

Энергосберегающий модуль для охлаждения молока с использованием природного холода и низкотемпературных хладоносителей

Алексей Семенович Дорохов,

доктор технических наук, главный научный сотрудник, профессор РАН, доцент,
e-mail: vim@vim.ru;

Дмитрий Юрьевич Павкин,

кандидат технических наук, старший научный сотрудник;

Владимир Викторович Иванов,

кандидат технических наук, научный сотрудник;

Алексей Борисович Коршунов,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, доцент

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

***Реферат.** Повышение энергоэффективности оборудования для животноводческих ферм молочного направления – одна из важнейших задач в области сельского хозяйства. Перспективное направление для дальнейшего повышения энергоэффективности существующих систем – использование экологически безопасных хладоносителей с низкой температурой заморозки (низкотемпературных хладоносителей) и потенциала природного (естественного) холода напрямую. Один из определяющих технологических факторов для внедрения подобных систем в фермерские хозяйства – охлаждение молока без наморозки «ледяной воды», что требует принципиально новых технических решений. (Цель исследования) Повысить энергоэффективность охлаждения молока с использованием природного холода и экосола для разработанного модуля. (Материалы и методы) Исследовали технические характеристики разработанного модуля с целью выявления эффективности первичного охлаждения молока за счет потенциала наружного воздуха с возможностью дальнейшего внедрения данной системы в фермерские хозяйства. (Результаты и обсуждение) Привели результаты экспериментальных исследований разработанного в ВИМ энергосберегающего модуля для охлаждения молока за счет использования природного холода и низкотемпературных хладоносителей. Показали, что модуль представляет собой блок предварительного охлаждения молока, где вместо грунтовых вод применяется замкнутый контур с низкотемпературным хладоносителем, позволяющим охлаждать молоко посредством потенциала наружного воздуха. Определили зависимость эффективности охлаждения молока от конфигурации оборудования и потенциала природного (естественного) холода. (Выводы) Подтвердили энергоэффективность разработанной системы охлаждения молока для средней полосы России, позволяющей снизить потребление электроэнергии на охлаждение 1 тонны молока на 15-17 киловатт-часов, что в среднем сократит финансовые затраты на 50 процентов. Предложили внедрение в фермерские хозяйства молочного направления к уже существующим системам охлаждения разработанного энергосберегающего модуля.*

***Ключевые слова:** энергосбережение, энергоэффективность, наморозка льда, охлаждение молока, природный холод, хладоноситель, экосол, пластинчатый теплообменник.*

Для цитирования: Дорохов А.С., Павкин Д.Ю., Иванов В.В., Коршунов А.Б. Энергосберегающий модуль для охлаждения молока с использованием природного холода и низкотемпературных хладоносителей // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК.* 2020. Т. 67. №3(40). С. 3-8. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-3-8.

Energy Saving Milk Cooling Unit Using Natural Cold and Low Temperature Coolants

Aleksey S. Dorokhov,

Dr.Sc.(Eng.), chief researcher, professor of Russian Academy of Sciences, associate professor, e-mail:
vim@vim.ru;

Dmitriy Yu. Pavkin,

Ph.D.(Eng.), chief researcher;

Vladimir V. Ivanov,

Ph.D.(Eng.), researcher;

Aleksey B. Korshunov,

Ph.D.(Eng.), leading researcher, associate professor

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Improving the energy efficiency of equipment for dairy farms is one of the most important tasks in the agriculture. A promising direction for further improving the energy efficiency of existing systems is the use of environmentally friendly refrigerants with a low freezing point (low-temperature coolants) and the potential of natural cold directly. One of the technological factors for the introduction of such systems in farms is the cooling of milk without freezing an "ice water", which requires fundamentally new technical solutions. (Research purpose) The research purpose is in increasing the energy efficiency of milk cooling using natural cold and eco-salt for the developed module. (Materials and methods) The technical characteristics of the developed module were studied in order to identify the effectiveness of primary milk cooling due to the potential of outdoor air with the possibility of further implementation of this system in farms. (Results and discussion) The article presents the results of experimental studies of an energy-saving module developed in VIM for milk cooling using natural cold and low-temperature coolants. The module is a pre-cooling unit for milk, where a closed loop with a low-temperature coolant is used instead of ground water, which allows cooling milk through the potential of external air. The article presents the dependence of the efficiency of milk cooling on the configuration of equipment and the potential of natural cold. (Conclusions) The energy efficiency of the developed milk cooling system for the Central Russia allows reducing the electricity consumption for cooling of 1 ton of milk by 15-17 kilowatt-hours, which on average will reduce financial costs by 50 percent. The introduction of a developed energy-saving module to existing cooling systems in dairy farms is proposed.

