land management science and practice form the system of state land management aimed at the regulation of land relations as a mechanism for the organization of rational, full and effective use of land resources of the Russian Federation. Hence, there is a need to ensure such an order under which the farming use of land, satisfaction of other public interests will not lead to the loss of useful land properties, their degradation, and reduction of areas and, as a consequence, cause dangerous social and economic consequences and a threat to the sustainable development of society. All this determines the relevance of the study of the land fund of both the Udmurt Republic and the Russian Federation as a whole. This article describes the characteristics of the land fund of the Udmurt Republic, considers the distribution of land resources over the territory of the Republic, as well as the changes in the categorized areas of the land fund of the Republic in 2017.

The main changes are related to the reduction of agricultural land, which had decreased by 388 hectares due to the transfer into the category of settlement land, industrial land and of the land for other special purposes, and the land of specially protected areas and objects. No changes had been observed in forest, water and reserve lands.

Key words: *land fund, land category, area, agricultural land, settlement land, lands of the forest fund, protected land, industrial lands, lands of water fund, reserve lands.*

Authors:

Davydova Yelena Dmitrievna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Agriculture and Land management Department, Izhevsk State Agricultural Academy (16, Kirov St., Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation, 16426033, e-mail: elenka.davydova.87@mail.ru, tel. (3412) 77-37-32).

Maslova Maria Pavlovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Agriculture and Land Management Department, Izhevsk State Agricultural Academy (16, Kirov St., Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation, 16426033, e-mail: mary.maslova2009@yandex.ru, tel. (3412) 77-37-32).

Nikitin Alexander Alexandrovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Agriculture and Land Management Department, Izhevsk State Agricultural Academy (16, Kirov St., Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation, 16426033, e-mail: aanikitin_0@mail.ru, tel. (3412) 77-37-32)

УДК [619:615.28]:636.5

Е.С. Климова¹, Е.А. Михеева¹, Т.В. Бабинцева¹, С.А. Пенькин², Т.М. Мираева¹¹ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА²ООО «Агрокомфорт»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА DEBUZZZER ПРОТИВ ЭКТОПАРАЗИТОВ КУР

Птицеводство является одной из динамичных отраслей животноводства. Наряду с улучшением качества продукции птицеводства стоит задача увеличения поголовья птицы мясного и яйценосного направлений. Однако при современных технологиях ведения хозяйства необходимо уделить внимание обработке птиц от эктопаразитов. Для обработки птиц широко используются средства на основе синтетических пиретроидов. Ведутся поиски новых действенных препаратов на основе природных компонентов. Целью работы явилось изучение эффективности применения препарата DEBUZZZER при эктопаразитозах кур. Объектом исследования явились цыплята частного подсобного хозяйства, разделённые по возрасту и способу содержания на 2 группы по 15 голов. В состав препарата DEBUZZZER входит тонко помолотый диоксид кремния природного происхождения (содержание SiO₂ 88–89 %) и эфирные масла репеллентного действия. Данное средство представляет собой порошок светло-серого цвета с характерным запахом эфирных масел. У месячных цыплят интенсивность инвазии была ниже, что могло быть связано с длительным контактом со взрослой птицей, и пухопероеды отложили большое количество яиц в причинной части пера. Цыплята второй группы имели высокую интенсивность и экстенсивность инвазии, так как они недавно были допущены к общему выгулу и произошло перезаражение от больной птицы. Препарат DEBUZZZER при двукратной обработке путём распыления водной суспензии из расчёта 100 г/м² показал 100 % экстенсэффективность.

Ключевые слова: эктопаразиты кур, пухопероеды, инсектоакарицидные препараты, DEBUZZZER.

Актуальность. Птицеводство является одной из динамичных отраслей животноводства. Наряду с улучшением качества продукции птицеводства стоит задача увеличения поголовья птицы мясного и яйценосного направлений. Однако при современных технологиях ведения хозяйства имеется немало проблем, требующих комплексных подходов по их устранению. К таковым в настоящее время относятся паразитарные болезни кур, в частности эктопаразитозы, встречающиеся в птицеводческих хозяйствах разных форм собственности [3, 5, 2].

Пухопероеды являются одними из самых распространённых эктопаразитов птиц и включают более 4000 видов [9]. Среди маллофагов в Алтайском крае широкое распространение получили пухопероеды одного вида *Menacanthus stramineus* [2]. В птицеводческих хозяйствах Краснодарского края было выявлено три вида данных паразитов: *Menopon gallinae*, *Menacanthus stramineus*, *Goniocotes hologaster*. На территории Полтавской области на Украине в хозяйствах частного сектора зарегистрировано четыре вида маллофаг: три вида подряда *Amblycera* семейства *Menoponidae* (*Menopon gallinae*, *Menacanthus stramineus*, *Menacanthus cornutus*) и один вид подряда *Ischnocera* семейства *Goniodidae* (*Goniocotes hologaster*) [3, 4].

В Калифорнии при осмотре птицы в частных подсобных хозяйствах, на ярмарках и выставках обнаруживали 6 видов: *Menopon gallinae*, *Menacanthus stramineus*, *Menacanthus cornutus*, *Goniocotes gallinae*, *Lipeurus caponis*, *Cuclotogaster heterographus*, нередко на одной птице находили до 4 видов эктопаразитов [8].

В связи с широким распространением данных болезней, владельцы птиц претерпевают потерю продукции, складывающуюся из снижения привесов, недополучения мяса и яиц, гибели цыплят и молодняка кур. Снижение, а точнее предотвращение экономического ущерба, получаемого от эктопаразитов, является первоочередной задачей паразитологов и практикующих ветеринарных специалистов. Это можно осуществить только при соблюдении высокого санитарно-гигиенического состояния птицефабрик в целом, в том числе и подворных хозяйств, и при проведении своевременных мероприятий по защите кур от членистоногих [1, 2, 5, 6, 7].

Основным методом борьбы с эктопаразитами остаётся применение зачастую токсичных препаратов, оказывающих негативное влияние на организм птицы. Поэтому изыскание средств противозантозного действия, обладающих малой степенью токсичности и высокой экологичностью, вызывает большой интерес [2, 5].

Среди существующих препаратов по борьбе с эктопаразитами птиц ведущим остаётся химический метод с применением синтетических инсектицидов, обладающих широким спектром действия, уничтожающих одновременно ряд вредителей из разных систематических групп и различных стадий их развития, в частности синтетические пиретроиды. Например, неплохо себя зарекомендовал препарат циперметрин-25, обладающий высокой эффективностью в малых концентрациях и дозах, относительно низкой токсичностью для животных, безопасностью для окружающей среды [5, 6].

В птицеводстве для обработки птиц используют препараты с широким спектром действия в отношении экто- и эндопаразитов, такие как противопаразитарный препарат Ивермек® OR, в качестве действующего вещества выступает мицеллярная воднодиспергируемая форма ивермектина. Данное средство показало высокую инсектицидную активность в отношении маллофага вида *Menacanthus stramineus* [7].

Хорошо себя показали инсектициды на основе природных биологически активных веществ, которые являются экологически безопасными и обладают высокой эффективностью против пухопероедов. Например, Формицид, Терпенол (в состав которых входят органические кислоты), Афидин, Вита-Старт (в качестве действующего вещества выступает смесь липидов) обладают *in vitro* абсолютной эффективностью против пухопероеда *Menacanthus stramineus* Nitzsch как в высоких, так и предельно малых концентрациях [2].

Наиболее часто для обработки птичников применяют влажный способ дезинсекции, но не всегда данный вид обработки рекомендуется к использованию. Так, в холодный период это может привести к переохлаждению птиц и развитию у них респираторных заболеваний. Поэтому целесообразно использовать сухой метод с применением дустов, в состав которых входят пиретроиды, показавшие высокую эффективность против эктопаразитов.

У насекомых возможно развитие устойчивости к инсектицидам, которые долгое время применяются в хозяйстве [1]. Поэтому ведутся поиски новых действенных препаратов. Так, компания ООО «Диамикс» разработала экологически чистое, натуральное средство для уничтожения и профилактики членистоногих вредителей в птичниках DEBUZZZER.

Цель исследований. Изучение эффективности применения препарата DEBUZZZER при эктопаразитах кур.

Задачи исследований.

1. Провести осмотр кур на наличие эктопаразитов в частном подсобном хозяйстве.

2. Оценить эффективность применения препарата DEBUZZZER.

Материал и методы исследования. Объектом исследования явились цыплята частного подсобного хозяйства Киясовского района Удмуртской Республики, д. Карамас-Пельга, которых по возрасту и способу содержания разделили на 2 группы по 15 голов:

1 группа – месячный молодняк, содержится в курятнике с земляным полом совместно со взрослым поголовьем;

2 группа – цыплята в возрасте 1,5 недели, содержатся отдельно в деревянном ящике.

Куры обеспечены постоянным доступом к воде, кормление сбалансированное: зерно, белково-минеральные подкормки, зелень. Птица в дневное время находится на совместном свободном выгуле во дворе. Хозяйство благополучно по инфекционным заболеваниям. Периодически проводится дегельминтизация препаратом Альбен из расчёта 1,0 г на 10 кг массы тела.

Обследование на поражённость эктопаразитами проводили путём индивидуального клинического осмотра птицы. Осматривали кожу и перо в области спины, живота, вокруг клоаки и на голове. Пинцетом собирали пухопероедов и помещали в стеклянные баночки с плотно закрывающейся крышкой. Производили подсчёт количества экземпляров насекомых на 10 см² поверхности тела птицы.

Экстенсивность инвазии вычисляли по формуле:

$$\text{ЭИ} = n \text{ б} / n \text{ и} \times 100 \text{ \%};$$

где, n б – количество больных животных;

n и – количество исследованных животных.

Интенсивность инвазии вычисляли по формуле:

$$\text{ИИ} = n \text{ п} / n \text{ б};$$

где, n п – количество паразитов;

n б – количество больных животных.

Экстенсэффективность препарата вычисляли по формуле:

$$\text{ЭЭ} = n \text{ с} / n \text{ о} \times 100 \text{ \%};$$

где, n с – количество животных, полностью свободных от паразитов;

n о – количество обработанных животных.

В качестве инсектицидного средства использовали препарат DEBUZZZER, в состав которого входит тонко помолотый диоксид кремния природного происхождения (содержание SiO₂ 88–89 %) и эфирные масла репеллент-

ного действия. Данное средство представляет собой порошок светло-серого цвета с характерным запахом эфирных масел. В воде образует плотную взвесь, нерастворим. Принцип действия заключается в том, что частички порошка плотно налипают на насекомое, забивают дыхальца, суставные сочленения, тем самым затрудняя его жизнедеятельность; насекомые затрачивают больше времени на чистку, чем на размножение и развитие. Помимо этого, абразивные частицы порошка повреждают внешний защитный восковой покров насекомого, а пористые частицы вытягивают влагу и физиологические жидкости, тем самым приводя к обезвоживанию и высушиванию паразитов.

Перед обработкой в птичнике убрали старую подстилку и поверхностный слой почвы, вычистили помещение и монтируемое оборудование: насесты, гнёзда, поилки, кормушки с последующей обработкой кипятком. Помещение просушили. Обработку препаратом проводили двукратно путём распыления водной суспензии из расчета 100 г/м², с выдержкой в течение 7 дней и внесением свежей подстилки.

Результаты исследований. При проведении клинического осмотра наблюдали взъерошенность перьевого покрова. Цыплята были ослаблены, стояли с опущенными крыльями. На поверхности пера и пуха выявили наличие эктопаразитов. Экстенсивность инвазии отражена в таблице 1.

Таблица 1 – Экстенсивность и интенсивность инвазии птицы до обработки

	1 группа	2 группа
ЭИ, %	80	93,3
ИИ, экз	1,7	2,1

До обработки у цыплят первой опытной группы при осмотре отмечали в причинной части перьев большое количество яиц пухоперодов (рис. 1), при этом самих эктопаразитов было меньше относительно второй группы, интенсивность инвазии составила 1,7 экземпля-

ров на 10 см². Во второй группе наоборот находили большое количество самих пухоперодов, яйца встречались в единичных экземплярах. Это может быть связано с тем, что цыплята месячного возраста уже давно имели контакт со взрослой птицей.



Рисунок 1 – Яйца пухоперодов

При повторном обследовании цыплят через 7 суток, после однократного применения препарата, в обеих опытных группах выявили наличие единичных особей пухоперодов (рис. 2).

Экстенсивность инвазии в первой группе снизилась до 33,3 %, а во второй группе данный показатель составил 6,7 % (таблица 2).

Таблица 2 – Экстенсивность и интенсивность инвазии птицы после обработки

	1 группа	2 группа
через 7 суток		
ЭИ, %	33,3	6,7
ИИ, экз	0,8	1
через 21 сутки		
ЭИ, %	0	0
ИИ, экз	0	0



Рисунок 1 – Яйца пухопероедов

Это свидетельствует о том, что препарат действует только на имагинальную стадию насекомых, и в первой опытной группе более высокая экстенсивность инвазии связана с выходом новых паразитов из яиц. При осмотре птицы через 21 сутки после обработки эктопаразиты выявлены не были, что свидетельствует о 100 % экстенсэфективности препарата DEBUZZZER.

Выводы. Птица частного подсобного хозяйства Киясовского района была поражена пухопероедами. У месячных цыплят интенсивность инвазии была ниже, что могло быть связано с длительным контактом со взрослой птицей, и пухопероеды отложили большое количество яиц в причинной части пера. Цыплята второй группы имели высокую интенсивность и экстенсивность инвазии, так как они недавно были допущены к общему выгулу, и произошло перезаражение от больной птицы.

Препарат DEBUZZZER, при двукратной обработке путём распыления водной суспензии из расчёта 100 г/м², показал 100 % экстенсэфективность.

Список литературы:

1. Акбаев, Р.М. Преимущества применения многокомпонентных инсектоакарицидов в форме дуста при эктопаразитах птиц / Р.М. Акбаев // Российский ветеринарный журнал. – 2017. – № 9. – С. 36–40.
2. Бутаков, Е.И. Эффективность инсектоакарицидных препаратов на основе природных биологически активных веществ против наиболее распространенных эктопаразитов сельскохозяйственных животных: дис ... канд. биолог. наук: 03.02.11 / Бутаков Евгений Иванович. – Москва, 2016. – 151 с.

3. Галат, В.Ф. Особенности морфологического строения возбудителей маллофагозов кур в хозяйствах Полтавской области / В.Ф. Галат, В.А. Евстафьева, Л.Ю. Хижня // Учёные записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2013. – Т. 49. – № 2-1. – С. 47–51.

4. Гончарова, О.В. К вопросу о фауне эктопаразитов кур в крестьянском фермерском хозяйстве Динского района Краснодарского края / О.В. Гончарова, Т.С. Катаева // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы 72-й науч.-практ. конф. преподавателей по итогам НИР за 2016 г. – Краснодар, 2017. – С. 171–172.

5. Панас, А.В. Эктопаразиты кур и членистоногие птицеводческих помещений Ленинградской области: дис. канд. вет. наук: 03.00.19 / Панас Александр Владимирович. – Санкт-Петербург. – 2004. – 203 с.

6. Пулатов, Ф.С. Применение циперметрина против экто- и эндопаразитов / Ф.С. Пулатов // Современная наука: проблемы и перспективы: материалы VI Международной науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2017. – С. 99–103.

7. Эффективность применения препарата Ивермек® OR против эктопаразитов птицы / В.Е. Абрамов, И.А. Архипов, Н.И. Кошеваров и др. // Птицеводство. – 2014. – № 5. – С. 41–45.

8. Amy, C.M. Diversity and Prevalence of Ectoparasites on Backyard Chicken Flocks in California / C.M. Amy, A.M. Bradley // Journal of Medical Entomology. – 2016. – 53 (3). – P. 707–711.

9. Prelezov, P.N. Species variety and population structure of Mallophaga (Insecta: Phthiraptera) on chickens in the region of Stara Zagora / P.N. Prelezov, V.Ts. Koinarski // Bulg. J. Vet. Med., 9. – 2006. – № 3. – P. 193–200.

Spisok literatury:

1. Akbaev, R.M. Preimushchestva primeneniya mnogokomponentnyh insektoakaricidov v forme dusta

pri ehktoparazitozah ptic / R.M. Akbaev // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. – 2017. – № 9. – S. 36–40.

2. Butakov, E.I. Efficektivnost' insektoakaricidnyh preparatov na osnove prirodnyh biologicheski aktivnyh veshchestv protiv naibolee rasprostranennyh ehktoparazitov sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh: dis ... kand. biolog. nauk: 03.02.11 / Butakov Evgenij Ivanovich. – Moskva, 2016. – 151 s.

3. Galat, V.F. Osobennosti morfologicheskogo stroeniya vzbuditelej mallofagozov kur v hozyajstvah Poltavskoj oblasti / V.F. Galat, V.A. Evstaf'eva, L.YU. Hizhnya // Uchyonye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – 2013. – T. 49. – № 2-1. – S. 47–51.

4. Goncharova, O.V. K voprosu o faune ehktoparazitov kur v krest'yanskom fermerskom hozyajstve Dinskogo rajona Krasnodarskogo kraja / O.V. Goncharova, T.S. Kataeva // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: materialy 72-j nauch.-prakt. konf. prepodavatelej po itogam NIR za 2016 g. – Krasnodar, 2017. – S. 171–172.

5. Panas, A.V. Efficektivnost' ehktoparazitov kur i chlenistonogie pticevodcheskih pomeshchenij Leningradskoj oblasti: dis. kand. vet. nauk: 03.00.19 / Panas Aleksandr Vladimirovich. – Sankt-Peterburg. – 2004. – 203 s.

6. Pulatov, F.S. Primenenie cipermetrina protiv ehktoparazitov / F.S. Pulatov // Sovremennaya nauka: problemy i perspektivy: materialy VI Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. – Stavropol', 2017. – S. 99–103.

7. Efficektivnost' primeneniya preparata Ivermek® OR protiv ehktoparazitov pticy / V.E. Abramov, I.A. Arhipov, N.I. Koshevarov i dr. // Pticevodstvo. – 2014. – № 5. – S. 41–45.

8. Amy, C.M. Diversity and Prevalence of Ectoparasites on Backyard Chicken Flocks in California / C.M. Amy, A.M. Bradley // Journal of Medical Entomology. – 2016. – 53 (3). – P. 707–711.

9. Prelezov, P.N. Species variety and population structure of Mallophaga (Insecta: Phthiraptera) on chickens in the region of Stara Zagora / P.N. Prelezov, V.Ts. Koinarski // Bulg. J. Vet. Med., 9. – 2006. – № 3. – P. 193–200.

Сведения об авторах:

Климова Екатерина Сергеевна – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры инфекционных болезней и патологической анатомии ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: catia.calinina2012@yandex.ru).

Михеева Екатерина Александровна – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры инфекционных болезней и патологической анатомии ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: Mikhkatia@yandex.ru).

Бабинцева Татьяна Викторовна – ассистент кафедры инфекционных болезней и патологической анатомии ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: tanyavet86@hotmail.com).

Пенькин Сергей Александрович – директор ООО «Агрокомфорт» (г. Ижевск, ул. Пойма, 29, e-mail: agro@ats18.ru).

Мираева Татьяна Михайловна – студент факультета ветеринарной медицины (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11).

E.C. Klimova¹, E.A. Mikheyeva¹, T.V. Babintseva¹, S.A. Pen'kin²,
¹Izhevsk State Agricultural Academy;
²LLC "Agrocomfort"

THE EFFICIENCY OF THE DRUG DEBUZZER PRACTICING AGAINST ECTOPARASITES OF CHICKENS

Poultry is one of the dynamically developing branches of farming. Along with the task of improving the quality of poultry products, there is also the task of increasing the amount of poultry for meat and egg production. However, while following modern techniques in farming it is necessary to pay attention to the treatment of birds against ectoparasites. Nowadays, the drugs based on synthetic pyrethroids are widely used for bird's treatment. New effective drugs are being searched based on natural ingredients. The article is aimed at studying the effectiveness of the DEBUZZER drug in treating chickens against ectoparasites. The object of the study are the chickens of a private subsidiary poultry farm divided into 2 groups by their age and methods of maintenance, thus 15 heads in each group. By its consistency, the DEBUZZER contains finely ground fossil silica (SiO₂ content 88–89 %), and ethereal oils of repellent action. This preventive looks as a light gray powder with a peculiar ethereal oil aroma. In the group of chickens at the age of one month, the intensity of invasion appeared to be lower might be due to prolonged contact with adult birds, as the result – a number of mallophaga eggs laid in the pen frame was quite big. The chickens of the second group had high intensity and extensiveness of invasion because they had contacted an adult flock in the process of joint ranging, the invasion reoccurred. The DEBUZZER drug at double treating with an aqueous suspension spraying of 100 g/m² showed 100% extend extensibility.

Key words: ectoparasites of chickens, Menoponidae, insectacaricidical drugs, DEBUZZER.