Keywords: energy saving, energy efficiency, ice freezing, milk cooling, natural cold, coolant, eco-salt, plate heat exchanger.

For citation: Dorokhov A.S., Pavkin D.Yu., Ivanov V.V., Korshunov A.B. Energosberegayushchiy modul' dlya ohlazhdeniya moloka s ispol'zovaniem prirodного holoda i nizkotemperaturnykh hladonositeley [Energy saving milk cooling unit using natural cold and low temperature coolants]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 3-8 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-3-8.

УДК 631.348:632.936.1 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-9-16

Цифровые электротехнологии для управления поведением насекомых

Надежда Петровна Кондратьева¹,

доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой, aer_isha@mail.ru;

Даниил Викторович Бузмаков¹,

преподаватель, преподаватель-исследователь;

Ильнур Равилиевич Ильясов¹,

преподаватель, преподаватель-исследователь;

Роман Геннадьевич Большин²,

кандидат технических наук, преподаватель;

Мария Геннадьевна Краснолуцкая²,

кандидат технических наук, преподаватель

¹Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Российская Федерация;

²Частное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-научный инновационный центр «Омега», Ижевск, Российская Федерация

Реферат. Один из главных вредителей пчелосемей – большая восковая моль, которая может уничтожить до 30 процентов меда в улье. Управление поведением живых объектов может быть основано на их положительной или отрицательной реакции на такие характеристики оптического излучения, как спектр и экспозиция. Многие насекомые видят ультрафиолетовое излучение. Предложили использовать экологически чистый способ для привлечения бабочек оптическим излучением. (Цель исследования) Разработать цифровые электротехнологии с использованием микропроцессорной автоматизированной системы, позволяющей управлять поведением бабочек большой восковой моли (*Galleria mellonella*) путем

реализации привлекательных характеристик оптического излучения. (Материалы и методы) Управляли поведением большой восковой моли с помощью разработанной автоматизированной системы поддержания требуемой продолжительности опыта и параметров оптического излучения. Главным элементом системы стал микроконтроллер ATmega328, программу для которого написали, используя визуальное программирование FLProg версии 5.3.0. (Результаты и обсуждение) Установили, что применение цифровых электротехнологий с использованием разработанной микропроцессорной автоматизированной системы управления на микроконтроллере ATmega328 и собранной на плате Arduino Uno дает возможность реализовать энергосберегающие экологически чистые световые электротехнологии для управления поведением бабочек большой восковой моли. Показали, что вне зависимости от длительности опыта бабочки *Galleria mellonella* отдают предпочтение излучению с длиной волны 400 нанометров. (Выводы) Определили в ходе проведения экспериментов, что привлекательным оказалось излучение с длиной волны 400 нанометров продолжительностью 10 минут при температуре 32 градуса Цельсия и влажности 60 процентов. Выявили, что эти комфортные параметры спектра позволяют управлять поведением *Galleria mellonella*, заманивая бабочек в определенное место в улье.

Ключевые слова: микропроцессорные автоматизированные системы, управление поведением большой восковой моли *Galleria mellonella*, оптическое излучение, экспозиция.

Для цитирования: Кондратьева Н.П., Бузмаков Д.В., Ильясов И.Р., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. Цифровые электротехнологии для управления поведением насекомых // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 9-16. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-9-16.

Digital Electrical Technologies to Control Insect Behavior

Nadezhda P. Kondrat'eva¹,

Dr.Sc.(Eng.), professor, chief of the chair, aep_isha@mail.ru;

Daniil V. Buzmakov¹,

lecturer, lecturer-researcher;

Il'nur R. Il'yasov¹,

lecturer, lecturer-researcher;

Roman G. Bol'shin²,

Ph.D.(Eng.), lecturer;

Mariya G. Krasnolutskaya²,

Ph.D.(Eng.), lecturer

¹Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russian Federation;

²Private Educational Institution of Additional Professional Education "Educational and Scientific Innovative Center "Omega", Izhevsk, Russian Federation

Abstract. *One of the main pests of bee colonies is the large wax moth, which can destroy up to 30 percent of the honey in the hive. Controlling the behavior of living objects can be based on their positive or negative response to optical radiation characteristics such as spectrum and exposure. Many insects see ultraviolet radiation. Authors suggest using an environmentally friendly method to attract butterflies with optical radiation. (Research purpose) The research purpose is in developing digital electrical technologies using a microprocessor-based automated system that allows controlling the behavior of large wax moth butterflies (*Galleria mellonella*) by implementing attractive characteristics of optical radiation. (Materials and methods) Authors controlled the behavior of a large wax moth using a developed automated system for maintaining the required duration of the experiment and optical radiation parameters. The main element of the system is the ATmega328 microcontroller, the program for which was written using the visual programming of FLProg 5.3.0. (Results and discussion) The use of digital electrotechnologies using the developed microprocessor automated control system on the ATmega328 microcontroller and assembled on the Arduino Uno Board makes it possible to implement energy-saving environmentally friendly light electrotechnologies for controlling the behavior of large wax moth butterflies. Regardless of the duration of the experiment, *Galleria mellonella* butterflies prefer radiation with a wavelength of 400 nanometers. (Conclusions) The experiments confirm that the radiation with a wavelength of 400 nanometers lasting 10 minutes at a temperature of 32 degrees Celsius and a humidity of 60 percent was attractive. These comfortable spectrum parameters allow to control the behavior of *Galleria Mellonella* by luring butterflies to a specific location in the hive.*

Keywords: *microprocessor-based automated systems, behavior control of greater wax moth Galleria Mellonella, optical radiation, exposure.*

For citation: Kondrat'eva N.P., Buzmakov D.V., Il'yasov I.R., Bol'shin R.G., Krasnolutsкая M.G. Tsifrovye elektrotekhnologii dlya upravleniya povedeniem nasekomykh [Digital electrical technologies to control insect behavior]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 9-16 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-9-16.

УДК631.3:621.36 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-17-24

Термоэлектрическая установка осушения и подогрева воздуха в животноводческих помещениях

Дмитрий Анатольевич Тихомиров,
доктор технических наук, главный научный сотрудник, e-mail: tihda@mail.ru;
Станислав Семенович Трунов,
кандидат технических наук, ведущий специалист;
Алексей Васильевич Кузьмичев,
научный сотрудник;
Николай Григорьевич Ламонов,
инженер

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Для борьбы с высокой влажностью в животноводческих помещениях используют общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию. Возможности данного способа поддержания параметров воздуха в помещении в требуемых пределах ограничены. Решить проблему повышенной влажности помогают осушители воздуха, основанные на различных физических принципах. (Цель исследования) Обосновать рациональную функционально-технологическую схему установки осушения и подогрева воздуха на базе элементов Пельтье в помещениях сельхозпроизводства, по результатам ее физического моделирования разработать и испытать действующий образец. (Материалы и методы) Применили методы системного анализа и синтеза существующих знаний в области проводимых исследований по разработке энергоэффективного осушителя и подогревателя воздуха, основанных на положениях теории тепло- и массообмена, термоэлектричества. Обосновали функционально-технологическую схему осушителя и подогревателя воздуха на базе термоэлектрических элементов Пельтье. Разработали макетный образец и провели физическое моделирование процессов теплопередачи от термоэлектрической сборки теплоносителям. Предложили методику расчета теплоэнергетических и конструктивных параметров теплообменных устройств холодной и горячей сторон термоэлектрической сборки. (Результаты и обсуждение) Установили, что тепловая энергия, отводимая горячим контуром и направленная на подогрев осушенного воздуха, превышает энергию, потребляемую из электрической сети на 20-30 процентов. (Выводы) Выявили, что данное конструктивное решение обеспечивает снижение энергозатрат термоэлектрического осушителя воздуха по сравнению с традиционно используемым оборудованием. Показали, что термоэлектрические осушители воздуха экологически безопасны и предназначены для сельскохозяйственных помещений небольшого объема с производительностью по воздуху до 500 кубических метров в час.