Authors:

Klimova Yekaterina Sergeyevna – Candidate of Veterinarian Sciences, Associate Professor at the Department of Infectious Diseases and Pathological Anatomy, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: catia.calinina2012@yandex.ru).

Mikheyeva Yekaterina Alexandrovna – Candidate of Veterinarian Sciences, Associate Professor at the Department of Infectious Diseases and Pathological Anatomy, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: Mikhkatia@yandex.ru).

Babintseva Tatiana Viktorovna – Assistant at the Department of Infectious Diseases and Pathological Anatomy, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: tanyavet86@hotmail.com).

Pen'kin Sergey Alexandrovich – Director of LLC "Agrocomfort" (29, Poima St., Izhevsk, Russian Federation, e-mail: agro@ats18.ru).

Mirayeva Tatiana Mikhailovna – Student, Faculty of Veterinarian Medicine, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation).

УДК 619:615.326

М.С. Куликова, А.В. Шишкин, А.Н. Куликов, Ю.Г. Крысенко, И.С. Иванов
ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА»

ИЗУЧЕНИЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ТЕЛЯТ ПРИ КОРРЕКЦИИ ГИПОМИКРОЭЛЕМЕНТОЗОВ С ПОМОЩЬЮ МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ И ХЕЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ Fe, Mn, Co, Zn, Cu

Для лечения и профилактики гипомикроэлементозов используют неорганические соли микроэлементов. Данные вещества обладают достаточно низкой усвояемостью и высокой токсичностью [11]. Поэтому актуальным является применение веществ, лишённых указанных недостатков. Этим требованиям соответствуют, например, хелатные комплексные соединения металлов – микроэлементов с аминокислотами.

Необходимо отметить, что существующие схемы введения в рацион соединений микроэлементов далеко не всегда учитывают их антагонизм, препятствующий их усвоению и включению в метаболические процессы. Это значительно снижает эффективность их использования.

Нами была предпринята попытка решения данных проблем путём использования хелатных комплексов и введения их в рацион таким образом, чтобы свести к минимуму антагонистическое влияние микроэлементов.

Также сравнивалась эффективность применения неорганических солей Fe, Mn, Co, Zn, Cu и хелатных комплексов данных микроэлементов с глицином по предлагаемой схеме. При этом была отмечена несколько более выраженное влияние последних на некоторые гематологические и биохимические показатели животных.

Ключевые слова: микроэлементы, хелатные комплексы, гипомикроэлементозы.

Актуальность. У сельскохозяйственных животных часто отмечается дефицит Fe, Mn, Co, Zn, Cu в организме в связи с нехваткой данных соединений в корме [5–8].

Это может оказывать существенное отрицательное влияние на состояние репродуктивной системы, вызывать нарушения лактации [5], приводить к нарушениям белкового, углеводного и жирового обмена [4], способствовать развитию анорексии и потере массы тела [12]. При дефиците микроэлементов отмечается более тяжёлое течение инфекционных и паразитарных заболеваний [9, 13].

Для восполнения дефицита микроэлементов в организме сельскохозяйственных животных целесообразно использование таких соединений, которые будут обладать высокой биодоступностью и меньшей токсичностью по сравнению с неорганическими солями. Данным требованиям соответствуют, например, хелатные комплексные соединения металлов-микроэлементов с глицином. Кроме того на эффективность использования соединений микроэлементов оказывают значительное влияние их антагонизм и синергизм.

Можно ожидать, что при сведении к минимуму антагонистического влияния микроэлементов удастся добиться достижения лучших результатов при меньшей частоте введения и

снижении дозировки их соединений по сравнению с использованием общепринятых схем, в соответствии с которыми данные вещества вводятся совместно.

Цель исследования: изучить биохимические и гематологические показатели телят после однократного введения в их рацион хелатных комплексов и минеральных солей Fe, Mn, Co, Zn, Cu по схеме, уменьшающей их антагонистическое влияние.

Задачи:

1. Выполнить коррекцию гипомикроэлементозов у телят с признаками дефицита микроэлементов с помощью неорганических солей и хелатных комплексов микроэлементов.

2. Изучить динамику гематологических и биохимических показателей крови телят.

3. Сравнить эффективность применения неорганических солей и хелатных комплексов Fe, Mn, Co, Zn, Cu.

Материалы и методы. Исследования проводились в зимне-весенний период, когда отмечается дефицит микроэлементов в кормах. Хозяйство являлось благополучным по инфекционным и инвазионным заболеваниям.

Были сформированы 3 группы тёлочек холмогорской породы (по 25 животных в каждой). Возраст животных 3 месяца, масса 105±25 кг.

У всех животных был выявлен недостаток микроэлементов.

Первая группа телят получала растворы сульфатов: меди, железа, цинка, кобальта, марганца, в дозе (по содержанию микроэлементов), медь 11 мг ($0,104 \pm 0,084$ мг/кг), железо 75 мг ($0,714 \pm 0,137$ мг/кг), марганец 55 мг ($0,523 \pm 0,01$ мг/кг), цинк 63 мг ($0,6 \pm 0,115$ мг/кг), кобальт 0,8 мг ($0,006 \pm 0,001$ мг/кг) [10]. Введение каждого из веществ осуществлялось однократно. При этом растворы разных микроэлементов давались перорально по 5 мл с разницей в один день.

Вторая группа телят получала хелатные комплексы меди, железа, марганца, кобальта, цинка с глицином в той же дозировке по микроэлементам и по такой же схеме.

Третья группа телят – контрольная. Данные животные вместо растворов соединений микроэлементов получали дистиллированную воду (по 5 мл).

Условия содержания и кормления животных всех трёх групп были одинаковыми.

Взятие крови из яремной вены для гематологических и биохимических исследований выполнялось до введения соединений микро-

элементов и на 7-й, 14-й, 21-й, 28-й день эксперимента.

Исследования крови выполнялись с использованием гематологического анализатора BC-2800Vet («Mindray», Китай) и биохимического анализатора «STAT FAX 1904 +» (Awareness Technology INC, США).

Глицинаты Fe (III), Mn (II), Co (II), Zn (II), Cu (II) были синтезированы самостоятельно с использованием реактивов чистотой не ниже «ч.д.а.» и «х.ч.».

Результаты исследований. По результатам биохимического исследования до введения соединений микроэлементов у всех телят было выявлено сниженное содержание в сыворотке крови Fe, Mn, Co, Zn, Cu. Отмечалось низкое содержание общего белка и альбуминов.

Содержание эритроцитов до начала эксперимента у животных всех трёх групп соответствовало нижней границе нормы. Гематокрит и содержание гемоглобина были снижены.

После однократного введения растворов соединений кобальта, железа, цинка, меди, марганца по предложенной схеме наблюдалось повышение данных показателей (рис. 1).

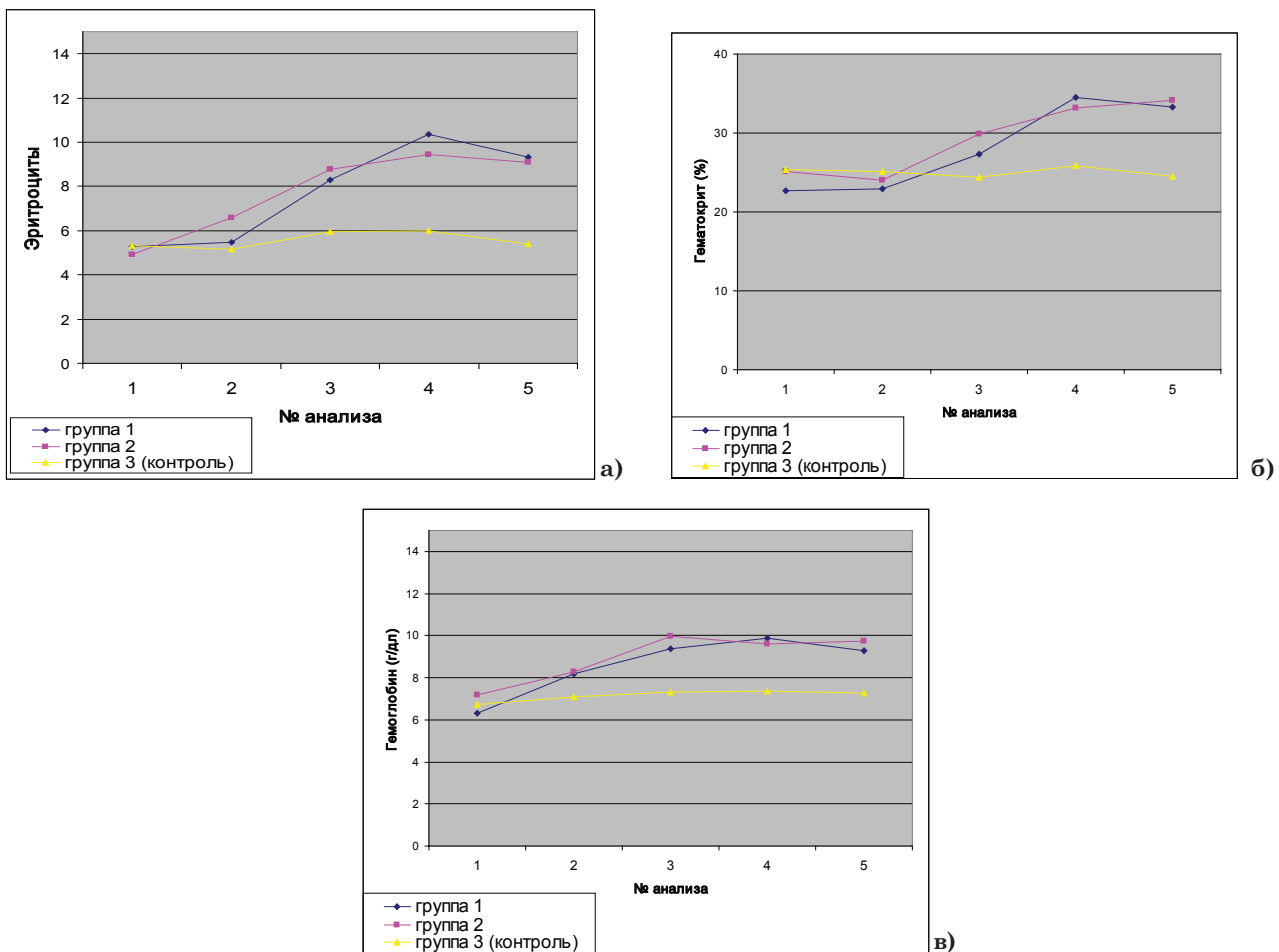


Рис. 1 – Динамика изменения гематологических показателей телят в процесс эксперимента: а) концентрации гемоглобина; б) содержания эритроцитов; в) гематокрита

На протяжении всего эксперимента содержание лейкоцитов, базофилов, эозинофилов, моноцитов, нейтрофилов оставалось в пределах нормы у всех животных.

После поступления в организм телят недостающих микроэлементов наблюдалось повышение концентрации общего белка и альбуминов. У животных второй группы (получавшей

хелатные комплексные соединения Fe, Mn, Co, Zn, Cu) отмечено достоверное ($p < 0,05$) повышение их содержания. В то же время, у телят второй группы (получавших неорганические соли данных микроэлементов) не было достоверных изменений данных показателей по сравнению с третьей (контрольной) группой ($p > 0,05$). (См. рис. 2).

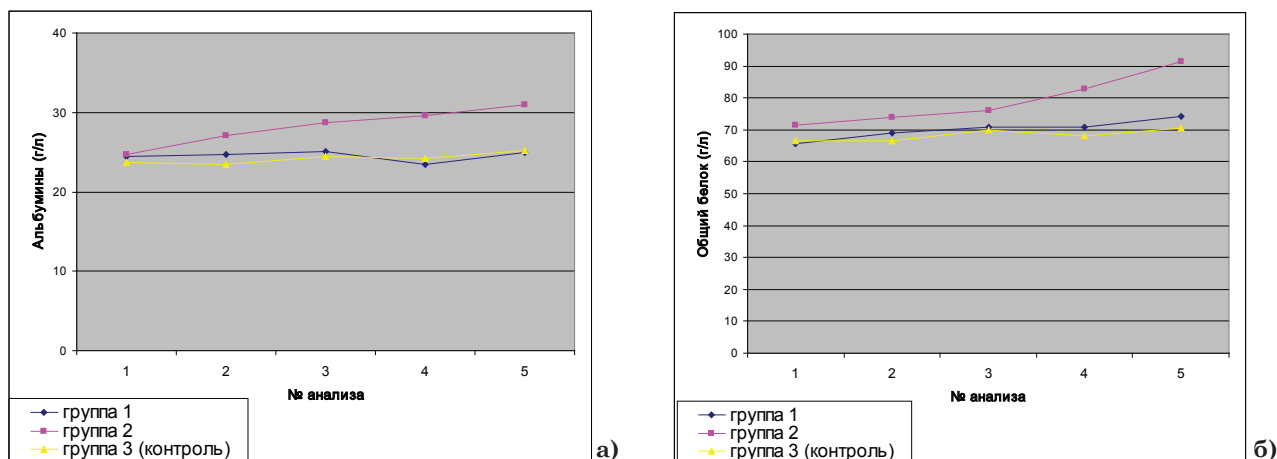


Рис. 2 – Динамика изменения концентрации в крови телят: а) альбуминов; б) общего белка

При оценке содержания Fe, Mn, Co, Zn, Cu в сыворотке животных были получены следующие результаты (рис. 3).

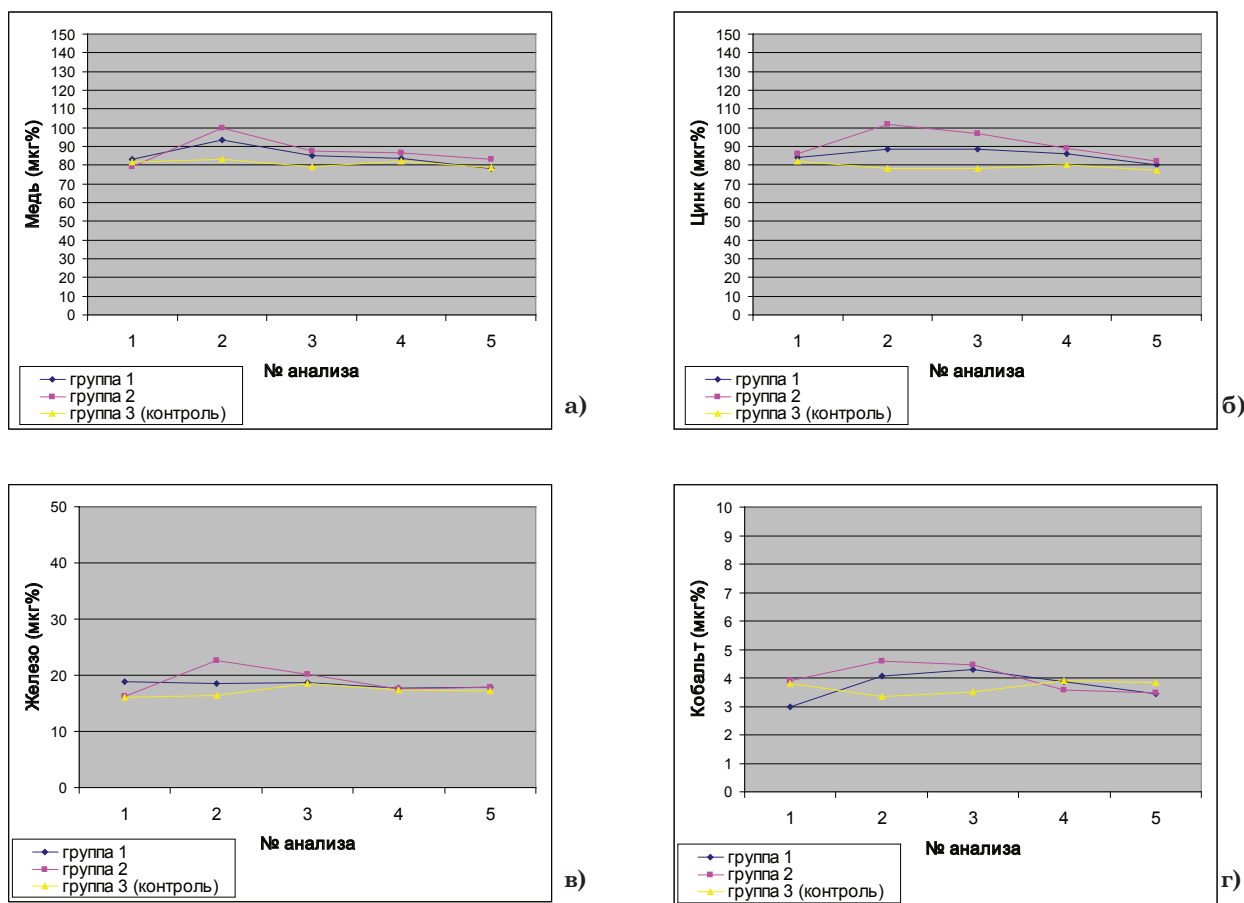


Рис. 3 – Содержание микроэлементов в крови телят в ходе эксперимента: а) меди; б) цинка; в) железа; г) кобальта

Концентрация меди, цинка, железа, кобальта повысилась у животных 1-й и 2-й групп по сравнению с контролем к 7 дню эксперимента. Затем происходило постепенное снижение их содержания. У животных 2-й группы (получавших хелатные комплексы микроэлементов с глицином) показатели были выше, чем у животных 1-й группы (получавших сульфаты микроэлементов).

В ходе эксперимента у исследуемых животных улучшилось общее состояние, нормализовался аппетит, улучшилось состояние шерстного покрова.

Заключение. Применение хелатных комплексов железа, цинка, кобальта, марганца, меди с глицином оказалось, в целом, более эффективным, чем использование неорганических солей данных микроэлементов.

Необходимо отметить, что улучшения гематологических и биохимических показателей удалось добиться даже после однократного введения указанных соединений по схеме, сводящей к минимуму антагонистическое влияние микроэлементов.

Полученные результаты позволяют утверждать, что введение каждого из веществ в указанных дозировках можно осуществлять не ежедневно, а 1 раз в 7–14 дней. Это позволит существенно снизить затраты на кормовые добавки.

Данное наблюдение создаёт предпосылки для последующих исследований и возможного пересмотра схем введения в рацион животных соединений микроэлементов.

Список литературы

1. Белькевич, И.А. Фармакокоррекция и профилактика дисэлементозов телят путём стабилизации лиганд-элементного гомеостаза / И.А. Белькевич, М.П. Кучинский // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2013. – № 2. – С. 11–13.
2. Богороденко, С.В. Влияние разных доз хелатных форм меди, цинка и марганца на баланс микроэлементов в организме глубокостельных коров / С.В. Богороденко // Зоотехническая наука Беларуси. – 2014. – Т. 51. – № 1. – С. 198–205.
3. Бушов, А.В. Синтез антианемических препаратов и оценка их эффективности при выращивании поросят / А.В. Бушов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 4. – С. 87–92.
4. Гармаева, Ж.Ц. Изменение морфологического и биохимического состояния крови ягнят агинской породы под влиянием полиминеральной добавки / Ж.Ц. Гармаева // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филлипова. – 2013. – № 3 (32). – С. 13–16.

5. Грабик, В.А. Влияние компенсации недостатка ряда микроэлементов в рационе и крови на гистоморфологические и гистохимические изменения в половом аппарате коров голштино-фризской породы / В.А. Грабик, И.И. Некрасова, Н.А. Писаренко // Современные проблемы ветеринарного акушерства и биотехнологии воспроизводства животных: материалы Международной научно-практической конференции. – Воронеж: Истоки, 2012. – С. 143–146.

6. Гуркина, Л.В. Взаимное действие биогенных микроэлементов и элементов тяжёлых металлов в организме животных / Л.В. Гуркина, И.К. Наумова, М.Б. Лебедева // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2016. – № 1. – С. 32–37.

7. Куликов, А.Н. Влияние хелатных комплексов Cu и Zn с глицином и сульфатов данных металлов на мясную продуктивность ягнят / А.Н. Куликов, И.С. Иванов, А.В. Шишкин, Ю.Г. Крысенко // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Международной научно-практической конференции. В 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – Т. 2. – С. 66–68.

8. Куликов, А.Н. Изучение влияния хелатных комплексов Mn, Co, Zn, Fe, Cu на организм ремонтных тёлочек холмогорской породы / А.Н. Куликов, И.С. Иванов, Ю.Г. Крысенко, А.В. Шишкин // Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века: вклад молодых учёных-исследователей: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Сборник статей [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 164–167.

9. Мишенина, Е.В. Влияние микроэлементозов на течение анаплазмоза овец / Е.В. Мишенина, Л.Н. Комарова // Труды КубГАУ. Серия: Ветеринарные науки. – Краснодар, 2009. – № 1 (Ч. 2). – С. 300–301.

10. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е издание под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – М., 2003. – С. 456.