Ключевые слова: осушитель и подогреватель воздуха, термоэлектричество, животноводческие помещения, энергосбережение, микроклимат.

Для цитирования: Тихомиров Д.А., Трунов С.С., Кузьмичев А.В., Ламонов Н.Г. Термоэлектрическая установка осушения и подогрева воздуха в животноводческих помещениях // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 17-24. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-17-24.

Thermoelectric Installation for Dehumidification and Heating of Air in Livestock Premises

Dmitriy A. Tikhomirov,

Dr.Sc.(Eng.), chief researcher; e-mail: tihda@mail.ru;

Stanislav S. Trunov,

Ph.D.(Eng.), leading specialist;

Aleksey V. Kuzmichev,

researcher;

Nikolay G. Lamonov,

engineer

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *General supply and exhaust ventilation is used to combat high humidity in livestock premises. The possibilities of this method in maintaining the air parameters within the required limits are limited. Dehumidifiers based on various physical principles help solving the problem of high humidity. (Research purpose) The research purpose is in substantiation of a rational functional and technological scheme for the installation of dehumidification and heating of air based on Peltier elements in the premises of agricultural production, based on the results of its physical modeling, developing, and testing of a working sample. (Materials and methods) Authors used methods of system analysis and synthesis of existing knowledge in the research field on the development of energy-efficient dehumidifier and air heater based on the theory of heat and mass transfer and thermoelectricity. The article presents a functional and technological scheme of the dehumidifier and air heater based on thermo-electric Peltier elements. Authors developed a prototype sample and performed physical modeling of heat transfer processes from thermoelectric assembly to heat carriers. The article presents a method for calculating the heat and power design parameters of heat exchange devices on the cold and hot sides of the thermoelectric assembly. (Results and discussion) It was found that the heat energy withdrawn by the hot circuit and directed to heating the dried air exceeds the energy consumed from the electrical network by 20-30 percent. (Conclusions) This design solution reduces the energy consumption of a thermoelectric dehumidifier compared to traditionally used equipment. Thermoelectric dehumidifiers are environmentally safe and are intended for small-scale agricultural areas with an air capacity of up to 500 cubic meters per hour.*

Keywords: *dehumidifier and air heater, thermoelectricity, livestock premises, energy saving, microclimate.*

For citation: Tikhomirov D.A., Trunov S.S., Kuzmichev A.V., Lamonov N.G. Termoelektricheskaya ustanovka osusheniya i podogreva vozdukhа v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh [Thermoelectric installation for dehumidification and heating of air in livestock premises]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 17-24 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-17-24.

УДК 621.331.3.025.3

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-25-30

Двухфазное короткое замыкание в сети при питании ее от трансформатора с соединением обмоток Y/Δ-11

Александр Сергеевич Серебряков,

доктор технических наук, профессор, e-mail: a.sereb@mail.ru;

Владимир Леонидович Осокин,

кандидат технических наук, доцент, e-mail: osokinvl@mail.ru;

Сергей Александрович Капусткин,

аспирант, e-mail: sk-89@mail.ru

Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Княгинино, Российская Федерация

Реферат. *Рассмотрены основные положения и соотношения для расчета токов короткого замыкания и фазных токов в трехфазном тяговом трансформаторе с соединением обмоток по схеме Y/Δ-11, питающем две однофазные нагрузки в тяговых сетях переменного тока с номинальным напряжением 25 киловольт. От этих трансформаторов получают питание предприятия агропромышленного комплекса, расположенные вдоль железной дороги. (Цель исследования) Обосновать теоретически расчетные формулы для цифровой интеллектуальной релейной защиты при двухфазных коротких замыканиях. (Материалы и методы) Определили, что поскольку сумма мгновенных токов в каждой фазе равна нулю, то каждая фаза трансформатора работает независимо. Выяснили, что это значительно упрощает задачу анализа процессов*

при двухфазном коротком замыкании. Констатировали, что в этом случае задачу расчета токов при коротком замыкании в тяговой сети можно упростить, сведя ее к расчету обычной электрической цепи с тремя неизвестными токами. (Результаты и обсуждение) Привели обоснования и формулы для расчета сопротивлений короткого замыкания для одной фазы трансформатора при соединении вторичной обмотки звездой и треугольником. Сравнили токи в фазах обмоток трансформатора при коротком замыкании для схем $Y/\Delta-11$ и $Y/Y-0$. Установили, что при расчете токов короткого замыкания нет необходимости преобразовывать вторичную обмотку тягового трансформатора из треугольника в звезду. (Выводы) Выявили, что результаты исследования могут быть использованы при переходе систем релейной защиты от электромагнитных реле к современным быстродействующим цифровым устройствам, что позволит повысить эксплуатационную надежность систем электроснабжения тяговых и нетяговых потребителей электроэнергии.

Ключевые слова: трехфазный тяговый трансформатор, схема соединения обмоток трансформатора звезда-треугольник, двухфазное короткое замыкание, индуктивная составляющая полного сопротивления тяговой подстанции, сопротивление двухфазного короткого замыкания.

Для цитирования: Серебряков А.С., Осокин В.Л., Капусткин С.А. Двухфазное короткое замыкание в сети при питании ее от трансформатора с соединением обмоток $Y/\Delta-11$ // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 25-30. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-25-30.

Two-Phase Short Circuit in the Power Grid Powered by a Transformer with a $Y/\Delta-11$ Winding Connection

Aleksandr S. Serebryakov,

Dr.Sc.(Eng.), professor, e-mail: a.sereb@mail.ru;

Vladimir L. Osokin,

Ph.D.(Eng.), associate professor, e-mail: osokinvl@mail.ru;

Sergey A. Kapustkin,

postgraduate, e-mail: sk-89@mail.ru

Nizhny Novgorod State Engineering-Economic University, Knyaginino, Russian Federation

Abstract. *The article describes main provisions and relations for calculating short-circuit currents and phase currents in a three-phase traction transformer with a star-triangle-11 connection of windings, which feeds two single-phase loads in AC traction networks with a nominal voltage of 25 kilovolts. These transformers provide power to the enterprises of the agro-industrial complex located along the railway line. (Research purpose) The research purpose is in substantiating theoretical equations for digital intelligent relay protection in two-phase short circuits. (Materials and methods) It was found that since the sum of instantaneous currents in each phase is zero, each phase of the transformer works independently. We found that this significantly simplifies the task of analyzing processes with a two-phase short circuit. In this case, the problem of calculating short-circuit currents in the traction network can be simplified by reducing it to the calculation of an ordinary electric circuit with three unknown currents. (Results and discussion) The article describes equations for calculating short-circuit resistances for one phase of the transformer when connecting the secondary winding as a star or a triangle. The currents in the phases of the transformer winding at short circuit for the star-triangle-11 and star-star-with-ground schemes are compared. It was found that when calculating short-circuit currents, there is no need to convert the secondary winding of the traction transformer from a triangle to a star. (Conclusions) It was found that the results of the research can be used in the transition of relay protection systems from electromagnetic relays to modern high-speed digital devices, which will increase the operational reliability of power supply systems for traction and non-traction power consumers.*

Keywords: *three-phase traction transformer, star-triangle connection, two-phase short-circuit, inductive component of the total resistance of the traction substation, two-phase short-circuit resistance.*

For citation: Serebryakov A.S., Osokin V.L., Kapustkin S.A. Dvukhfaznoe korotkoe zamykanie v seti pri pitanii ee ot transformatora s soedineniem obmotok $Y/\Delta-11$ [Two-phase short circuit in the power grid powered by a transformer with a $Y/\Delta-11$ winding connection]. *Elektrotehnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 25-30 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-25-30.