11. Садовникова, Н. Органические микроэлементы и здоровье молочного стада / Н. Садовникова // Молочное и мясное скотоводство. – 2006. № 2. – С. 20–21.

12. Fox, J.G. Nutrition of the Ferret // John Wiley & Sons. – 2014. – P. 123–143.

13. Vieira, S.L. Chelated Minerals for Poultry / S.L. Vieira // Brazilian Journal of Poultry Science. – 2008. – № 2. – P. 73–76.

Spisok literatury

1. Bel'kevich, I.A. Farmakokorrekcija i profilaktika disihlementozov telyat putyom stabilizacii ligandehlementnogo gomeostaza / I.A. Bel'kevich, M.P. Kuchinskij // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. Sel'skochozajstvennyye zhivotnyye. – 2013. – № 2. – S. 11–13.

2. Bogorodenko, S.V. Vliyanie raznykh doz helatnykh form medi, cinka i marganca na balans mikroelementov v organizme glubokostel'nykh korov / S.V. Bogorodenko // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi. – 2014. – Т. 51. – № 1. – С. 198–205.
3. Bushov, A.V. Sintez antianemicheskikh preparatov i ocenka ih ehffektivnosti pri vyrashchivanii porosyat / A.V. Bushov // Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skohozyajstvennoy akademii. – 2011. – № 4. – С. 87–92.
4. Garmaeva, ZH.C. Izmenenie morfologicheskogo i biohimicheskogo sostoyaniya krovi yagnyat aginskoy porody pod vliyaniem polimineral'noy dobavki / ZH.C. Garmaeva // Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skohozyajstvennoy akademii im. V.R. Filippova. – 2013. – № 3 (32). – С. 13–16.
5. Grabik, V.A. Vliyanie kompensatsii nedostatka ryada mikroelementov v racione i krovi na gistomorfologicheskie i gistohimicheskie izmeneniya v polovom apparate korov gol'shtino-frizskoy porody / V.A. Grabik, I.I. Nekrasova, N.A. Pisarenko // Sovremennyye problemy veterinarnogo akusherstva i biotekhnologii vosproizvodstva zhivotnykh: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Voronezh: Istoki, 2012. – С. 143–146.
6. Gurkina, L.V. Vzaimnoe dejstvie biogennykh mikroelementov i ehlementov tyazhyolykh metallov v organizme zhivotnykh / L.V. Gurkina, I.K. Naumova, M.B. Lebedeva // Agrarnyy vestnik Verhnevolsk'ya. – 2016. – № 1. – С. 32–37.
7. Kulikov, A.N. Vliyanie helatnykh kompleksov Cu i Zn s glicinom i sulfatov dannyy metallov na myasnuyu produktivnost' yagnyat / A.N. Kulikov, I.S. Ivanov, A.V. Shishkin, YU.G. Krysenko // Innovatsionnyye tekhnologii dlya realizatsii programmy nauchno-tekhnicheskogo razvitiya sel'skogo hozyajstva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. V 3 t. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2018. – Т. 2. – С. 66–68.
8. Kulikov, A.N. Izuchenie vliyaniya helatnykh kompleksov Mn, Co, Zn, Fe, Cu na organizm remontnykh tyolok holmogorskoj porody / A.N. Kulikov, I.S. Ivanov, YU.G. Krysenko, A.V. Shishkin // Innovatsionnyy potencial sel'skohozyajstvennoy nauki HKHI veka: vklad molodykh uchyonykh-issledovatelej: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sbornik statej [EHlektronnyy resurs] / FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2017. – С. 164–167.
9. Mishenina, E.V. Vliyanie mikroelementov na techenie anaplazmoza ovec / E.V. Mishenina, L.N. Komarova // Trudy KubGAU. Seriya: Veterinarnyye nauki. – Krasnodar, 2009. – № 1 (CH. 2). – С. 300–301.
10. Normy i raciony kormleniya sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh. Spravochnoe posobie. 3-e izdanie pod red. A.P. Kalashnikova, V.I. Fisinina, V.V. SHCHeglova, N.I. Klejmenova. – M., 2003. – С. 456.
11. Sadovnikova, N. Organicheskie mikroelementy i zdorov'e molochnogo stada / N. Sadovnikova // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2006. № 2. – С. 20–21.
12. Fox, J.G. Nutrition of the Ferret // John Wiley & Sons. – 2014. – P. 123–143.
13. Vieira, S.L. Chelated Minerals for Poultry / S.L. Vieira // Brazilian Journal of Poultry Science. – 2008. – № 2. – R. 73–76.

Сведения об авторах:

Куликова Марина Сергеевна – аспирант кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и радиобиологии ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: marina_nikolaeva_95@mail.ru).

Шишкин Александр Валентинович – доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии и физиологии ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: Shishkinlab@yandex.ru).

Куликов Андрей Николаевич – аспирант, ассистент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и радиобиологии ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11).

Крысенко Юрий Гаврилович – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: krysenko2010@yandex.ru).

Иванов Иван Семенович – кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: ivanovis76@mail.ru).

M.S. Kulikova, A.V. Shishkin, A.N. Kulikov, Y.G. Krysenko, I.S. Ivanov
Izhevsk State Agricultural Academy

THE STUDY OF HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF CALVES' BLOOD IN CORRECTION OF HYPOMICROELEMENTOSES BY MEANS OF MINERAL SALTS AND CHELATE COMPLEXES OF FE, MN, CO, ZN, CU

For treatment and prevention of hypomicroelementoses microelement inorganic salts of are used. These substances have sufficiently low digestibility and high toxicity [11]. Therefore, the use of substances devoid of these disadvantages is relevant. As an example, chelate complex compounds of trace metals and of amino acids meet these requirements.

It should be noted that the current schemes of introducing micronutrient compounds into the diet do not always take into account their antagonism, which impedes their absorption and incorporation into metabolic processes. That significantly reduces the efficiency of their use. We have attempted to solve these problems by using chelate complexes and introducing them into the diet in a way as to minimize the antagonistic effect of microelements. The efficiency of the use of inorganic salts of Fe, Mn, Co, Zn, Cu and chelate complexes of these trace elements with glycine according to the proposed scheme was also compared. At this somewhat a more sound effect of the latter on some hematological and biochemical parameters of animals had been noted.

Key words: *microelements, chelate complexes, hypomicroelementoses.*

Authors:

Kulikova Marina Sergeevna – Postgraduate at the Veterinary-and-Sanitary Examination and Radiobiology Department, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: marina_nikolaeva_95@mail.ru).

Shishkin Alexander Valentinovich – Doctor of Medical Sciences, Professor at the Anatomy and Physiology Department, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: Shishkinlab@yandex.ru).

Kulikov Andrey Nikolayevich – Postgraduate, Assistant at the Veterinary-and-Sanitary Examination and Radiobiology Department, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation).

Krysenko Yuri Gavrilovich – Doctor of Veterinary, Professor at the Anatomy and Physiology Department, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: krysenkoyu2010@yandex.ru).

Ivanov Ivan Semyonovich – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: ivanovis76@mail.ru).

Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МИНИМИЗАЦИИ МОЩНОСТИ ПОТЕРЬ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Асинхронные электродвигатели занимают лидирующие позиции в мировой структуре потребления электроэнергии, поэтому разработка и внедрение энергоэффективного асинхронного электропривода всегда экономически оправдана и актуальна в условиях увеличения стоимости энергоносителей. Целью настоящей статьи является разработка алгоритма минимизации мощности потерь асинхронного электродвигателя и моделирование системы автоматизированного управления электроприводом, который бы обладал достаточной концептуальной и вычислительной простотой для реализации на основе микропроцессоров общего назначения. В статье предложена методика оптимизации мощности потерь в обмотках электродвигателя, работающего в установившемся режиме от частотного преобразователя со скалярным управлением. Существенным отличием предложенного метода является использование схемы замещения асинхронного двигателя, выраженной через проводимости ротора и статора, и использование в качестве показателя эффективности работы двигателя коэффициента энергоэффективности, который определяет относительные потери полной мощности в асинхронном двигателе. Разработанный метод использует возможность изменять соотношение между активной и индуктивной составляющими тока асинхронного двигателя в пределах номинального значения тока фазы, путём одновременного воздействия напряжением сети, подведённого к фазе двигателя, и скольжением ротора и как следствие – изменять показатели энергетической эффективности асинхронного двигателя. Описано моделирование системы в среде MATLAB/Simulink. Результаты моделирования показали, что метод работоспособен и практически реализуем.

Ключевые слова: *MatLab, Simulink, асинхронный двигатель, проводимость цепи, составляющие тока, схема замещения, ток статора и ротора.*

Актуальность. Электродвигатели – доминирующий класс потребителей электроэнергии в мире. Во многих применениях электродвигатель большую часть времени работает с нагрузкой, меньшей номинальной. При этом КПД двигателя оказывается существенно ниже, чем при номинальном моменте на валу. Специальные системы управления скалярного и векторного управления позволяют достичь снижения энергопотребления в различных условиях нагрузки электродвигателя [1].

В соответствии с требованиями технологического процесса, асинхронный двигатель должен обеспечивать заданные значения скорости вращения ω и момента на валу M , которые в стационарном режиме определяются координатами точки пересечения механической характеристики двигателя и приводного механизма. Предпосылкой к оптимальному управлению является возможность обеспечения требуемого режима приводного механизма различным сочетанием управляющих воздействий – частоты и амплитуды напряжения питания при скалярном управлении. Варьирование управляющих воздействий со-

провождается изменением магнитного потока, потерь энергии, КПД и коэффициента мощности [5].

На практике находят применение весьма простые алгоритмы управления, которые обеспечивают рабочий режим привода при минимуме тока статора или максимуме отношения электромагнитного момента к току статора. Использование таких алгоритмов хотя и повышает КПД двигателя, но не обеспечивает оптимальный режим по потерям в двигателе. Достичь максимально возможной эффективности асинхронного двигателя в стационарных режимах работы можно с помощью законов оптимального управления по критерию минимума потерь. Формулировке таких законов посвящено достаточно много работ. Несмотря на то, что в ряде из них получены приемлемые для практической реализации результаты, всё ещё нет единого общепризнанного подхода для решения проблемы. В этой связи вопрос синтеза скалярных систем управления, обеспечивающих минимальное значение того или иного критерия энергоэффективности, является актуальным [7].

Цель исследования – минимизировать энергозатраты в технологических процессах АПК путём реализации энергоэффективных режимов частотно-регулируемых асинхронных двигателей.

Для оценки режимов работы асинхронного электродвигателя в библиографических источниках используются различные схемы замещения, представленные в виде электрических цепей, содержащие активные и индуктивные сопротивления.

При исследовании установившихся режимов работы асинхронного двигателя важно знать не только падение напряжения на отдельных сопротивлениях схемы замещения,

но и токи фазы, их активные и индуктивные составляющие, посредством которых определяются активная и реактивная мощности, коэффициент мощности и другие составляющие рабочих характеристик асинхронного двигателя. В связи с этим, предлагается схему замещения асинхронного двигателя представлять в виде логического набора проводимостей: активных и индуктивных [3].

Используя известные из электротехники формулы преобразования в электрических цепях, Г-образная схема замещения с набором сопротивлений может быть преобразована в эквивалентную схему с набором проводимостей, которая изображена на рисунке 1 [5].

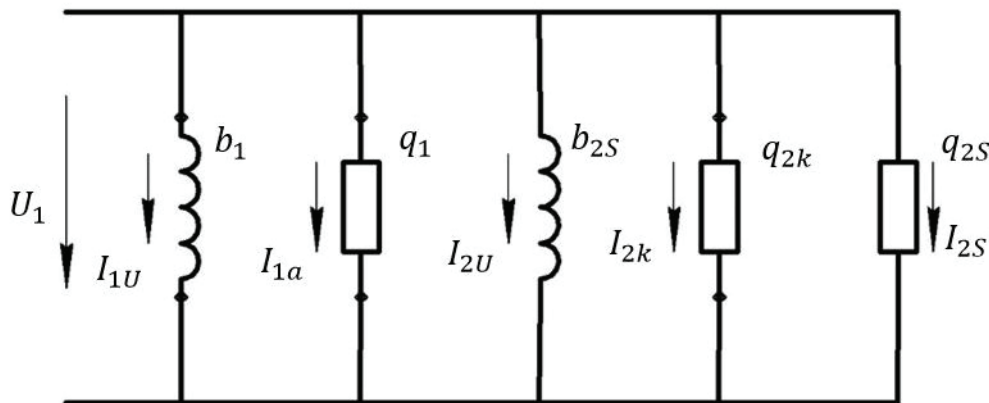


Рисунок 1 – Схема замещения одной фазы асинхронной машины, выраженная через проводимости статора и ротора

Схема замещения одной фазы асинхронной машины, выраженная через проводимости статора и ротора, может быть использована для анализа работы асинхронного двигателя во всех её возможных режимах.

Проводимости предложенной схемы следует рассматривать как комплексные числа. По найденным аналитическим зависимостям проводимостей для предложенной схемы замещения можно рассчитать соответствующие им токи и мощности электрической цепи.

Предлагаемый метод управления асинхронным двигателем основан на изменении соотношения между активной и индуктивной составляющими тока в пределах номинального значения тока фазы, путём одновременного воздействия на напряжение сети, подведённого к фазе двигателя, и скольжением ротора, и, как следствие – изменять показатели энергоэффективности асинхронного двигателя [4].

Описываемый метод существенно отличается от существующих методов скалярного управления в следующем:

- в качестве показателя эффективности работы асинхронного двигателя, вместо це-

левой функции активной потребляемой мощности используется коэффициент энергоэффективности, который характеризует мощность как активных, так и реактивных потерь мощности;

- использование схемы замещения асинхронного двигателя, представленной в виде логического набора проводимостей: активных и индуктивных, при исследовании установившихся режимов работы асинхронного двигателя. Это связано с тем, что важно знать не только падение напряжения на отдельных сопротивлениях схемы замещения, но и токи фазы, их активные и индуктивные составляющие, посредством которых определяются активная и реактивная мощности, коэффициент мощности и другие составляющие рабочих характеристик асинхронного двигателя;

- введена зависимость проводимостей от скольжения как обобщенного параметра режима работы асинхронного двигателя.

Материал и методы. Для достижения поставленной цели необходимо выявить способ управления асинхронным двигателем, при-

менение которого позволило бы правильно выбирать способ управления двигателя и оптимизировать режим его работы по критерию минимума потерь [10].

Для исследования выбран широко используемый асинхронный электродвигатель АИР100S4У3 [2].

Двигатель асинхронный, тип АИР100S4У3, мощность номинальная 3 кВт, напряжение номинальное 380 В, ток номинальный 7,3 А, частота вращения номинальная 1410 мин⁻¹. Параметры схемы замещения определены по опытам холостого хода и короткого замыкания, представлены в таблице 1 [2, 11].

Таблица 1 – Параметры схемы замещения электродвигателя АИР100S4У3

R_1	X_1	L_1	R'_2	X'_2	L'_2	R_μ	X_μ	L_μ
Ом	Ом	Гн	Ом	Ом	Гн	Ом	Ом	Гн
2,55	2,91	0,00926	1,86	2,91	0,00926	4,76	71,92	0,229

Для исследуемого двигателя АИР100S4 на рисунке 2 представлены теоретические зависимости: относительных потерь мощности, кривая 4, под которыми понимается отношение активной проводимости цепи ротора q_{2s} , которая определяет активную мощность

преобразования из электрической механическую, к полной проводимости одной фазы асинхронного двигателя y , которая определяет потребление полной мощности асинхронным двигателем, выраженным в процентах:

$$\Delta S = \frac{q_{2s}}{y} \cdot 100\% \quad (1)$$

Если проанализировать данное выражение, то оно эквивалентно произведению коэф-

фициента полезного действия на коэффициент мощности:

$$\cos\varphi = \frac{q}{y} \quad (2)$$

$$\eta = \frac{q_{2s}}{q} \quad (3)$$

$$k_{эп} = \cos\varphi \times \eta = \frac{q}{y} \times \frac{q_{2s}}{q} = \frac{q_{2s}}{y} = \frac{q_{2s}}{\sqrt{(q_1 + q_{2k} + q_{2s})^2 + (b_1 + b_{2s})^2}} \quad (4)$$

Из зависимостей на рисунке 2 видно, что мощность относительных электрических потерь имеет явно выраженный минимум, который совпадает с достигаемым при максимальном значении коэффициента энергоэффективности асинхронного двигателя.

Нами предлагается систему управления асинхронным двигателем реализовать в виде системы регулирования, в качестве показателя энергетической эффективности, как сказано выше, выбирается минимальное значение полных потерь двигателя или максимальное значение произведения коэффициента полезного действия (КПД) на коэффициент мощности [9]. Система поиска оптимальных параметров разработана на основе предложенной ранее М-образной схемы замещения одной фазы асинхронного двигателя.

Целесообразным для данного исследования является проанализировать потребление двигателем не только активных составляющих мощности, которые определяют КПД, но и потребление реактивной мощности асинхронными двигателями, характеризующиеся коэффициентом мощности, с тем, чтобы в дальнейшем выработать рекомендации, которые будут направлены на уменьшение реактивной мощности, потребляемой электродвигателями и, как следствие, уменьшение общих потерь.

Определим влияние каждого множителя на коэффициент энергоэффективности асинхронного двигателя и их зависимость от режима работы, параметров сети и параметров схемы замещения.

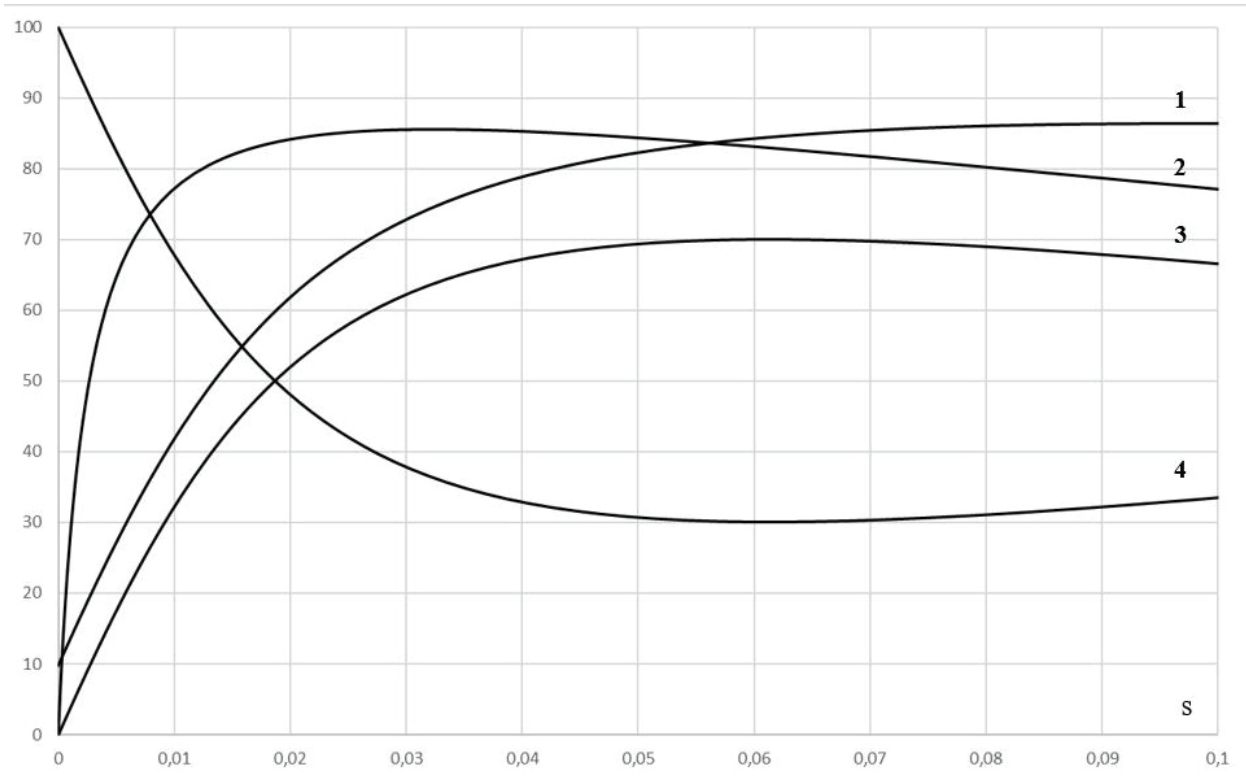


Рисунок 2 – Зависимости коэффициента мощности асинхронного двигателя АИР100S4У3 1, полезного действия 2, энергоэффективности асинхронного двигателя 3 и зависимость относительных потерь 4 от активной проводимости цепи ротора, по которой определяется активная составляющая тока и мощности при преобразовании электрической мощности в механическую, при частоте сети 50 Гц

Рассмотрим первый множитель – коэффициент мощности $\cos\varphi$, согласно схеме замеще-

ния фазы асинхронного двигателя, рисунок 1, можно записать:

$$\cos\varphi = \frac{q}{y} = \frac{q_1 + q_{2k} + q_{2s}}{\sqrt{q^2 + b^2}} = \frac{q_1 + q_{2k} + q_{2s}}{\sqrt{(q_1 + q_{2k} + q_{2s})^2 + (b_1 + b_{2s})^2}} \quad (5)$$

В общем случае реактивная мощность, потребляемая асинхронным двигателем, складывается из двух составляющих: реактивной мощности намагничивания Q_{1k} , определяемой про-

водимостью b_1 , расходуемой на создание магнитного потока холостого хода, и реактивной мощности полей рассеяния Q_{2k} , определяемой проводимостью b_{2s} , определяется по формуле:

$$Q_{AD} = Q_{1k} + Q_{2k} \quad (6)$$

Из формулы

$$b_1 = \frac{X_0}{R_1^2 + X_0^2} = \frac{2\pi \cdot f \cdot L_0}{R_1^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_0^2} \quad (7)$$

следует, что реактивная мощность Q_{1k} , определяется проводимостью b_1 , не зависит от скольжения, в то время как реактивная мощность

Q_{2k} , определяемая проводимостью b_1 , изменяется пропорционально квадрату скольжения асинхронного двигателя:

$$b_{2s} = \frac{X_{2k}}{(R_1 + R_2/s)^2 + X_{2k}^2} = \frac{2\pi \cdot f \cdot L_{2k}}{(R_1 + R_2/s)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2} \quad (8)$$

Подставим в выражение 5 значения проводимостей асинхронного двигателя, получим:

$$\cos\varphi = \frac{\frac{R_0}{R_1^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_0^2} + \frac{R_1 + R_2}{\left(R_1 + \frac{R_2}{s}\right)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2} + \frac{R_2 \cdot \frac{(1-s)}{s}}{\left(R_1 + \frac{R_2}{s}\right)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2}}{\sqrt{\left(\frac{R_0}{R_1^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_0^2} + \frac{R_1 + R_2}{\left(R_1 + \frac{R_2}{s}\right)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2} + \frac{R_2 \cdot \frac{(1-s)}{s}}{\left(R_1 + \frac{R_2}{s}\right)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2}\right)^2 + \left(\frac{2\pi \cdot f \cdot L_0}{R_1^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_0^2} + \frac{2\pi \cdot f \cdot L_{2k}}{\left(R_1 + \frac{R_2}{s}\right)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2}\right)^2}} \quad (9)$$

Из 9 следует, что коэффициент мощности асинхронного двигателя зависит от величины скольжения, параметров схемы замещения, нагрузки на валу. Наибольший интерес для исследования представляет зависимость коэффициента мощности в виде функции скольжения ротора как обобщенного показателя режима работы асинхронного двигателя.

Из математического анализа известно, что исследование любой функции включает нахождение областей существования, осей и

центров симметрии, точек разрыва, точек экстремума, значения функций в них и т. д. Это относится к общему исследованию кривой по ее уравнению с целью изучения ее поведения. Применяя вышесказанное к 9, видим, что $\cos\mu$, представляя собой кривую третьего порядка, проходящую через начало координат, имеет асимптотой ось x . Функция в указанной области непрерывна, сначала возрастает от нуля до некоторого максимума и далее медленно убывает (рисунок 3).

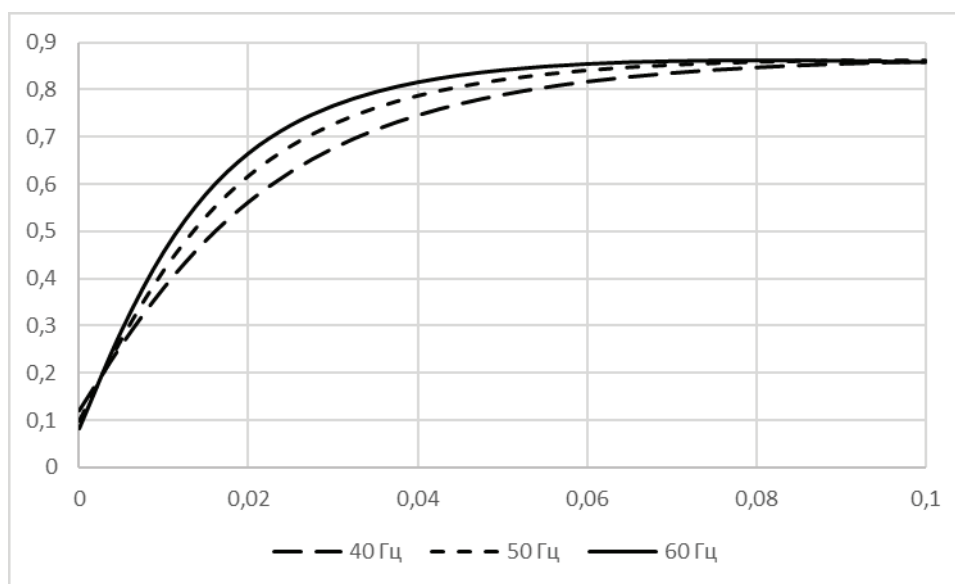


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента мощности асинхронного двигателя АИР100S4У3 от скольжения

Исследование функции, в том числе нахождение максимумов и минимумов, важно в методическом плане, так как с помощью приёмов высшей математики решают-

ся сугубо практические вопросы, относящиеся к реальному техническому устройству, широко применяемому в электротехнике.

Определить значение скольжения ротора в экстремальных точках можно при решении уравнения, приравняв первую производную к нулю:

$$\frac{d(\cos\varphi)}{ds} = 0 \quad (10)$$

При решении уравнения найдена зависимость критического скольжения

$$s_{\cos\varphi} = \frac{R_2(-R_0 \cdot X_{2k} + R_1 \cdot X_0 + \sqrt{R_0^2 \cdot X_{2k}^2 + R_1^2 \cdot X_{2k} \cdot X_0 + X_0^3 \cdot X_{2k} + X_0^2 \cdot X_{2k}^2})}{2R_0 \cdot R_1 \cdot X_{2k} + (X_0 \cdot X_{2k} - R_1^2) \cdot (X_0 + X_{2k})} \quad (11)$$

коэффициента мощности:
или

$$s_{\cos\varphi} = \frac{R_2 \cdot \left(-2\pi \cdot f \cdot L_{2k} \cdot R_0 + 2\pi \cdot f \cdot L_0 \cdot R_1 + \sqrt{4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2 \cdot R_0^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot R_1^2 \cdot L_{2k} \cdot L_0 + 16\pi^4 \cdot f^4 \cdot L_0^3 \cdot L_{2k} + 16\pi^4 \cdot f^4 \cdot L_0^2 \cdot L_{2k}^2} \right)}{4\pi \cdot R_0 \cdot R_1 \cdot f \cdot L_{2k} + (4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k} \cdot L_0 - R_1^2) \cdot (2\pi \cdot f \cdot L_0 + 2\pi \cdot f \cdot L_{2k})} \quad (12)$$

Кроме математической зависимости коэффициента мощности асинхронного двигателя от скольжения представляет интерес их графическая зависимость, представленная на рисунке 3, рассчитанная для двигателя АИР100S4У3.

Из зависимостей, представленных на рисунке 3, следует, что при уменьшении скольжения ниже 0,05 для двигателя АИР100S4У3 происходит резкое уменьшение коэффициента мощности асинхронного двигателя, что, в свою очередь, приведёт к резкому увеличению потребления реактивной мощности, и, как следствие, увеличению относительных потерь электроэнергии. При изменении скольжения в пределах 0,06–0,15 происходит незначительное изменение коэффициента мощности в пределах 5–10 %, этого можно ожидать и для других двигателей, назовём этот участок рабочим участком скольжения коэффициента мощности. Повышение скольжения свыше 0,15 вызовет увеличение тока свыше номинального и превышение паспортной температуры нагрева для установившихся режимов работы, участок при скольжении свыше 0,15 не рассматривается. Таким образом, регулирование асинхронного двигателя следует проводить в рабочем диапазоне скольжения коэффициента мощности в диапазоне от 0,6 до 0,15, выход из

этого участка приведёт к резкому увеличению потребления реактивной мощности.

Определим влияние второго множителя (КПД) на коэффициент энергоэффективности асинхронного двигателя.

Согласно М-образной схеме замещения асинхронного двигателя, коэффициент полезного действия можно записать в следующем виде:

$$\eta = \frac{q_{2s}}{q_1 + q_{2k} + q_{2s}} \quad (13)$$

или

$$\eta = \frac{\frac{R_2 \cdot \frac{(1-s)}{s}}{\left(R_1 + \frac{R_2}{s}\right)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2}}{\frac{R_0}{R_1^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_0^2} + \frac{R_1 + R_2}{\left(R_1 + \frac{R_2}{s}\right)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2} + \frac{R_2 \cdot \frac{(1-s)}{s}}{\left(R_1 + \frac{R_2}{s}\right)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2}}{\quad} \quad (14)$$

Аналогично коэффициенту мощности, проанализируем коэффициент полезного действия как функцию скольжения.

Определим значение скольжения ротора в экстремальных точках, приравняв первую производную к нулю:

$$\frac{d(\eta)}{ds} = 0 \tag{15}$$

При решении уравнения 15 найдена зависимость критического скольжения коэффициента полезного действия:

$$s_{кр} = \frac{R_2(-R_0 \cdot R_2 + \sqrt{R_0 \cdot R_1^3 + R_0 \cdot R_1^2 \cdot R_2 + R_0 \cdot R_1 \cdot 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_0^2 + R_0 \cdot R_2 \cdot 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_0^2})}{R_0 \cdot R_1^2 + 2R_0 \cdot R_1 \cdot R_2 + R_0 \cdot 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2 + R_1^3 + R_1^2 \cdot R_2 + R_1 \cdot 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_0^2 + R_2 \cdot 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_0^2} \tag{16}$$

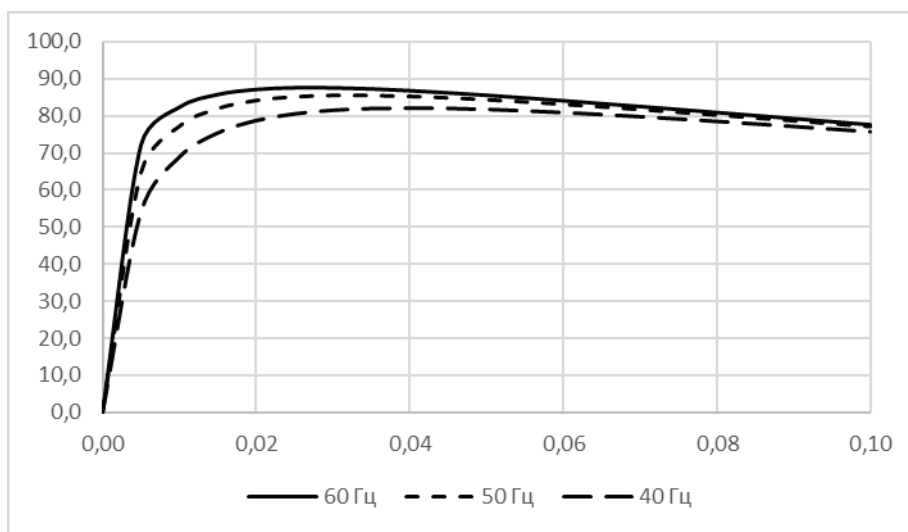


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента полезного действия асинхронного двигателя АИР100S4У3 от скольжения

Таким образом, каждый из множителей имеет свой максимум, при этом у коэффициента полезного действия максимальное значение более проявленное и кривая зависимости от скольжения имеет более выраженный характер.

На основании изложенного можно утверждать, что оптимальную систему управ-

ления асинхронным двигателем стоит выполнять по максимальному значению коэффициента энергетической эффективности, который учитывает свойства асинхронного двигателя не только как преобразователя электрической энергии, но и как потребителя:

$$k_{э\eta} = \frac{q_{2s}}{\sqrt{(q_1 + q_{2k} + q_{2s})^2 + (b_1 + b_{2s})^2}} \tag{17}$$

Запишем формулу 17, подставив значения проводимостей асинхронного двигателя:

$$k_{э\eta} = \frac{\frac{R_2 \cdot (1-s)/s}{(R_1 + R_2/s)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2}}{\sqrt{\left(\frac{R_0}{R_1^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_0^2} + \frac{R_1 + R_2}{\left(R_1 + \frac{R_2}{s}\right)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2} + \frac{R_2 \cdot \frac{(1-s)}{s}}{\left(R_1 + \frac{R_2}{s}\right)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2} \right)^2 + \left(\frac{2\pi \cdot f \cdot L_0}{R_1^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_0^2} + \frac{2\pi \cdot f \cdot L_{2k}}{\left(R_1 + R_2/s\right)^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2} \right)^2}} \tag{18}$$

Из формулы 18 видно, что коэффициент энергоэффективности асинхронного двигателя определяется параметрами схемы замещения, частотой напряжения и ве-

личиной скольжения. Определим значение скольжения ротора в экстремальных точках, приравняв первую производную к нулю:

$$\frac{d(k_{\text{ЭН}})}{ds} = 0 \tag{19}$$

При решении уравнения найдена зависимость критического скольжения

$$s_k = \frac{R_2(-R_0 \cdot X_{2k} + R_1 \cdot X_0 + \sqrt{R_0^2 \cdot X_{2k}^2 + R_1^2 \cdot X_{2k} \cdot X_0 + X_0^3 \cdot X_{2k} + X_0^2 \cdot X_{2k}^2})}{2R_0 \cdot R_1 \cdot X_{2k} + (X_0 \cdot X_{2k} - R_1^2) \cdot (X_0 + X_{2k})} \tag{20}$$

коэффициента энергоэффективности:
или

$$s_k = \frac{R_2 \cdot \left(-2\pi \cdot f \cdot L_{2k} \cdot R_0 + 2\pi \cdot f \cdot L_0 \cdot R_1 + \sqrt{4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k}^2 \cdot R_0^2 + 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot R_1^2 \cdot L_{2k} \cdot L_0 + 16\pi^4 \cdot f^4 \cdot L_0^3 \cdot L_{2k} + 16\pi^4 \cdot f^4 \cdot L_0^2 \cdot L_{2k}^2} \right)}{4\pi \cdot R_0 \cdot R_1 \cdot f \cdot L_{2k} + (4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{2k} \cdot L_0 - R_1^2) \cdot (2\pi \cdot f \cdot L_0 + 2\pi \cdot f \cdot L_{2k})} \tag{21}$$

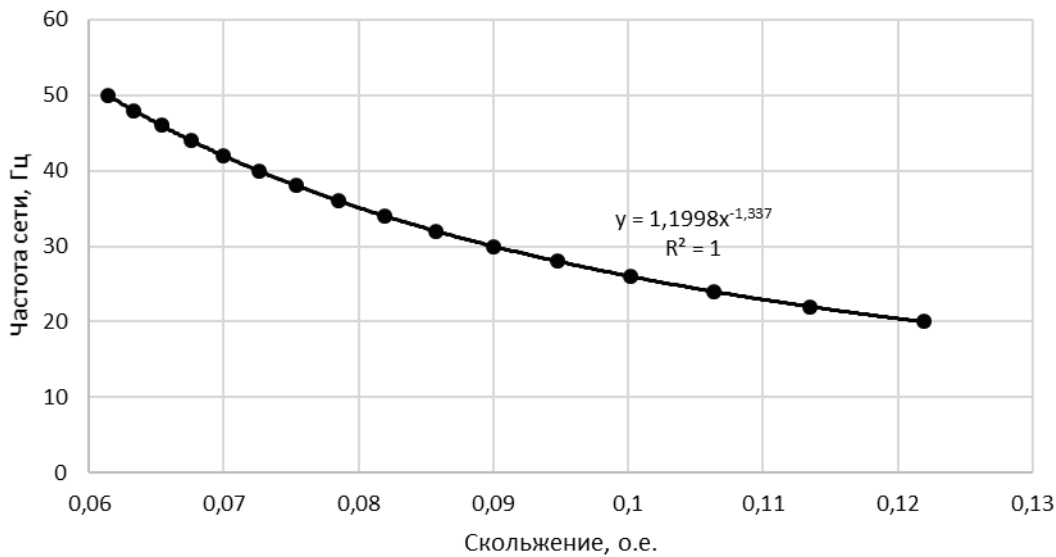


Рисунок 5 – График зависимости частоты питающей сети в зависимости от оптимального скольжения $f=f(s)$ для исследуемого двигателя АИР100S4УЗ

Следовательно, АД будет работать с минимальными потерями, если изменять напряжение так, чтобы оно было равно критическому значению s_k для заданной частоты. (Для исследуемого двигателя АИР100S4УЗ $s_k = 0,0614$ при частоте сети 50 Гц).

При моделировании асинхронного двигателя расчёты проводились согласно схеме замещения с постоянными параметрами, поэтому критическое скольжение не зависит

от значения требуемого электромагнитного момента.

Из формулы 21 видно, что критическое скольжение коэффициента энергоэффективности и минимального значения относительных потерь не зависит от нагрузки и определяется параметрами схемы замещения асинхронного двигателя и частотой питающего напряжения.

Для обеспечения работы электропривода в требуемой рабочей точке, которая соот-

ветствует минимуму потерь энергии, необходимо определить уровень напряжения, для поддержания необходимой мощности P на валу двигателя и, соответственно, требуемого момента.

$$M = \frac{P_{2s}}{\omega} \quad (22)$$

$$\omega = \frac{\pi n_p}{30} \quad (23)$$

$$n_p = n(1 - s) \quad (24)$$

$$P_{2s} = q_{2s} U^2 = \frac{R_2 \cdot (1 - s)/s}{(R_1 + R_2/s)^2 + X_{2k1}^2} U^2 \quad (25)$$

Выразив U из формул 22–25, получим:

$$U = \sqrt{\frac{2\pi M f s_{кр} ((R_1 + R_2/s_{кр})^2 + X_{2k}^2)}{p R_2}} \quad (26)$$

Энергетическая эффективность асинхронного двигателя обеспечивается главным образом тем, что поддерживается более выгодное, с энергетической точки зрения, значение скольжения для заданной частоты.

Представленная математическая модель асинхронного двигателя в целом позволяет исследовать процессы, происходящие в двигателе, и анализировать энергетические характеристики в установившихся режимах работы.

Разработанная методика позволяет избежать относительно сложных аналитических способов получения регулировочных вольт-частотных характеристик, при скалярном управлении, для асинхронного электродвигателя.

Результаты исследования. Для верификации предложенного алгоритма было проведено моделирование в среде MATLAB/Simulink. Структура разработанной модели показана на рисунке 8. Для удобства использования в более сложных моделях, модель асинхронного двигателя и блок-системы расчёта оптимальных параметров сети оформлены в виде подсистемы и представлены в виде блочной модели (рисунок 8 и 9 соответственно).

Для проверки адекватности алгоритма расчёта параметров оптимальных параметров питающей сети электродвигателя АИР100S4У3 в Matlab был использован установившийся режим работы электродвигателя

Значение напряжения определим по М-образной схеме замещения, момент на валу двигателя определяется как отношение мощности на валу двигателя к угловой частоте вращения ротора:

с питанием от сети переменного тока частотой 50 Гц.

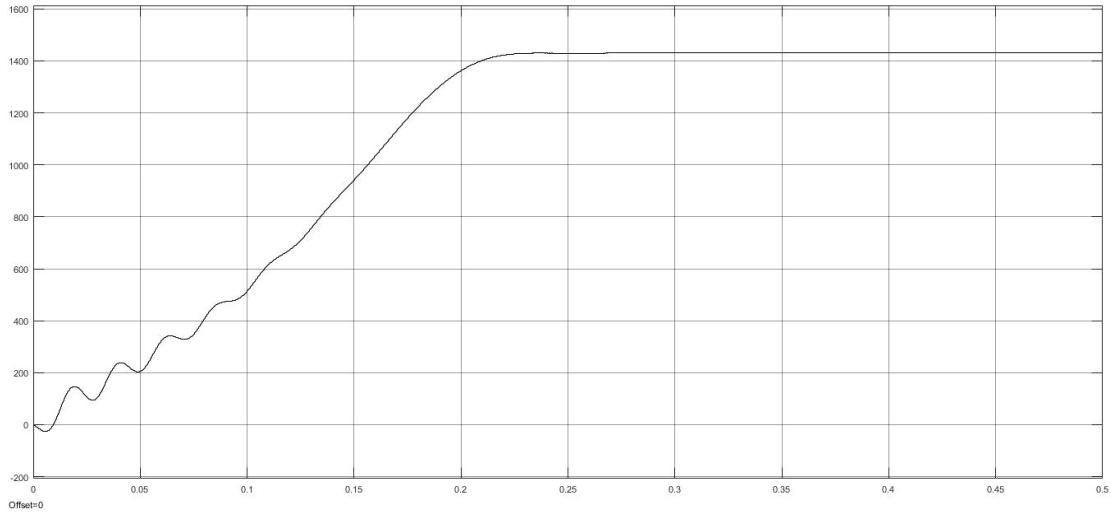
К выводам блок-модели электродвигателя АИР100S4У3 подключены средства визуализации результатов: осциллограф и дисплей. Для каждого дисплея указан индицируемый параметр режима работы электродвигателя (рисунок 7).