Выявление участков ЛЭП с повышенными потерями электроэнергии с помощью мобильных портативных таймеров-электросчетчиков

Александр Владимирович Виноградов,

кандидат технических наук, доцент, winaleksandr@rambler.ru;

Алексей Валерьевич Букреев,

младший научный сотрудник;

Алина Васильевна Виноградова,

кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник;

Вадим Евгеньевич Большев,

научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Выявление участков линий электропередачи 0,4 киловольт с повышенными потерями электроэнергии – актуальная задача, решение которой позволит высвободить часть средств, затрачиваемых электросетевыми компаниями на компенсацию потерь электроэнергии и направить их на реконструкцию, модернизацию электрических сетей. Необходим контроль потребления электроэнергии на участках линий электропередачи и на отпайках к абонентам, сравнение сведений по потреблению. Существующие устройства, анализирующие качество электрической энергии и способные контролировать ток, мощность в сети, например, анализаторы качества электроэнергии, не обладают в полной мере необходимыми качествами, так как предназначены для иных целей, кроме того, они очень дорогие. (Цель исследования) Разработать технические средства для выявления участков линий электропередачи 0,4 киловольт с повышенными потерями электроэнергии, позволяющие также выполнять обследование режимов работы линий электропередачи. (Материалы и методы) Выполнили обзор литературных источников. Проанализировали статистические данные. (Результаты и обсуждение) Разработали технические средства для обследования линий электропередачи 0,4 киловольт и выявления участков с повышенными потерями электроэнергии – таймеры-электросчетчики мобильные портативные однофазные и трехфазные. Определили, что однофазные таймеры-электросчетчики мобильные портативные могут использоваться для обследования однофазных отпайек к абонентам, трехфазные – для обследования любых участков линий электропередачи. Также разработали вариант таймера-электросчетчика мобильного портативного, имеющего до шести независимых датчиков. (Выводы) Установили, что наиболее рационально для выявления потерь электроэнергии на участках линий электропередачи 0,4 киловольт использовать версию таймера-электросчетчика мобильного портативного, оснащенную технологией Wi-Fi передачи данных, так как в этом случае обеспечивается одновременный контроль нескольких участков с возможностью получения информации с датчиков в реальном времени. Выявили, что полученные данные позволяют вычислить технологические и коммерческие потери на участках линии электропередачи и сделать выводы о том, являются ли они завышенными.

Ключевые слова: электроэнергия, потери электроэнергии, энергоаудит, потребление электроэнергии, линии электропередачи 0,4 киловольт.

Для цитирования: Виноградов А.В., Букреев А.В., Виноградова А.В., Большев В.Е. Выявление участков ЛЭП с повышенными потерями электроэнергии с помощью мобильных портативных таймеров-электросчетчиков // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 31-36. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-31-36.

Identification of Power Grid Lines with Increased Power Losses Using Mobile Electric Meters and Timers

Aleksandr V. Vinogradov,

Ph.D.(Eng.), associate professor, winaleksandr@rambler.ru;

Aleksey V. Bukreyev,

junior researcher;

Alina V. Vinogradova,

Ph.D.(Eng.), associate professor, senior researcher;

Vadim E. Bol'shev,
researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Identifying sections of 0.4 kilovolt power grid lines with increased power losses is an urgent task, the solution of which will free up some of the funds spent by power grid companies to compensate for power losses and direct them to the reconstruction and modernization of electric networks. It is necessary to monitor electricity consumption on sections of power grid lines and on the connections of consumers, and compare data on consumption. Existing devices that analyze the quality of electrical energy and can control current and power in the network, such as power quality analyzers, do not have the full necessary qualities, since they are intended for other purposes, and they are also very expensive. (Research purpose) The research purpose is in developing technical means for identifying sections of 0.4 kilovolt power grid lines with increased power losses, which also allow performing a survey of operating modes of power grid lines. (Materials and methods) The article presents a review of literary sources and an analysis of statistical data. (Results and discussion) The article presents developed technical tools for inspection of power grid lines of 0.4 kilovolts and identification of areas with increased losses of electrical energy, portable single-phase and three-phase electric meter and timer. The single-phase mobile electric meter and timer can be used for the survey of single-phase connections of consumers, three-phase one can be used for the survey of any sections of power lines. Authors also developed a version of the portable electric meter and timer with up to six independent sensors. (Conclusions) It is most rational to use a version of the mobile meter and timer equipped with Wi-Fi data transmission technology to detect power losses on sections of 0.4 kilovolts power grid lines, since in this case simultaneous monitoring of several sections is provided with the possibility of obtaining information from sensors in real time. The data allow to calculate technological and commercial losses on power line sections and draw conclusions about whether they are overstated.

Keywords: electricity, power losses, energy audit, electricity consumption, 0.4 kilovolts transmission lines.