Для оценки параметров режима работы асинхронного двигателя в модели предусмотрено измерение ряда параметров. Для каждого параметра производится визуализация мгновенных значений, индикация действующего значения сигнала, вывод действующего значения (значения параметров схемы замещения асинхронного двигателя АИР100S4У3, выраженной через проводимости ротора и статора, выполняют вспомогательную роль для контроля полноты учёта действующих значений сигналов).

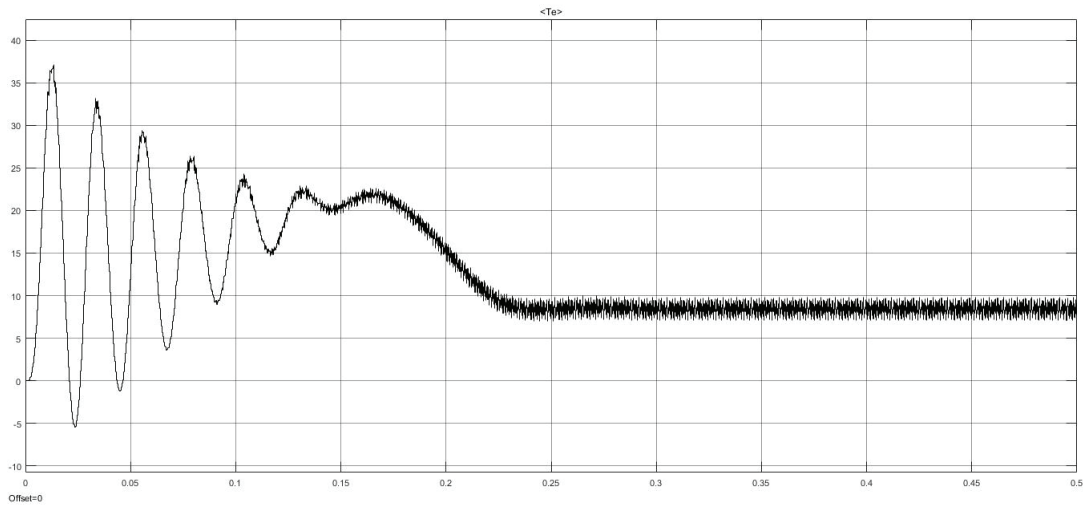
Matlab-модель привода асинхронного двигателя АИР 100S4У3 в установившемся режиме работы с зафиксированными результатами расчёта представлена на рисунке 7 [3, 6, 8].

Поскольку целью данной работы являются теоретические исследования вопроса, то экспериментальное обоснование полученных в работе результатов не рассматривается. Однако дальнейшее исследование предполагает проведение ряда экспериментальных исследований.

А) частота вращения ротора асинхронного двигателя АИР100S4У3



Б) момент на валу асинхронного двигателя АИР100S4У3



В) ток статора асинхронного двигателя АИР100S4У3

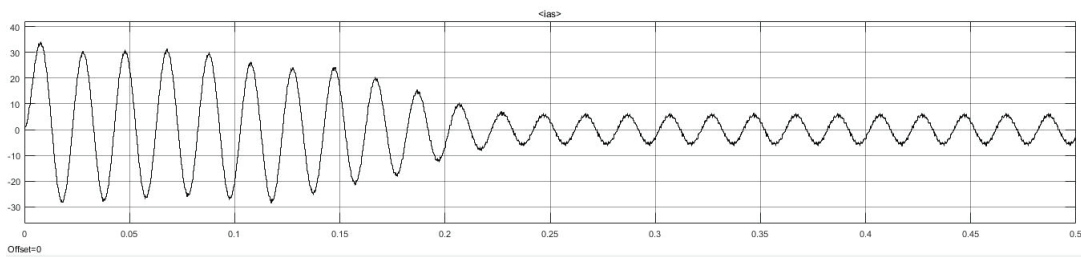


Рисунок 6 – Результаты имитационного моделирования асинхронного двигателя АИР100S4У3

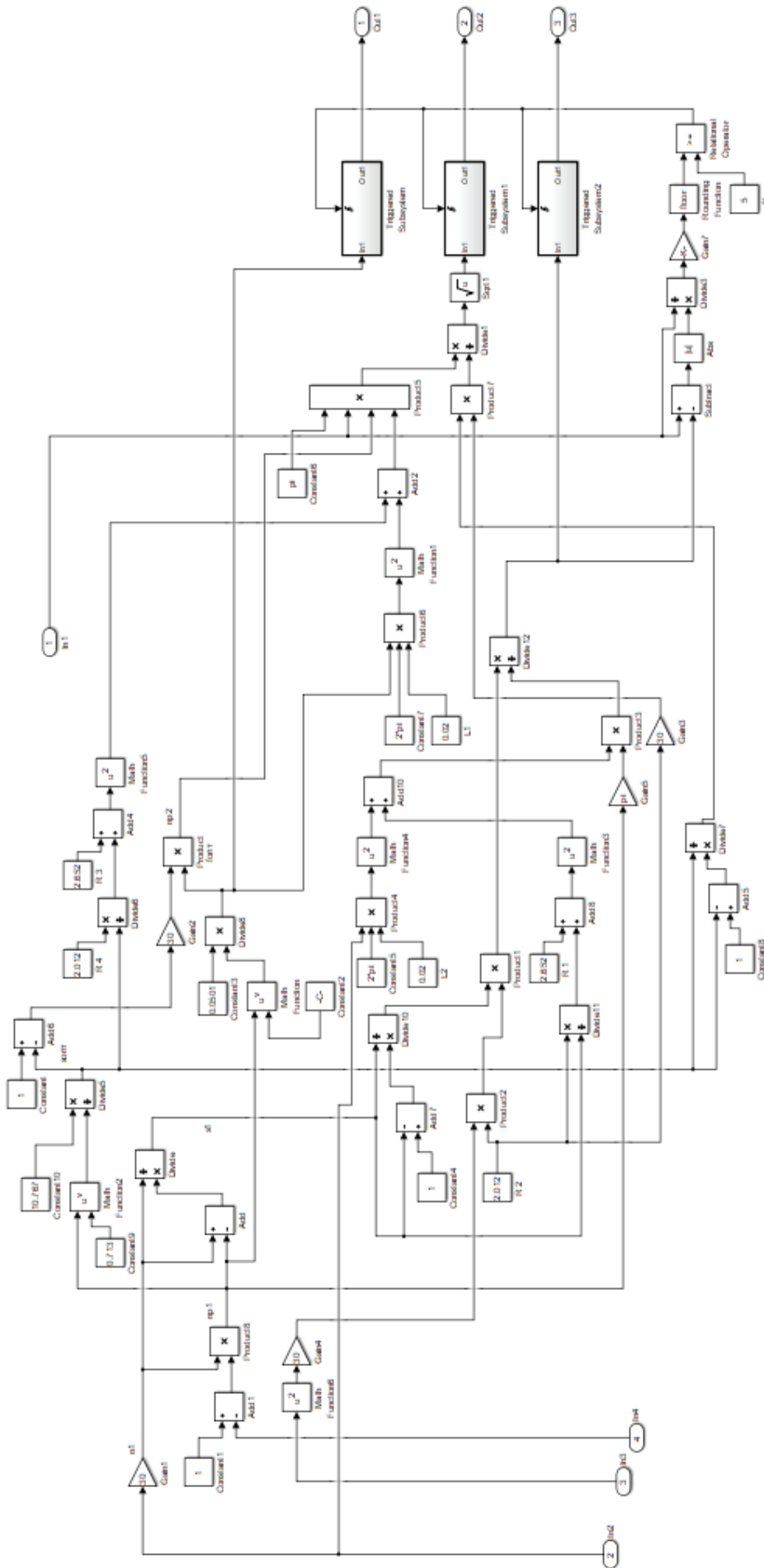


Рисунок 8 – Matlab-модель системы управления асинхронным двигателем АИР100S4У3 по критерию энергоэффективности

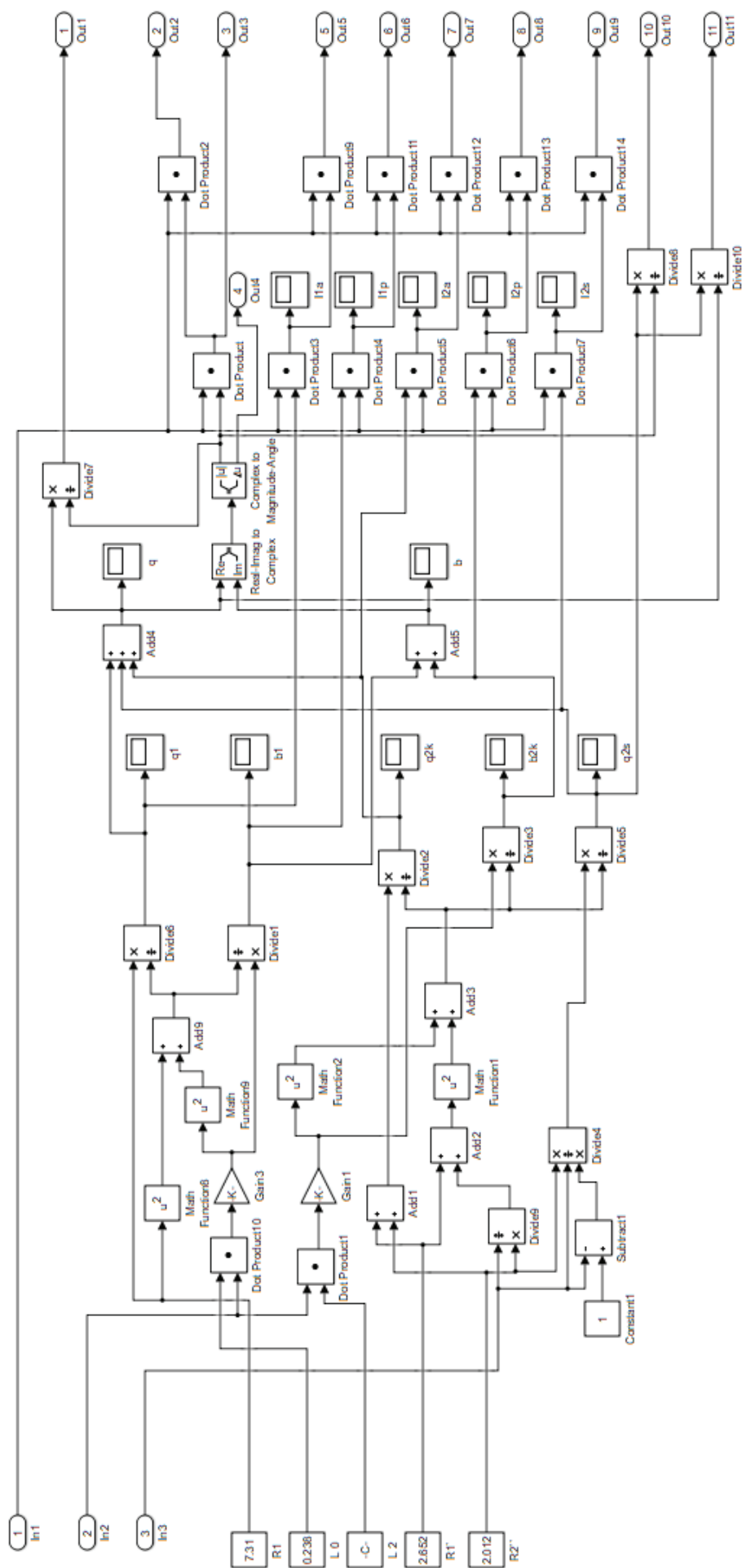


Рисунок 9 – Matlab-модель асинхронного двигателя АИР100S4У3, выраженная через проводимости ротора и статора

Выводы. В настоящей статье предложена методика оптимизации мощности потерь в обмотках электродвигателя, работающего в установившемся режиме от частотного преобразователя со скалярным управлением. Существенным отличием предложенного метода является использование схемы замещения асинхронного двигателя, выраженной через проводимости ротора и статора, и использование в качестве показателя эффективности работы двигателя коэффициента энергоэффективности, который определяет относительные потери полной мощности в асинхронном двигателе. Разработанный метод использует возможность изменять соотношение между активной и индуктивной составляющими тока асинхронного двигателя в пределах номинального значения тока фазы, путём одновременного воздействия напряжением сети, подведённого к фазе двигателя, и скольжением ротора, и, как следствие – изменять показатели энергоэффективности асинхронного двигателя. Описано моделирование системы оптимизации в среде MATLAB/Simulink. Результаты моделирования показали, что метод работоспособен и практически реализуем.

Список литературы

1. Васильев, Д.А. Регулируемый электропривод как средство энергосбережения в установках с центробежным насосом / Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева, В.А. Носков // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всероссийской научно-практической конференции / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2016 – С. 171–174.
2. Васильев, Д.А. Исследование частотно-регулируемых асинхронных электроприводов в лабораторных условиях / Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева, В.А. Носков // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции в 3-х томах / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2017 – С. 235–237.
3. Васильев, Д.А. Исследования асинхронной машины на основе М-образной схемы замещения в математической системе MATLAB с применением пакета Simulink / Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева, В.А. Носков, О.Г. Долговых // Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI в.: вклад молодых учёных-исследователей. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2017 / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2017.

4. Васильев, Д.А. Оптимальные режимы работы асинхронного электродвигателя / Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева, В.А. Носков // Роль молодых учёных-инноваторов в решении задач по ускоренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2015 / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2015. – С. 146–149.

5. Васильев, Д.А. Оценка энергетической эффективности асинхронного двигателя по М-образной схеме замещения / Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева, В.А. Носков // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – № 1. – С. 34–40.

6. Васильев, Д.А. Оценка энергоэффективности асинхронного двигателя по М-образной схеме замещения в среде имитационного моделирования Matlab/Simulink / Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева, В.А. Носков // Развитие энергосистем АПК: перспективные технологии: материалы Международной научно-практической конференции Института агроинженерии / Под редакцией М.Ф. Юдина. – Ижевск, 2018. – С. 39–47.

7. Васильев, Д.А. Повышение энергосбережения при применении частотных преобразователей / Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева, В.А. Носков // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции в 3-х томах / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2017. – С. 238–241.

8. Васильев, Д.А. Разработка математической модели асинхронной машины по М-образной схеме замещения в пакете Simulink / Д.А. Васильев, Е.В. Дресвянникова, Л.А. Пантелеева, В.А. Носков // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 4 (83). – С. 38–54.

9. Васильев, Д.А. Энергетические показатели асинхронного двигателя на основе М-образной схемы замещения / Д.А. Васильев // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 томах. / ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2018. – С. 12–16.

10. Васильев, Д.А. Математическая модель потерь мощности в асинхронном двигателе по М-образной схеме замещения в пакете Simulink / Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева, В.А. Носков // Вестник ВИЭСХ. – 2018. – № 2 (31) – С. 53–56.

11. ГОСТ Р 53472-2009. Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные. Методы испытаний. Введ. 2009-12-09. – М.: Стандартинформ, 2011. – 41 с.

Spisok literatury

1. Vasil'ev, D.A. Reguliruemyy ehlektroprivod kak sredstvo ehnergoberezheniya v ustanovkakh s centrobezhnym nasosom / D.A. Vasil'ev, L.A. Panteleeva, V.A. Noskov // Nauchnoe i kadrovoe obespechenie APK

dlya prodovol'stvennogo importozameshcheniya: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2016. – S. 171–174.

2. Vasil'ev, D.A. Issledovanie chastotno-reguliruemyyh asinhronnyh ehlektroprivodov v laboratornykh usloviyakh / D.A. Vasil'ev, L.A. Panteleeva, V.A. Noskov // Nauchno obosnovannyye tekhnologii intensivatsii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii v 3-h tomah / Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2017. – S. 235–237.

3. Vasil'ev, D.A. Issledovaniya asinhronnoy mashiny na osnove M-obraznoy skhemy zameshcheniya v matematicheskoy sisteme MATLAB s primeneniem paketa Simulink / D.A. Vasil'ev, L.A. Panteleeva, V.A. Noskov, O.G. Dolgovykh // In-novatsionnyy potencial sel'skohozyajstvennoy nauki XXI v.: vklad molodykh uchyonykh-issledovatelej. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 2017 / Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, FGBOU VO Izhevskaya, GSKHA. – Izhevsk, 2017.

4. Vasil'ev, D.A. Optimal'nye rezhimy raboty asinhronnogo ehlektrodvigatelya. / D.A. Vasil'ev, L.A. Panteleeva, V.A. Noskov // Rol' molodykh uchyonykh-innovatorov v reshenii zadach po uskorennomu importozameshcheniyu sel'skohozyajstvennoy produkcii. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 2015 / Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2015. – S. 146–149.

5. Vasil'ev, D.A. Ocenka ehnergeticheskoy ehffektivnosti asinhronnogo dvigatelya po M-obraznoy skheme zameshcheniya / D.A. Vasil'ev, L.A. Panteleeva, V.A. Noskov // Mezhdunarodnyy tekhniko-ehkonomicheskij zhurnal. – 2018. – № 1. – S. 34–40.

6. Vasil'ev, D.A. Ocenka ehnergoehffektivnosti asinhronnogo dvigatelya po M-obraznoy skheme zameshcheniya v srede imitacionnogo modelirovaniya Matlab/Simulink / D.A. Vasil'ev, L.A. Panteleeva, V.A. Noskov // Razvitie ehnergosistem APK: perspektivnyye tekhnologii: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii Instituta agroinzhenierii / Pod redakciey M.F. YUdina. – Izhevsk, 2018. – S. 39–47.

7. Vasil'ev, D.A. Povyshenie ehnergosberezheniya pri primenении chastotnykh preobrazovatelej / D.A. Vasil'ev, L.A. Panteleeva, V.A. Noskov // Nauchno obosnovannyye tekhnologii intensivatsii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii v 3-h tomah / Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2017. – S. 238–241.

8. Vasil'ev, D.A. Razrabotka matematicheskoy modeli asinhronnoy mashiny po M-obraznoy skheme zameshcheniya v pakete Simulink / D.A. Vasil'ev, E.V. Drevyannikova, L.A. Panteleeva, V.A. Noskov // Vestnik NGIEHI. – 2018. – № 4 (83). – S. 38–54.

9. Vasil'ev, D.A. EHnergeticheskie pokazateli asinhronnogo dvigatelya na osnove M-obraznoy skhemy zameshcheniya / D.A. Vasil'ev // Innovatsionnyye tekhnologii dlya realizacii programmy nauchno-tekhnicheskogo razvitiya sel'skogo hozyajstva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii: v 3 tomah / FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2018. – S. 12–16.

10. Vasil'ev, D.A. Matematicheskaya model' poter' moshchnosti v asinhronnom dvigatele po M-obraznoy skheme zameshcheniya v pakete Simulink / D.A. Vasil'ev, L.A. Panteleeva, V.A. Noskov // Vestnik VIEHSHKH. – 2018. – № 2 (31) – S. 53–56.

11. GOST R 53472-2009. Mashiny ehlektricheskie vrashchayushchiesya. Dvigateli asinhronnyye. Metody ispytaniy. Vved. 2009-12-09. – M.: Standartinform, 2011. – 41 s.

Сведения об авторах:

Васильев Даниил Александрович – старший преподаватель кафедры «Электротехники, электрооборудования и электроснабжения» (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11).

Пантелеева Лариса Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электротехники, электрооборудования и электроснабжения» (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11).

Daniil Vasilyev, Larisa A. Panteleyeva
Izhevsk State Agricultural Academy

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM OF POWER LOSS MINIMIZATION FOR THE ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTOR AND SIMULATION OF THE SYSTEM OF AUTOMATED CONTROL BY AN ELECTRIC DRIVE

Asynchronous electric motors occupy a leading position in the global structure of electricity consumption, therefore the development and implementation of an energy-efficient asynchronous electric drive is always economically justified and relevant in the context of increasing energy costs. The aim of the article is to develop an algorithm for minimizing the power loss of the asynchronous electric motor and modeling an automated drive control system that would prove sufficient conceptual and computational simplicity for operation based on general-purpose microprocessors. The article proposes a technique of power loss optimization in the windings of an electric motor operating in a set up regim from a frequency converter with a scalar control. The essential difference of the

proposed method is the use of the equivalent circuit of an asynchronous motor, expressed in terms of conductivity of the rotor and of a stator, and using the coefficient of energy efficiency as an indicator of the efficiency of the engine, which determines the relative total power losses in an asynchronous motor. The developed method uses the ability to change the ratio between the active and inductive components of the asynchronous motor's current within the nominal value of the phase current by simultaneously applying voltage to the motor phase and sliding of the rotor and, as a result, changing the indices of the energy efficiency of the induction motor. The system simulation in the MATLAB / Simulink environment is described. The results of simulation have shown that the method is operational and can be practically operated.