For citation: Vinogradov A.V., Bukreev A.V., Vinogradova A.V., Bol'shev V.E. Vyyavlenie uchastkov LEP s povyshennymi poteryami elektroenergii s pomoshch'yu taymerov-elektroschetchikov mobil'nykh portativnykh [Identification of power grid lines with increased power losses using mobile electric meters and timers]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 31-36 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-31-36.

УДК 629.366 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-37-44

Модернизация автомобиля «Ока» в электромобиль «Ока-Э» для нужд фермера по организации и контролю технологических процессов

Валентин Александрович Гусаров,

доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: cosinys50@mail.ru;

Леонид Юрьевич Юферев,

доктор технических наук, главный научный сотрудник;

Олег Алексеевич Рощин,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;

Антон Павлович Споров,

магистрант

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Прирост сельскохозяйственной продукции непосредственно связан с умением организовать технологические процессы, тотальным контролем за производством и качеством выпускаемой продукции. При такой организации производства фермеру необходимо лично вести контроль за качеством продукции, соблюдением технологических процессов, соблюдением техники и противопожарной безопасности на производстве. (Цель исследования) Провести аналитический обзор существующих российских и зарубежных аналогов, выбрать технологические операции предполагаемой разработки. Рассмотреть экспериментальную модель электромобиля, разработанную учеными в Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ. Разработать и изучить кинематическую схему транспортного средства с

электроприводом сельскохозяйственного назначения. (Материалы и методы) Выбрали асинхронный двигатель для транспорта сельскохозяйственного назначения, произвели выбор частотного регулятора, разработали электрическую схему зарядного устройства, произвели сравнение и выбрали аккумуляторные батареи, провели экспериментальные исследования. (Результаты и обсуждение) Переоборудовали бензиновый автомобиль в электромобиль. Описали систему управления электродвигателем. Определили, что электромобиль имеет возможность зарядки аккумуляторов от стандартной электрической сети напряжением 220 вольт, а также от домашней солнечной электростанции, что позволяет значительно снизить затраты. (Выводы) Установили, что электромобиль можно использовать в закрытых помещениях сельскохозяйственных предприятий, не загрязняя их. Выявили, что низкий уровень шума благоприятно сказывается на состоянии животных, что важно для производства мяса и молока. Выяснили, что электромобиль сельскохозяйственного назначения прост в обслуживании и имеет, по сравнению с бензиновыми аналогами, более длительный срок эксплуатации. Констатировали, что электромобиль «ОКА-Э» дает возможность развивать хорошую скорость при своих оборотах, имеет сравнительную долговечность электродвигателя.

Ключевые слова: электромобиль, электропривод, транспортное средство, энергетическое оборудование, возобновляемые источники энергии, асинхронный электродвигатель, аккумуляторы.

Для цитирования: Гусаров В.А., Юферов Л.Ю., Рошин О.А., Споров А.П. Модернизация автомобиля «Ока» в электромобиль «Ока-Э» для нужд фермера по организации и контролю технологических процессов // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. №3(40). С. 37-44. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-37-44.

Modernization of "Oka" Vehicle into "Oka-E" Electric Vehicle for Needs of Farmer on Organization and Control of Technological Processes

Valentin A. Gusarov,

Dr.Sc.(Eng.), leading researcher, e-mail: cosinys50@mail.ru;

Leonid Yu. Yuferev,

Dr.Sc.(Eng.), chief researcher;

Oleg A. Roshchin,

Ph.D.(Eng.), leading researcher;

Anton P. Sporov,

master student

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The increase in agricultural production is directly related to the ability to organize technological processes, total control over production and quality of products. With this organization of production, the farmer must personally monitor the quality of products, compliance with technological processes, compliance with equipment and fire safety in production. (Research purpose) The research purpose is in an analytical review of existing Russian and foreign analogues, selecting technological operations of the proposed development, considering an experimental model of an electric car developed by scientists at the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, developing and studying the kinematic scheme of a vehicle with an electric drive for agricultural purposes. (Materials and methods) The article presents a selected asynchronous motor for agricultural transport, a frequency controller, an electrical diagram of the charger, a comparison and selected batteries, conducted experimental research. (Results and discussion) The article presents a car converted from petrol fuel into an electric. The article describes the motor control system. The electric car has the ability to charge batteries from a standard 220 volt electrical network, as well as from a home solar power plant, which allows to significantly reduce costs. (Conclusions) The electric car can be used in closed premises of agricultural enterprises without polluting them. The low noise level has a positive effect on the condition of animals, which is important for the production of meat and milk. The electric car for agricultural purposes is easy to maintain and has a longer service life compared to its petrol counterparts. The "Oka-E" electric car has a good maximal speed and a comparative durability of the electric motor.*