Key words: *MatLab, Simulink, asynchronous motor, circuit conductivity, current components, adequate scheme, stator's and rotor's current.*

Authors:

Daniil Vasilyev – Senior Lecturer, Department of Electrical Engineering, Electrical Equipment and of Power Supply, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation).

Larisa A. Panteleyeva – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Electrical Engineering, Electrical Equipment and of Power Supply, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation).

УДК 621.762.55

А.Г. Ипатов, С.Н. Шмыков, О.С. Фёдоров

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ОСОБЕННОСТИ СПЕКАНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Современное машиностроение при создании инновационных технологий по получению восстановительных и функциональных покрытий опирается на фундаментальные основы, протекающие в системах процессов. Однако с развитием высокоскоростных процессов обработки, в частности, высокоскоростной лазерной обработки порошковых материалов, возникают сложности в описании процессов структурообразования, поскольку отсутствуют адекватные численные модели. Развитие технологии высокоинтенсивного лазерного спекания ультрадисперсных порошковых смесей возможно только при адекватном физико-химическом описании явлений высокоскоростных фазовых переходов. В рассматриваемой работе представлены результаты теоретических исследований по моделированию тепломассопереносов в условиях высокоскоростной лазерной обработки порошковых материалов. В работе для проведения компьютерного моделирования использован программный комплекс по моделированию процессов теплопереноса и структурообразования, состоящий из двух программных модулей и адаптированных в настоящей работе для условий лазерной обработки при спекании порошковых материалов. Проанализирован баланс тепловых потоков в зоне лазерной обработки, из которого следует, что при обработке сплошных материалов доля энергии лазерного излучения, поглощённой поверхностью образца, определяется коэффициентом $A_{\text{эф}}$ поглощения лазерного излучения поверхностью и коэффициентом A_{Q} потерь на кипение и образование плазмы. Однако при обработке порошковых материалов теплопередачи в нижележащие слои преимущественно происходит за счёт явления дифракции излучения. Последнее явление – основной метод передачи энергии лазерного излучения на нижележащие слои порошковых частиц, так как длина волны излучения составляет $\lambda = 1,06$ мкм. С учётом вышесказанного фактора была реализована численная модель, описывающая процессы структурообразования в ультрадисперсных порошковых средах, при которых возникает эффект полного разогрева порошкового слоя за счёт дифракции.

Ключевые слова: высокоскоростная лазерная обработка, порошковый материал, спекание, структурообразование, численная модель.

Актуальность. В течение последних десятилетий накоплен обширный экспериментальный материал по быстрым фазовым переходам, из которого следует, что многие метастабильные системы способны претерпевать превращения в условиях нарушения локального термодинамического равновесия. Характерными примерами фазовых переходов в локально-неравновесных средах являются процессы быстрого затвердевания металлов и сплавов. В современных экспериментах достигаются переохлаждения расплавов до 450 К и скорости роста до 100 м/с [5]. Наличие таких переохлаждений, являющихся движущей силой затвердевания, требует пересмотра идей, основанных на гипотезе локального равновесия и лежащих в основе классических неравновесных подходов. В настоящее время наиболее последовательное развитие теории неравновесных процессов связано с расширенной необратимой термодинамикой [6], которая описывает процессы переноса в локально-неравновесных средах и системах.

Проведённые исследования показывают, что на структуру слоёв, формирующуюся в

зоне действия луча лазера, основное влияние оказывают скорость движения фронта кристаллизации, градиенты температуры и концентрации на фронте, а также конвективный тепломассоперенос [7]. Быстрая кристаллизация из расплава, образованного лазерным излучением, позволяет получать метастабильное структурное состояние, характеризующееся уникальными механическими (износостойкость, твёрдость), электрическими и поверхностными свойствами. Причём износостойкость и микротвёрдость слоёв в зоне лазерного воздействия зависит от характерного размера элементов микроструктуры, определяемого локальным распределением тепловых и концентрационных полей [3, 4].

Доступные экспериментальные методы не позволяют непосредственно наблюдать за распределением теплового и концентрационного полей по толщине зоны лазерного воздействия в процессе обработки ультрадисперсных порошковых материалов. Для моделирования теплопереноса в зоне лазерного оплавления не существует удобных и простых в использовании аналитических моделей. Поэтому целью

данной работы является разработка численных моделей тепловых и концентрационных полей при затвердевании частично оплавленных порошковых материалов при лазерной перекристаллизации. Данная цель является актуальной и современной задачей.

В данной работе для проведения компьютерного моделирования используется программный комплекс по моделированию процессов теплопереноса и структурообразования, состоящий из двух программных модулей, разработанных авторами работ [5, 4] и адаптированных в настоящей работе для условий лазерной обработки при спекании порошковых материалов.

Теоретические исследования. В настоящей работе проводилось моделирование процессов теплопереноса на основе модели двухфазной зоны в трехмерной пространственной сетке [3, 4]. Физические допущения модели:

- отсутствует конвективное перемешивание в жидкости;
- нет химических реакций;
- теплофизические параметры не зависят от температуры и одинаковы в жидкой и твердой фазах;
- тепловой обмен на границах тела с окружающей средой незначителен;
- скрытая теплота полиморфного α - γ -превращения вносит несущественный вклад в температурное поле;
- поверхность раздела фаз в рассматриваемой точке аппроксимируется плоскостью;
- частицы порошка имеют кубическую форму.

Для плотности мощности лазерного излучения было принято Гауссово распределение по сечению [3, 4]:

$$q(\rho) = E \exp\left(-\frac{\rho^2}{r_n^2}\right) \quad (1)$$

где r_n – радиус поперечного сечения лазерного луча; ρ – расстояние от оси луча по радиусу; E – нормированная плотность мощности.

Баланс тепловых потоков в зоне действия луча на поверхность образца задается в виде [3, 7]:

$$-K \frac{\partial T}{\partial n} = A_{эф} (1 - A_Q) q_\rho \quad (2)$$

где $A_{эф}$ – коэффициент поглощения лазерного излучения поверхностью, A_Q – коэффициент потерь на кипение и образование плазмы.

Таким образом, доля энергии лазерного излучения, поглощённой поверхностью образца, определяется коэффициентом $A_{эф}$ поглощения лазерного излучения поверхностью и коэффициентом A_Q потерь на кипение и образование плазмы. При проведении экспериментов по численному моделированию было принято $A_{эф}=0,2$, а значение коэффициента A_Q выбиралось в зависимости от плотности мощности лазерного излучения из работы [2]. Для моделирования были приняты теплофизические параметры системы, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Физические параметры системы [3, 4]

Обозначение	Размерность	Значение
C_o	ат., %	2,29
m_e	К/ат. %	-14
T_m	К	1811
ΔH	Дж/м ³	$1,93 \cdot 10^9$
K	Вт/(К*м)	35
c_p	Дж/(К*м ³)	$5,74 \cdot 10^6$
D_L	м ² /с	$2 \cdot 10^{-8}$
μ	м/(с*К)	0,1
V_D	м/с	17

В отличие от лазерной обработки сплошных материалов, где энергия лазерного излучения полностью поглощается тонким поверхностным слоем [2], при обработке порошкового слоя (рис. 1) происходит передача энергии на нижележащие слои не только за счёт теплопроводности, но и за счёт явления дифракции излучения. Последнее явление – основной метод передачи энергии лазерного излучения на нижележащие слои порошковых частиц, так как длина волны излучения составляет $\lambda = 1,06$ мкм при среднем размере порошковой частицы в 0,8 мкм. В этих условиях следует ожидать максимальную интенсивность дифракции, обеспечивающую проникновение лазерного излучения по всей толщине нанесённой порошковой суспензии. Коэффициент передачи тепла между порошковыми частицами принимали $k = 0,1$. Значение коэффициента определили на основе предварительных экспериментов, которые заключались в определении площади контакта свободно насыпанного порошка на поверхности стекла. Определение этого коэффициента позволило сделать заключение, что только некоторая часть энергии передаётся на нижележащие слои с помощью теплопроводности.

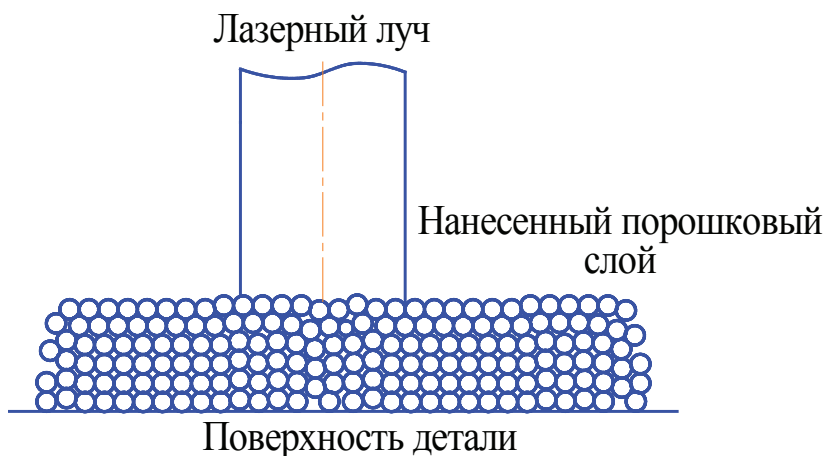


Рисунок 1 – Схема воздействия лазерного излучения на нанесённый порошковый слой

Поскольку явление дифракции обеспечивает равномерный прогрев практически всех порошковых частиц, то с целью упрощения модели теплопереноса рассматривали действие лазерного излучения на одну порошковую частицу с учётом равномерного распределения

энергии на все частицы в зоне обработки. При воздействии импульса лазерного излучения на поверхность порошковой частицы энергия импульса расходуется на нагрев, образование жидкой фазы и испарение поверхностного слоя (рис. 2).

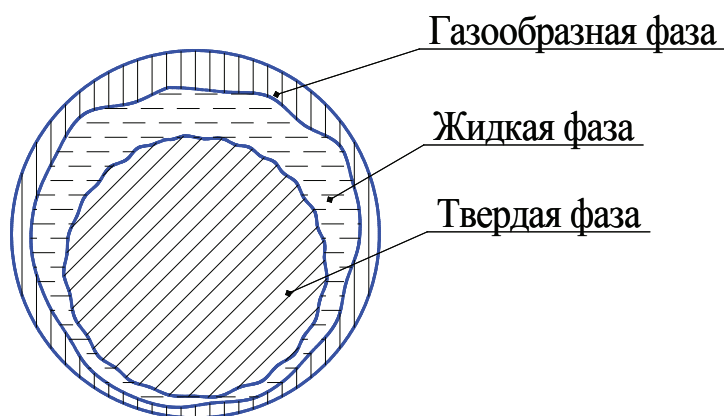


Рисунок 2 – Фазы, образующиеся при лазерном воздействии на порошковую частицу

В этом случае эволюция температурного поля $T(x, y, z, t)$ в порошковой частице, с учё-

том кинетики движения границы раздела фаз, определяется уравнением

$$c \frac{\partial T}{\rho \partial t} = K \nabla^2 T + \Delta H_{pl} \frac{\partial U}{\partial t} + \Delta H_{isp} \frac{\partial W}{\partial t} \quad (3)$$

где c_p – удельная изобарная теплоёмкость, K – коэффициент теплопроводность, ΔH_{pl} – скрытая теплота фазового перехода из твёрдого в жидкое состояние, ΔH_{isp} – скрытая теплота испарения, U – доля жидкой фазы, W – доля газообразной фазы.

Численное решение уравнения производится на равномерной пространственной сетке с постоянным шагом по времени. Конечно-разностная аппроксимация уравнения имеет вид

$$\frac{T_{ijk}^{n+1} - T_{ijk}^n}{\tau} = \frac{K}{c_p} \left(\frac{T_{i+1,j}^n - 2T_{ijk}^n + T_{i-1,j}^n}{h_x^2} \right) + \frac{K}{c_p} \left(\frac{T_{j+1,k}^n - 2T_{ijk}^n + T_{j-1,k}^n}{h_y^2} + \frac{\dot{O}_{ijk+1}^n - 2T_{ijk}^n + T_{ijk-1}^n}{h_z^2} \right) + \Delta H_p \frac{U_{ijk}^{n+1} - U_{ijk}^n}{c_p \tau} + \Delta H_{isp} \frac{W_{ijk}^{n+1} - W_{ijk}^n}{c_p \tau}, \quad (4)$$

где h_x, h_y, h_z – шаг по координатам x, y, z , соответственно, τ – шаг по времени. Уравнение (4) описывает изменение температуры T_{ijk}^n в точке с координатами (ih_x, jh_y, kh_z) в момент времени $n\tau$, где n – номер итерации.

Граничные условия на боковых поверхностях куба задаются исходя из отсутствия теплопереноса

$$Jq = -gradT = 0 \quad (5)$$

Рассмотрим движение фронта плавления и кристаллизации в порошковой частице при лазерной высокоскоростной обработке (рис. 3). Стрелками указаны направления движения

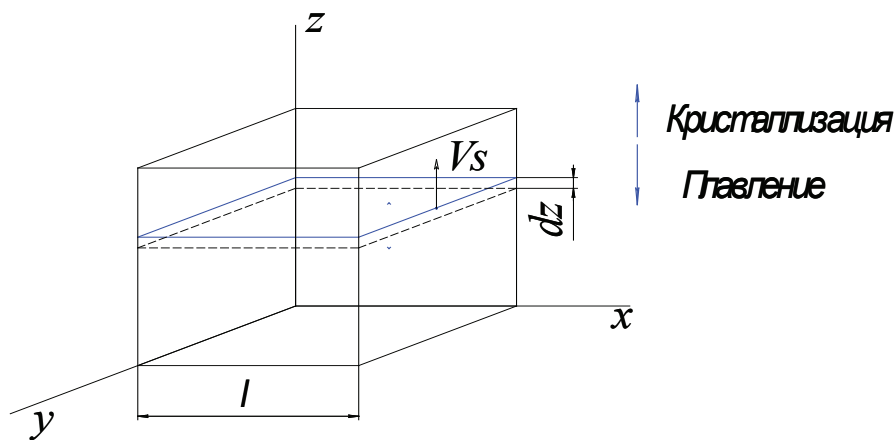


Рисунок 3 – Схема движения фронта кристаллизации в порошковой частице

Скорость V_s кристаллизации связывается с температурой T_m плавления чистого вещества, температурой T_f фронта кристаллизации и концентрацией C_f примеси на фронте кинетическим соотношением [1, 6]

$$V_s = \mu(T_m + m_e C_f - T_f), \quad (8)$$

где μ – кинетический коэффициент. Тогда с учётом выражений (7) и (8) скорость изменения доли жидкой фазы в затвердевающей или плавящейся ячейке определяется выражением

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\mu}{h_z}(T_m + m_e C_f - T_f). \quad (9)$$

Доля изменения газообразной фазы в плавящейся ячейке определяется

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\mu}{h_z}(T_{кин} - T_f). \quad (10)$$

Температурное поле рассчитывается независимо от градиентов концентрации углерода на фронте кристаллизации, поэтому его кон-

центрация считается однородной и равной исходному значению в образце: $C_f = C_0$. В соответствии с вышеуказанными уравнениями, знак скорости определяет направление фазового перехода. Положительному значению скорости соответствует процесс кристаллизации, отрицательному – плавление.

$$\partial U = \partial z h_y h_x / P = \partial z / h_z, \quad (6)$$

где учтено, что объём ячейки равен $P = h_x h_y h_z$. Продифференцировав выражение (6) на время ∂t , получим

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial z}{\partial t h_z} = \frac{V_s}{h_z} \quad (7)$$

Математическое моделирование эволюции температурных полей в порошковом слое проводилось в целях определения диапазонов значений энергетических параметров лазерной обработки (плотность мощности, частота следования импульсов и скорость сканирования луча), в которых осуществляется процесс формирования покрытия. Компьютерная реализация уравнений модели (1 – 10) осуществлялась на языке Borland C++. Выходными данными программы является распределение изменения фаз по толщине порошкового слоя в зависимости от времени воздействия лазерного импульса.

Графическое решение уравнения представлено на рисунке 4.

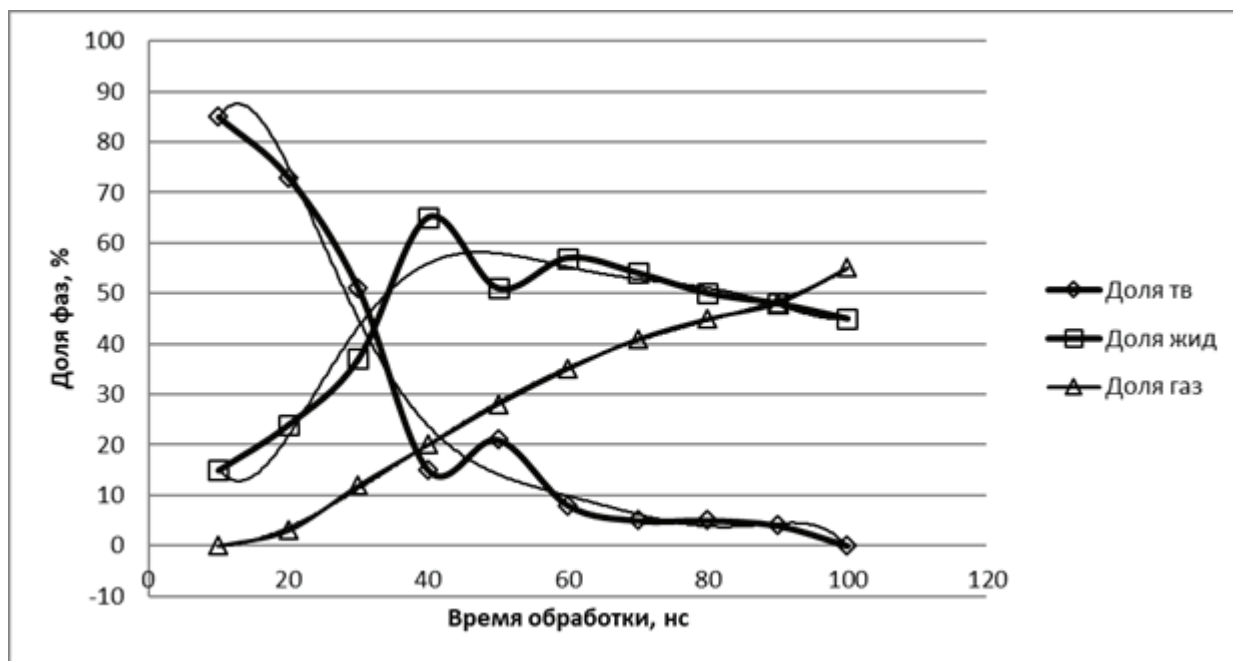


Рисунок 4 – Изменение фаз в порошковом слое от времени воздействия лазерного импульса

Представленные зависимости наглядно демонстрируют высокую интенсивность фазового изменения порошкового слоя при высокоскоростной лазерной обработке. Учитывая тот факт, что на механические свойства формируемых покрытий определяющее влияние оказывает доля твердой и жидкой фаз, то можно прогнозировать оптимальный временной промежуток, при котором реализуется эффект спекания в жидкой фазе, в частности, в данном случае это время воздействия импульса от 30 до 90 нс.

Выводы. Отличительной особенностью высокоскоростной лазерной обработки порошковых материалов является высокий градиент температур в зоне оплавления, а также мгновенность процессов, что требует адекватную модель для описания процессов структурообразования при кристаллизации и перекристаллизации, особенно в условиях порошковых сред. Разработанная в работе модель позволяет с высокой вероятностью моделировать условия формирования восстановительных и функциональных покрытий методом высокоскоростного лазерного спекания ультрадисперсных порошковых материалов. Модель позволяет в наикратчайшие сроки анализировать процессы формирования структур функциональных покрытий, с целью определения оптимальных режимов обработки в условиях высокоскоростной лазерной обработки.

Список литературы

1. Григорьянц, А.Г. Формирование наплавленных слоев с использованием лазерного импульсно-

го – периодического излучения / А.Г. Григорьянц, А.Н. Миторов // Сварочное производство. – 2007. – № 8. – С. 18–22.

2. Ипатов, А.Г. Разработка технологии восстановления деталей лазерным спеканием ультрадисперсных порошковых материалов : диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук / А.Г. Ипатов. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2010.

3. Ипатов, А.Г. Повышение работоспособности сепарирующего решета дробилки зерна закрытого типа / А.Г. Ипатов, В.И. Ширококов, М.А. Кубалов // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 55. – № 1. – С. 112–119.

4. Харанжевский, Е.В. Исследование высокоскоростной перекристаллизации при лазерном упрочнении среднеуглеродистой стали: дисс. кандидата технических наук / Е.В. Харанжевский. – Ижевск, 2002.

5. Galenko, P.K., Danilov, D.A. Model for free dendritic alloy growth under interfacial and bulk phase nonequilibrium condition // J. Cryst. Growth. – 1999. – V. 197. – P. 992–1002.

6. Trivedi, R., Kurz, W. Morphological Stability of a Planar Interface under Rapid Solidification Condition // Acta Metall. – 1986. – V. 34. – P. 1663–1670.

7. Xerlach, D.M., Galenko, P.K., Holland-Moritz, D. Metastable solids from undercooled melts. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 448 pp.

Spisok literatury

1. Grigor'yanc, A.G. Formirovanie naplavlennyh sloev s ispol'zovaniem lazernogo impul'snogo – periodicheskogo izlucheniya / A.G. Grigor'yanc, A.N. Mitorov // Svarochnoe proizvodstvo. – 2007. – № 8. – S. 18–22.

2. Ipatov, A.G. Razrabotka tekhnologii vosstanovleniya detalej lazernym spekaniem ul'tradispersnyh po-

roshkovykh materialov : dissertatsiya na soiskanie uche-noj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / A.G. Ipatov. – Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2010.

3. Ipatov, A.G. Povyshenie rabotosposobnosti separiruyushchego resheta drobilki zerna zakrytogo tipa / A.G. Ipatov, V.I. SHirobokov, M.A. Kubalov // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – T. 55. – № 1. – S. 112–119.

4. Haranzhevskij, E.V. Issledovanie vysokoskorostnoj perekristallizatsii pri lazernom uprochnenii sredne-

uglerodistoj stali: diss. kandidata tekhnicheskikh nauk / E.V. Haranzhevskij. – Izhevsk, 2002.

5. Galenko, P.K., Danilov, D.A. Model for free dendritic alloy growth under interfacial and bulk phase nonequilibrium condition // J. Cryst. Growth. – 1999. – V. 197. – P. 992–1002.

6. Trivedi, R., Kurz, W. Morphological Stability of a Planar Interface under Rapid Solidification Condition // Acta Metall. – 1986. – V. 34. – P. 1663–1670.

7. Herlach, D.M., Galenko, P.K., Holland-Moritz, D. Metastable solids from undercooled melts. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 448 pp.

Сведения об авторах:

Ипатов Алексей Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт машин» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11).

Шмыков Сергей Николаевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт машин» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11).

Фёдоров Олег Сергеевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Эксплуатация и ремонт машин» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11).

A.G. Ipatov, S.N. Shmykov, O.S. Fyodorov
Izhevsk State Agricultural Academy

PECULIARITIES OF SINTERING OF ULTRAFINE POWDER MATERIALS UNDER CONDITIONS OF HIGH-SPEED LASER PROCESSING

When designing innovative technologies for the recovery and functional coatings modern machinebuilding is based on fundamentals occurring in the systems of processes. However, with the development of high-speed processes of treatment, high-speed laser processing of powder materials in particular, difficulties arise in the description of structure-formation processes because of the lack of adequate numerical models. The development of technology of high-intensity laser sintering of ultrafine powder mixtures is possible only with an adequate physical and chemical description of the high-speed phase transitions phenomena. This paper presents the results of theoretical studies on the modeling of heat and mass transfer under conditions of high-speed laser processing of powder materials. For the purpose of computer simulating a software package for modeling heat transfer and structure formation processes was used in the work, consisting of two software modules adapted in the paper for the laser processing conditions during powder materials sintering.

The balance of heat fluxes in the laser-processing zone has been analyzed, from which it follows that during the solid materials processing the fraction of laser energy absorbed by the sample's surface is determined by the absorption coefficient of laser radiation by the surface and the coefficient AQ, of boiling losses and plasma formation. However, during the processing of powder materials, heat transfer to the underlying layers occurs mainly due to the phenomenon of diffraction of radiation. The latter phenomenon is the principle method of transmitting laser energy to the underlying layers of powder particles, since the radiation wavelength is $\lambda = 1.06 \mu\text{m}$. Taking into account the above factors, a numerical model was implemented that describes the processes of structure formation in ultrafine powder environments, in which the effect of full heating of the powder layer due to diffraction occurs.

Keywords: high-speed laser processing, powder material, sintering, structure formation, numerical model.

Authors:

Ipatov Alexey Gennadievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Operation and Maintenance of machinery Department, Izhevsk State Agricultural Academy(11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation).

Shmykov Sergey Nikolayevich – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Operation and Maintenance of machinery Department, Izhevsk State Agricultural Academy(11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation).

Fyodorov Oleg Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, the Head of the Operation and Maintenance of machinery Department, Izhevsk State Agricultural Academy(11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation).

УДК 681.2:621.35

В.А. Руденюк

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ЭФФЕКТ БИПОЛЯРНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В статье описана возможность использования эффекта биполярной электрохимической поляризации для разработки аналитического и измерительного оборудования, а также для создания уникальной технологии внутривенного электрохимического синтеза лекарственных препаратов из компонентов крови.

Предложен полярограф с протяжённым проволочным электродом, содержащий совмещённые ячейки. Одна оснащена проволочным электродом и парой вспомогательных электродов, обеспечивающих эффект биполярной поляризации, и содержит подвижный ползунок для снятия значения потенциала в точке касания, вторая включает электроды: рабочий и сравнения. В процессе измерения ползунок равномерно перемещается по протяжённому платиновому электроду. Усилитель потенциостата поляризует рабочий электрод путём пропускания тока такой величины и направления, чтобы потенциал рабочего электрода в любой момент времени соответствовал потенциалу точки на проволочном электроде, которого касается ползунок токоёмника. Совмещение результатов измерения потенциала и тока на одном графике позволяет получать кривую их зависимости, которая является искомым полярограммой процесса измерения. При перемещении токоёмника от одного конца проволочного электрода до другого разворачивается весь спектр потенциалов, соответствующих потенциалам ионов, входящих в состав исследуемого раствора. Полученная таким образом полярограмма даёт полную информацию о составе компонентов раствора. Эта кривая полностью соответствует полярограмме, полученной с помощью традиционного полярографа, но без использования экологически опасной металлической ртути, и не осложнена традиционными искажениями первого и второго рода, характерными для ртутного полярографа.

Разработано устройство для количественного измерения пористости металлических покрытий. Исследуемая деталь с пористым покрытием выполняет роль эталона. Потенциостат поляризует электрод из материала покрытия до потенциала эталона. Ток поляризации численно равен коррозионному току в порах покрытия.

Описано устройство для лечения организма продуктами электрохимического синтеза гипохлорит – иона и водорода в токе крови в кровеносном сосуде. Синтез протекает на длинном платиновом электроде, введённом в кровеносный сосуд его оси за счёт биполярной поляризации с помощью накладных электродов.

Ключевые слова: биполярная электрохимическая поляризация, электрохимическое окисление, детоксикация крови, сквозная пористость, микрогальванические элементы, коррозионные процессы в порах покрытия.

Актуальность предлагаемого материала связана с необходимостью совершенствовать различные направления сельскохозяйственного производства на базе современных материалов и технологий с целью повышения его эффективности.

Цель работы – продемонстрировать возможность уникального вида электрохимической поляризации – биполярной поляризации – в создании перспективных видов измерительного оборудования и технологий, обеспечивающих появление прорывных методов в сервисе технологических процессов сельскохозяйственного производства.

Задачей данного исследования является разработка эффективного измерительного оборудования и технологических приёмов, которые обеспечили бы более эффективное прове-

дение традиционных для сельского хозяйства видов деятельности – это контроль состава растворов, качества изготовления деталей автотракторной техники и безопасных методов лечения животных.

Материалы и методы, использованные в представленных разделах. Из уровня техники известно, что биполярная поляризация используется преимущественно в промышленности при проведении тяжёлого химического синтеза. Например, в производстве хлора и щёлочи электролизом раствора хлорида натрия в электролизёрах фильтр-прессного типа [11]. Электролизёр в этом случае выполнен в виде протяжённого герметичного цилиндра, разделённого изнутри большим количеством вертикальных электродов, изолированных друг от друга, и заполненного раствором электролита.

Электродный потенциал на их поверхности наводится током, протекающим через раствор между двумя крайними электродами, подключёнными к источнику постоянного тока. В измерительной технике этот метод не используется. Ниже приводятся некоторые варианты такого применения.

Результаты исследования.

1. Разработка полярографа с горизонтальным длинномерным электродом

Сельскохозяйственные предприятия широко используют возможности химического анализа для определения состава растворов, реактивов, сырья и продуктов. Помимо капельного анализа часто используется сложное оборудование. Использование классического полярографического анализа при этом может ограничиваться только неизбежностью использования при этом металлической ртути. Исключение этого опасного материала из практики может ускорить применение полярографии в широкой практике сельскохозяйственного производства.

Известно, что полярограф в промышленном производстве стал неотъемлемой частью крупных исследовательских лабораторий, где он используется для проведения сложных аналитических измерений. Он способен устанавливать наличие сразу нескольких веществ, содержащихся в пробе, характеризуется высокой чувствительностью и селективностью. Однако использование ртутной капли требует применения приёмов исключения из результатов измерения так называемых полярографических максимумов, связанных с движением ртути внутри капли при её росте. Важным представляется сложность соблюдения приёмов безопасной работы при работе с ртутью.

Рассматривается принципиально новое устройство для проведения полярографического анализа растворов, выполняемого путём измерения характера распределения величины потенциала и силы тока процессов по длине проволочного электрода (полярограммы), включающее экспериментальную и электрохимическую ячейки. Электрод, смонтированный в электрохимической ячейке, поляризуется до величины потенциала, соответствующего потенциалу в произвольной точке проволочного электрода, который поляризуется в измерительной ячейке по биполярной схеме.

Принцип работы прибора предполагает измерение силы тока, который протекает через фиксированный участок электрода при электрохимическом взаимодействии ионов раствора с проволочным электродом в той точке на

нём, электродный потенциал которой совпадает со стационарным потенциалом конкретного иона. При этом измерительный электрод имеет вид проволоки, смонтированной горизонтально в растворе строго параллельно его поверхности. Электрод поляризуется током, который протекает между парой дополнительных электродов, расположенных в растворе у концов проволоки. Под воздействием поляризующего тока на концах электрода наводятся различные по знаку потенциалы, и значение их в отсутствие активных ионов в растворе монотонно изменяется по длине проволоки в виде линейной зависимости, проходящей через ноль в её середине. Этот электрод применён при разработке прибора, позволяющего исследовать состав раствора путём построения полярограммы – кривой зависимости величины тока от потенциала.

Схема устройства (рис. 1) для измерения распределения потенциалов и интенсивности протекающих процессов по длине электрода [8] включает экспериментальную ячейку 2 (рис. 1) с исследуемым электродом 7, и электрохимическую ячейку 1, содержащую рабочий 10 и вспомогательный 11 электроды. Обе ячейки соединены солевым мостиком 13. Исследуемый электрод 7 оснащён устройством для равномерного перемещения электрода сравнения 9 вдоль его образующей. Электрод 9 соединён с клеммой «электрод сравнения» на потенциостате. В ячейку 1 помещён электрод сравнения 12, соединённый с вольтметром 4. Прибор 6 измеряет потенциал рабочего электрода 10; прибор 5 измеряет силу протекающего через него тока [6].

Методика измерения заключается в биполярной поляризации платинового проволочного электрода 7 [3, 8], смонтированного горизонтально в исследуемом растворе вдоль его зеркала. Электрод 7 поляризуется двумя дополнительными электродами 8, закреплёнными у его концов. Сила тока в цепи электродов 8 выбирается, исходя из особенностей процесса измерения. Вдоль поверхности проволочного электрода скользит своим капилляром электрод сравнения (хлорсеребряный электрод – хсэ) 9. Величина тока, протекающего через электрод 7 в точке касания его поверхности электродом 9, определяет скорость процесса электролиза, установившуюся в ней при данном потенциале. Плотность тока в этой точке определяется значением её электродного потенциала [8]. Обе ячейки соединены с потенциостатом так, что электрод 9 соединён с клеммой «электрод сравнения» потенциостата. Электрод 10 соединён с

клеммой «Рабочий электрод», а 11 – с клеммой «Вспомогательный электрод». Следовательно, электрод 7 выполняет в приведённой схеме функцию электрода сравнения. Текущее значение потенциала электрода 7 изменяется по мере смещения электрода 9 по его длине.

Потенциостат настроен на режим поляризации электрода 10 до потенциала, равному потенциалу, измеряемому электродом 9. Таким образом, плотность тока поляризации электрода 10 потенциостатом до заданного по-

тенциала будет совпадать с плотностью тока, протекающего в точке касания поверхности электрода 7 электродом 9. Достоверность измерений будет зависеть от размеров электрода 10. Малые габариты электрода позволяют установиться одинаковому значению потенциала по всей его поверхности. Гебер мостика 13 должен располагаться у поверхности электрода 10 настолько близко, чтобы исключить влияние на его показания токов, протекающих между электродами 10 и 11.

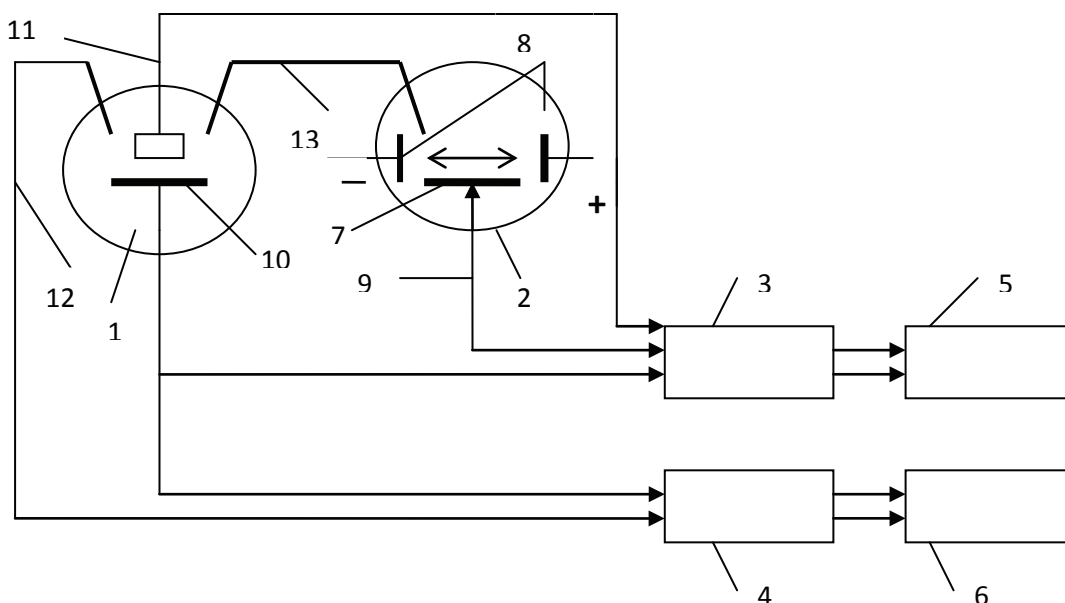


Рисунок 1 – Принципиальная схема твёрдотельного полярографа:

1 – электрохимическая ячейка; 2 – экспериментальная ячейка; 3 – потенциостат; 4 – вольтметр; 5 и 6 – самописцы; 7 – проволоочный электрод; 8 – дополнительные электроды, связанные с источником тока; 9, 12 – электроды сравнения; 10 – проволоочный электрод; 11 – вспомогательный платиновый электрод; 13 – солевой мостик. Электрод 10 соединён клеммой «рабочий электрод»; 11 – «вспомогательный электрод»; 9 – «электрод сравнения».

Значение потенциала электрода 7 в точке касания его поверхности электродом 9 соответствует величине потенциалу электрода 10, а он образуется за счёт тока поляризации, формируемого потенциостатом. Таким образом, ток, протекающий через электрод 10, совпадает с плотностью тока, протекающего через электрод 7 в точке касания его электродом 9.

Прибор 5 измеряет ток поляризации, формируемый потенциостатом. Так как электрод 9 перемещается по поверхности электрода 7, то прибор 5 измеряет распределение токов поляризации по длине этого электрода [8].

Величина потенциала, соответствующего в точке, фиксируется как потенциал электрода 10, прибором 4 и самописцем 6. Совмещение кривых, полученных на приборах 5 и 6, соответствует диаграмме потенциал – сила тока для проволоочного электрода (то есть полярограмме процессов).

Полярограф может быть использован для изучения процессов, протекающих в водных растворах органических и неорганических соединений [4, 10], или как прибор для контроля и регулирования состава растворов, например в случае процесса очистки сточных вод.

2. Устройство для измерения пористости гальванических покрытий

В сельскохозяйственном машиностроении широко применяется технология упрочнения трущихся поверхностей нанесением гальванических покрытий. Часто это хромовые покрытия, обеспечивающие как высокую износостойкость узлов трения, так и коррозионную стойкость самого хромового покрытия. При этом хром обладает низкой защитной способностью от коррозии в условиях воздействия агрессивной атмосферы. Это связано с особенностями кристаллического строения самого хромового покрытия. В процессе электроосаждения хром

кристаллизуется в виде одной кристаллической структуры, а в процессе старения хром самопроизвольно перекристаллизовывается в другую кристаллическую форму. При этом объём хрома уменьшается на 15 %. Такая перестройка приводит к возникновению внутри слоя хромового покрытия значительных растягивающих напряжений. Возникшее напряжение растяжения реализуется в растрескивании слоя на мелкие фрагменты, не связанные между собой механически. Отдельные элементы мозаики при этом обеспечивают хорошие механические характеристики покрытия в целом благодаря хорошей силе сцепления железа и хрома, но защитная способность хрома от коррозии по отношению к стальной основе резко уменьшается. Агрессивные растворы при эксплуатации техники на открытой местности легко проникают через поры к стальной основе. Сталь на дне пор активно корродирует, в результате отдельные фрагменты покрытия теряют связь с основой, и покрытие разрушается.

Известно, что многие металлические покрытия имеют сквозные поры. Если металл покрытия характеризуется коррозионной стойкостью, превышающей устойчивость защищаемого металла, то при воздействии агрессивной атмосферы возможно коррозионное разрушение основы в порах покрытия. Соответственно, при проектировании и эксплуатации оборудования важно иметь возможность количественного измерения пористости покрытий с целью прогнозирования срока службы деталей.

Важно иметь сведения о пористости покрытия в углублениях и труднодоступных местах корпусных деталей.

В порах гальванических покрытий работают микрогальванические элементы. Ток, протекающий в порах покрытия, поляризует покрытие. Чем сила тока больше, тем ближе значение потенциала данной поверхности к потенциалу основы. Авторы [6] предложили методику оценки защитной способности катодных покрытий потенциостатическим методом. На базе этой методики разработано устройство для измерения пористости гальванических покрытий. В основу устройства положено использование прибора «Потенциостат» [8]. Разрабатываемое устройство включает два блока: измерения и управления. Первый содержит два компонента – исследуемая деталь и электрохимическая ячейка. Второй включает прибор потенциостат, реализующий программу поддержания величины потенциала рабочего

электрода в электрохимической ячейке строго равным потенциалу поверхности покрытия [6].

Измерения проводили на примере корпуса гидравлического штока. В установленный вертикально корпус заливали коррозионно-активный раствор. На уровне верхнего среза корпуса крепили электрохимическую ячейку с тем же раствором, и помещали в него рабочий хромовый и вспомогательный платиновый электроды. Растворы в обоих сосудах соединяли электрически с помощью электролитического ключа. Корпус штока соединяли с клеммой «электрод сравнения» на потенциостате. Рабочий электрод подключали к клемме «рабочий электрод». Вспомогательный платиновый электрод подключали к клемме «электрод сравнения». Таким образом, на вход потенциостата подавали разность потенциалов корпуса и рабочего электрода. В этом случае усилитель потенциостата поддерживает ток между рабочим и вспомогательным электродами такой величины и направления, чтобы разность подаваемых на вход прибора потенциалов поддерживалась равной нулю. Соответственно, потенциалом поляризации рабочего электрода управляет потенциал, самопроизвольно устанавливающийся на внутренней поверхности корпуса штока. Потенциал внутренней хромовой поверхности корпуса зависит от плотности тока коррозии в порах покрытия, самопроизвольно устанавливающейся в порах покрытия в результате работы короткозамкнутой микрогальванической пары стальная основа – хромовое покрытие. В случае, когда площадь рабочего электрода составляет 1 см^2 , сила тока его поляризации до потенциала исследуемой детали количественно совпадает с плотностью тока коррозии в порах хромового покрытия.

Выходные данные записываются на экране компьютера, связанного усилителем потенциостата в форме зависимости тока коррозии от времени. Экспоненциальный участок в начальной части графика соответствует процессу активирования железа на дне поры под агрессивным влиянием измерительного раствора.

На отдалённых участках рост тока замедляется, и зависимость постепенно выходит на участок насыщения. Этот участок символизирует установление равновесия между скоростью поступления к железной основе на дне поры растворённого в воде кислорода, и скоростью диффузии, обеспечивающей вывод продуктов коррозии из канала поры. Значение тока на этом участке графика принимается за плотность тока коррозии основы в порах покрытия на единичной поверхности.

Окончательно задача измерения величины сквозной пористости покрытия сводится к установлению зависимости между измеренной плотностью тока коррозии основы и реальной площадью сечения сквозных пор данного покрытия. Решение этой задачи сводится к построению калибровочной зависимости плотности тока коррозии от реальной доли поверхности пор. Калибровочная кривая строится с использованием стальных пластин с гальваническим покрытием заведомо разной пористости. Распределение пор по поверхности пластины определяли путём наложения фильтровальной бумаги. На плоскую поверхность пластины с гальваническим покрытием накладывали фильтровальную бумагу, смоченную коррозионно-активным раствором, содержащим дополнительно раствор индикатора, дающего цветную реакцию с ионами железа. В результате на фильтровальной бумаге формировались окрашенные следы контакта индикатора с ионами железа, соответствующие форме и размерам пор. Полученный отпечаток сканировали, и скан обрабатывали с помощью разработанной нами программы, дающей возможность численно определить долю суммарной поверхности пятен в общей площади поверхности листа. Затем для каждой пластины по ранее описанной методике измеряли плотность тока коррозии основы. Используя полученные результаты, строили диаграмму плотность тока коррозии – доля площади пор в покрытии. Полученную диаграмму использовали для определения доли площади пор в покрытии реальной детали.

3. Биполярная поляризация при детоксикации крови внутри кровеносного сосуда

Ветеринарная практика в хозяйствах основана на широком применении антибиотиков. При этом длительное применение этих препаратов может быть связано с опасностью их накопления в тканях животного. В составе продуктов питания антибиотики могут попадать в организм человека, вызывая нежелательные для него последствия. В ряде случаев эту проблему можно решить, используя внутренние ресурсы самого организма. Например, можно усилить возможность печени бороться с инфекцией. Известно, что монооксигеназная система печени удаляет из организма токсичные вещества путём их окисления молекулярным кислородом, катализируемым специальным детоксицирующим ферментом – цитохром Р-450 [1, 2, 5]. Из литературы известно, что электролиз крови, залитой в электрохимическую ячейку, вырабатывает продукты, аналогичные тем,

что вырабатывает печень, и которые убивают бактерии и разрушают их токсины [14]. Но исследования были остановлены, поскольку при этом форменные элементы крови налипали под действием тока на поверхность электрода, и ток через раствор прекращался.

Описывается устройство, моделирующее детоксицирующие функции печени прямым электрохимическим окислением крови внутри кровеносного сосуда. Авторам данной статьи [7] впервые удалось исключить эффект оседания форменных элементов крови на поверхность электродов [1, 9] при электролизе, и уйти от проблемы блокирования электропроводности выполнением электролиза в токе внутри кровеносного сосуда. Способ прямого электрохимического окисления крови основан на выполнении процесса электролиза внутри кровеносного сосуда на основе биполярной поляризации электрода, расположенного внутри кровеносного сосуда вдоль его оси. Биполярная поляризация проволочного электрода обеспечивает распределение потенциала по его длине, в результате на одном конце потенциал соответствует процессу окисления иона хлора до гипохлорита, на втором (катоде) – потенциалу восстановления иона водорода до элементарного водорода.

Положительное действие синтезированного в крови гипохлорита испытано на кроликах при стафилококковой инфекции и на телятах при пневмонии. Методика использовалась в одной из ветеринарных клиник при лечении собак в случае кожных заболеваний. В литературе также есть сведения, что введение элементарного водорода в кровь снижает некрологический эффект в присутствии препаратов химиотерапии, не снижая при этом их лечебного эффекта [12, 13]. На рис. 2 приведена схема устройства, позволяющего синтезировать в крови или только водород, или только гипохлорит.

Схема предусматривает разделение электродных пространств диафрагмой в виде кожного покрова пациента. Она включает проволочный электрод 1, разделённый на две части диафрагмой: одна часть погружена в кровеносный сосуд 2, а вторая – в накладной сосуд 3, содержащий раствор электролита 4. На дне сосуда 3 закреплена пористая диафрагма 5, в сосуд 3 погружён дополнительный электрод 6; другой дополнительный электрод 7 расположен на поверхности кожного покрова 8. При протекании тока между электродами 6 и 7 происходит поляризация проволочного электрода 1. На одном конце электрода 1 реализуют

ся процессы окисления, а на втором – процессы восстановления. Соответственно, в крови будет синтезироваться либо только водород, либо только гипохлорит. Противоположные

процессы будут протекать в накладном сосуде. Продукты, образующиеся в сосуде 3, не будут проникать в кровеносный сосуд, накапливаясь в растворе, содержащемся в сосуде 4.

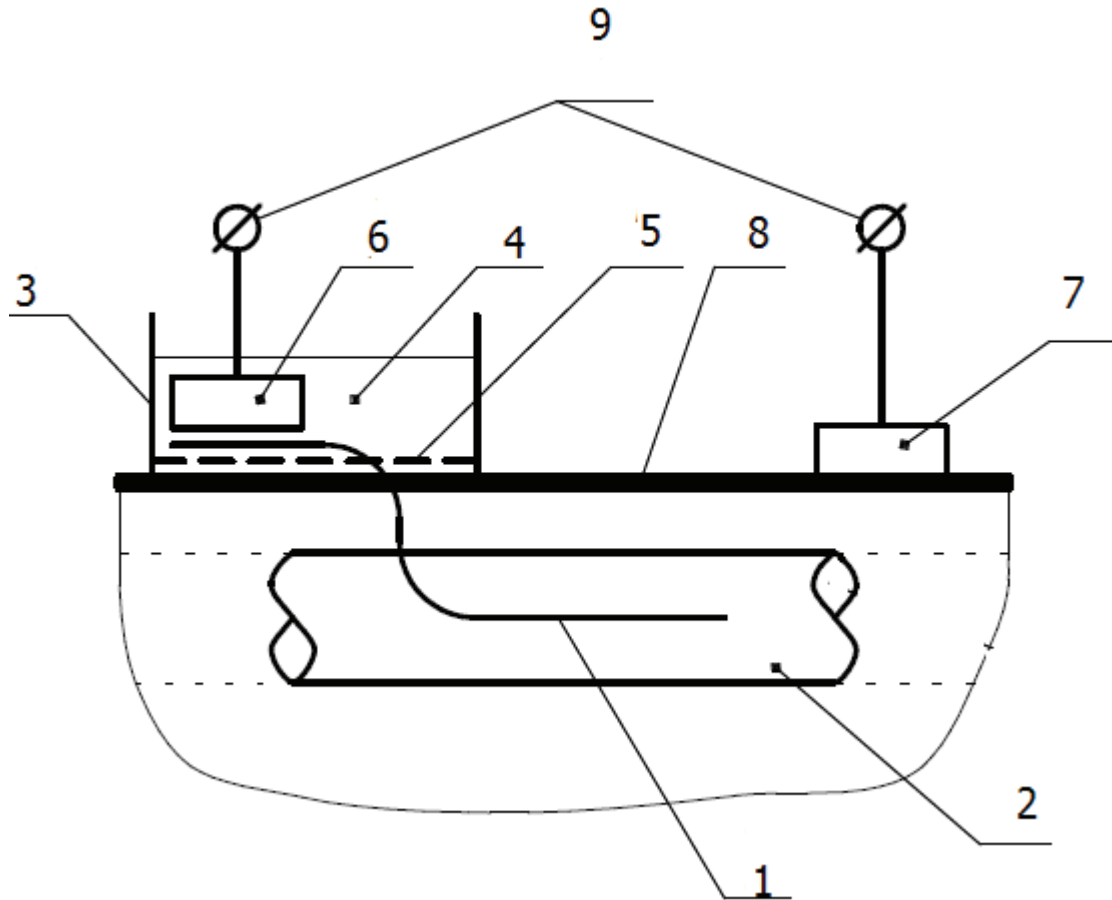


Рисунок 2 – Схема прямого электрохимического окисления крови, позволяющая синтезировать в токе крови или только гипохлорит, или только элементарный водород (пат. № 2566199):

- 1 – проволочный электрод; 2 – кровеносный сосуд; 3 – накладной сосуд;
 4 – раствор электролита; 5 – пористая диафрагма; 6, 7 – дополнительные электроды;
 8 – кожный покров; 9 – клеммы для подключения дополнительных электродов к источнику постоянного тока

Широкое использование предлагаемой технологии лечения животных позволит полностью или частично уйти от применения антибиотиков в ветеринарии. Тем самым это даст возможность исключить попадание антибиотиков на стол человека, что в последнее время вызывает тревогу у медиков в связи с привыканием организма человека к этому препарату, что снижает его эффективность.

Выводы. Впервые разработаны и испытаны: полярограф с твёрдотельным протяжённым электродом; прибор для количественного измерения пористости гальванического покрытия в труднодоступных местах реальной детали; устройство для прямого электрохимического окисления крови внутри кровеносного сосуда. Все приведенные разработки объединяет использование эффекта биполярной по-

ляризации, ранее не использовавшегося при разработке измерительного оборудования и сложных технологических процессов.

Список литературы

1. Васильев, Ю.Б. Удаление токсинов из организма с помощью электрохимического окисления / Ю.Б. Васильев, В.И. Сергиенко, В.А. Гринберг, А.К. Мартынов // Вопросы медицинской химии. – 1991. – 37 (2). – С. 74–78.
2. Елистратова, К.Н., Смирнов, К.Н., Григорян, Н.С., Харламов, В.И. Коррозионностойкие гальванические покрытия на титане // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2008. – Т. XVI. – № 3. – С. 24–29.
3. Касаткин, В.Э., Солодкова, Л.Н., Кондрашов, Ю.В. Потенциостаты серии ИРС. Практика применения в электрохимических методах исследования. Ч. 1. Анализатор органических добавок «Юриан-3» //

Гальванотехника и обработка поверхности. – 2011. – Т. 19. – № 2. – С. 27–34.

4. Петросян, Э.А. Патогенетические принципы и обоснование лечения гнойной хирургической инфекции методом непрямого электрохимического окисления: автореферат диссертации доктора мед. наук / Э.А. Петросян. – Л., 1991.

5. Руденок, В.А. Способ измерения скорости коррозии основы в порах катодного гальванического покрытия // Патент России, № 1356726, 1990, бюл. № 12.

6. Руденок, В.А. Способ детоксикации организма и устройство для осуществления способа // Патент России, № 2229300, 2004, бюл. № 15.

7. Руденок, В.А. Способ измерения распределения потенциалов и интенсивности протекающих процессов по длине исследуемого электрода, и устройство для его реализации // Патент России, № 2599161, 2015, бюл. № 32.

8. Сергиенко, В.И., Мартынов, А.К., Хапилов, Н.А. А.с. 1074493 СССР // Бюл. – 1984. – № 7.

9. Солодкова, Л.Н., Кудрявцев, В.Н. Способ определения органических добавок и эффективности их действия при электроосаждении цинка из цинк-цинковых электролитов // Гальванотехника и обработка поверхности. – 1993. – Т. 2. – № 2. – С. 46–51.

10. Федотьев Н.П. и др. Прикладная электрохимия. – Л.: «Химия», 1967. – С. 346–351.

11. Naomi Nakashima – Kamimura. Molecular hydrogen alleviates nephrotoxicity induced by an anticancer drug cisplatin without compromising antitumor in mice / Cancer Chemotherapy and Pharmacology / Naomi Nakashima-Kamimura, Takashi Mori, Ikuroh Ohsawa, Sadamitsu Asoh, Shigeo Ohta // Cancer Chemotherapy and Pharmacology. – September 2009. – Volume 64. – Issue 4. – P. 753–761.

12. Ogawa, Y., Inoue, K. Electrothrombosis as a treatment of cirsoioidangioma in the face and scalh and varicosis of the led // Plast Reconstr Surg. – 1982. – Т. 70. – С. 310–318.

13. Yao, S.J., Wolfson, S.K. Patent USA № 3878564. 22.04.1975.

Spisok literatury

1. Vasil'ev, YU.B. Udalenie toksinov iz organizma s pomoshch'yu ehlektrohimicheskogo okisleniya / YU.B. Vasil'ev, V.I. Sergienko, V.A. Grinberg, A.K. Martynov // Voprosy medicinskoj himii. – 1991. – 37 (2). – S. 74–78.

2. Elistratova, K.N., Smirnov, K.N., Grigoryan, N.S., Harlamov, V.I. Korrozionnostojkie gal'vanicheskie pokrytiya na titane // Gal'vanotekhnika i obrabotka poverhnosti. – 2008. – Т. XVI. – № 3. – S. 24–29.

3. Kasatkin, V.EH., Solodkova, L.N., Kondrashov, YU.V. Potenciostaty serii IPC. Praktika primeneniya v ehlektrohimicheskikh metodah issledovaniya. CH. 1. Analizator organicheskikh dobavok «Korian-3» // Gal'vanotekhnika i obrabotka poverhnosti. – 2011. – Т. 19. – № 2. – S. 27–34.

4. Petrosyan, E.H.A. Patogeneticheskie principy i obosnovanie lecheniya gnojnoj hirurgicheskoy infekcii metodom nepryamogo ehlektrohimicheskogo okisleniya: avtoreferat dissertacii doktora med. Nauk / E.H.A. Petrosyan. – L., 1991.

5. Rudenok, V.A. Sposob izmereniya skorosti korrozii osnovy v porah katodnogo gal'vanicheskogo pokrytiya // Patent Rossii, № 1356726, 1990, byul. № 12.

6. Rudenok, V.A. Sposob detoksikacii organizma i ustrojstvo dlya osushchestvleniya sposoba // Patent Rossii, № 2229300, 2004, byul. № 15.

7. Rudenok, V.A. Sposob izmereniya raspredeleniya potencialov i intensivnosti protekayushchih processov po dline issleduemogo ehlektroda, i ustrojstvo dlya ego realizacii // Patent Rossii, № 2599161, 2015, byul. № 32.

8. Sergienko, V.I., Martynov, A.K., Hapilov, N.A. A.s. 1074493 SSSR // Byul. – 1984. – № 7.

9. Solodkova, L.N., Kudryavcev, V.N. Sposob opredeleniya organicheskikh dobavok i ehffektivnosti ih dejstviya pri ehlektroosazhdenii cinka iz cinkatnyh ehlektrolitov. // Gal'vanotekhnika i obrabotka poverhnosti. – 1993. – Т. 2. – № 2. – S. 46–51.

10. Fedot'ev N.P. i dr. Prikladnaya ehlektrohimiya. – L.: «Himiya», 1967. – S. 346–351.

11. Naomi Nakashima – Kamimura. Molecular hydrogen alleviates nephrotoxicity induced by an anticancer drug cisplatin without compromising antitumor in mice / Cancer Chemotherapy and Pharmacology / Naomi Nakashima-Kamimura, Takashi Mori, Ikuroh Ohsawa, Sadamitsu Asoh, Shigeo Ohta // Cancer Chemotherapy and Pharmacology. – September 2009. – Volume 64. – Issue 4. – P. 753–761.

12. Ogawa, Y., Inoue, K. Electrothrombosis as a treatment of cirsoioidangioma in the face and scalh and varicosis of the led // Plast Reconstr Surg. – 1982. – Т. 70. – С. 310–318.

13. Yao, S.J., Wolfson, S.K. Patent USA № 3878564. 22.04.1975.

Сведения об авторе:

Руденок Владимир Афанасьевич – кандидат химических наук, доцент ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11).

V.A. Rudenok

Izhevsk State Agricultural Academy

EFFECT OF BIPOLAR POLARIZATION IN TECHNOLOGICAL PROCESSES OF AGRICULTURAL PRODUCTION

The article describes the possibility of using the effect of bipolar electrochemical polarization to develop analytical and measuring equipment, as well as to create a unique technology of intravenous electrochemical

synthesis of drugs from blood components. A polarograph with an extended wire electrode containing combined cells has been suggested. One cell is equipped with a wire electrode and a pair of auxiliary electrodes, providing the effect of bipolar polarization. It contains a movable slider to remove the potential value at the touch-point. The second cell includes the electrodes: a working and a comparing one. In the process of measuring the slider moves uniformly along the extended platinum electrode. The potentiostat's amplifier polarizes the working electrode by passing a current of such magnitude and direction that the potential of the working electrode at any time corresponds to the potential of the point on the wire electrode touched by the current collector slider. Combining the results of measuring the potential and the current on a single graph allows obtaining the curve of their dependence, which is the desired polarogramme of the measurement process. When the current collector is moved from one end of the wire electrode to the other one, the full range of potentials unfold corresponding to the potentials of the ions that are part of the solution under study. Thus, obtained polarogram provides complete information about the composition of the components of the solution. This curve is fully consistent with the polarogram obtained by the traditional polarograph, but it has been obtained without the use of environmentally hazardous metal mercury, and is not complicated by the traditional distortions of the first and second kind, so much peculiar for the mercury polarograph. A device for quantitative measurement of porosity of metal coatings also has been developed. The investigated part with a porous coating serves as a reference. The potentiostat polarizes the electrode from the coating material to the reference potential. The polarization current is numerically equal to the corrosion current in the coating pores. A device for the treatment of the body by the products of electrochemical synthesis of hypochlorite ion and hydrogen in the blood flow in the blood vessel has been described. The synthesis takes place on a long platinum electrode introduced by the blood vessel of its axis with the help of overhead electrodes due to bipolar polarization with the help of overhead electrodes.

Keywords: *bipolar electrochemical polarization, electrochemical oxidation; blood detoxification; end-to-end porosity, microgalvanic elements, corrosion fundamentals in the pores of the coating.*

Author:

Rudenok Vladimir Afanasievich – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russian Federation).

ЭТО ДОЛЖЕН ЗНАТЬ КАЖДЫЙ!

Персональные данные представляют собой информацию о конкретном человеке. Это те данные, которые позволяют узнать человека в толпе, идентифицировать и определить как конкретную личность. Таких идентифицирующих данных огромное множество, к ним относятся: фамилия, имя, отчество, дата рождения, место рождения, место жительства, номер телефона, адрес электронной почты, фотография, возраст и пр.

Так, если мы кому-то сообщим свои фамилию, имя, отчество и адрес места жительства, то нас вполне можно будет опознать как конкретное лицо. Но если мы исключим из этого набора данных фамилию или адрес места жительства, то понять, о каком человеке идет речь, будет невозможно. Получается, что персональные данные – это не просто ваши фамилия или имя, персональные данные – это набор данных, их совокупность, которые позволяют идентифицировать вас.

В целом можно сказать, что персональные данные – это совокупность данных, которые необходимы и достаточны для идентификации какого-то человека.

Развитие коммуникационных технологий изменило нашу жизнь. Обычные процессы отношений между людьми с помощью Интернета приобретают в цифровом мире новые особенности. Скорость распространения информации в сети Интернет уже через мгновение позволяет делиться своими жизненными новостями, фотографиями и общаться с множеством людей.

Доступ к размещаемой вами информации может быть ограничен только кругом вашего общения или быть доступным неограниченному кругу лиц. Однако оборот личной информации в сети может приводить к проблемам, когда незнакомцы, прохожие или даже друзья используют информацию безответственно и без

учёта права на неприкосновенность частной жизни.

Существует много каналов, по которым наши персональные данные попадают в интернет. Что-то выкладываем мы сами, что-то пишут о нас наши друзья и знакомые, определенную информацию собирают приложения и онлайн-ресурсы. Все наши «цифровые следы» хранятся в наших компьютерах и смартфонах. Если вы хотите сохранить определенный уровень конфиденциальности и хорошую репутацию в сети, эти «следы» необходимо контролировать. Важно знать, что они хранятся и на серверах разработчиков приложений и онлайн-ресурсов и удалить их оттуда практически невозможно.

Персональные данные, размещенные в сети Интернет самим субъектом персональных данных, становятся общедоступными, и доступ к ним получает неограниченный круг лиц. Причем в пользовательских соглашениях многих социальных сетей изначально поставлено условие согласия пользователей на общедоступность и согласие на право пользования ими третьими лицами. Поэтому, регистрируясь в социальных сетях, необходимо внимательно читать условия регистрации и правила пользования сайтом.

В Интернете нет кнопки «Удалить», чтобы удалить информацию, размещенную в Интернете. Вы можете пожалеть о размещении личной информации в сети Интернет, потом, удалив ее в течение часа, крайне удивиться, что эта личная информация уже прочитана десятками или сотнями людей и столько же людей перенаправили ее по разным адресам.

Поэтому всегда надо крайне внимательно относиться к той информации, которую вы выкладываете в сеть, а также к тому, что вы делаете в Интернете, какие ресурсы посещаете, какие файлы скачиваете, какие поисковые запросы делаете.