Keywords: *electric vehicle, electric drive, vehicle, power equipment, renewable energy sources, asynchronous electric motor, batteries.*

For citation: Gusarov V.A., Yuferev L.Yu., Roshchin O.A., Sporov A.P. Modernizatsiya avtomobilya «Oka» v elektromobil' «Oka-E» dlya nuzhd fermera po organizatsii i kontrolyu tekhnologicheskikh protsessov [Modernization of "Oka" vehicle into "Oka-E" electric vehicle for needs of farmer on organization and control of technological processes]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 37-44 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-37-44.

УДК 631.311.86:621.384.3 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-45-49

К вопросу о способах обеззараживания почвы в защищенном грунте

Ирина Геннадиевна Поспелова,

кандидат технических наук, доцент, e-mail: pospelova@mail.ru;

Иван Владимирович Возмищев,

магистр;

Анатолий Михайлович Ниязов,

кандидат технических наук, доцент

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Российская Федерация

Реферат. Почва – благоприятная среда для обитания множества микроорганизмов, болезнетворных бактерий, спор грибов, яиц насекомых в связи с наличием в ней питательных веществ и влаги. Обработку почвы от вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур для обеззараживания можно проводить химическим, энергетическим, термическим, биологическим способами. Наиболее распространенный способ – термический. Это объясняется тем, что многие вредители и возбудители имеют белковую структуру, легко разрушающуюся при повышении температуры, а термический эффект можно получить от различных теплоносителей. (Цель исследования) Разработать энергоэффективный способ обеззараживания почвы с использованием инфракрасного излучения. (Материалы и методы) Показали связь спектральных терморadiационных характеристик почвы с характеристиками инфракрасных излучателей, а именно количество подаваемого тепла, температура, теплопроводность, влажность почвы, а также время воздействия, с целью обоснования рационального режима работы установки для обеззараживания почвы. Построили для этого математическую модель на основе известных законов, определяющих связь между необходимыми параметрами. (Результаты и обсуждение) Предложили установку для обеззараживания почвы инфракрасным излучением. Определили, что высокая энергоэффективность установки достигается высоким коэффициентом полезного действия инфракрасных горелок, и инфракрасное излучение воздействует непосредственно на объект обработки – почву. Представили структурно-логическую и математическую модели инфракрасного энергоподвода. (Выводы) Анализ уравнения кинетики нагрева показал, что предельно допустимые скорости для процесса инфракрасного нагрева почвы зависят от ее теплофизических свойств, предельно допустимой температуры, площади и необходимой глубины прогрева почвы. Выявили, что инфракрасный нагрев и устройство для обеззараживания почвы данным способом позволит энергоэффективно, удобно и быстро провести обработку.

Ключевые слова: обеззараживание почвы, инфракрасный нагрев, температура, инфракрасное излучение, энергоэффективность, время обработки, глубина прогрева, математическая модель, теплопроводность.

Для цитирования: Поспелова И.Г., Возмищев И.В., Ниязов А.М. К вопросу о способах обеззараживания почвы в защищенном грунте // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 45-49. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-45-49.

Soil Disinfection Methods in Protected Ground

Irina G. Pospelova,

Ph.D.(Eng.), associate professor, e-mail: pospelova@mail.ru;

Ivan V. Vozmishchev,

master;

Anatoliy M. Niyazov,

Ph.D.(Eng.), associate professor

Abstract. Soil is a favorable environment for many microorganisms, pathogenic bacteria, fungal spores, insect eggs due to the presence of nutrients and moisture in it. Soil treatment from pests and pathogens of agricultural crops for disinfection can be carried out by chemical, energy, thermal, biological methods. The most common method is thermal. This is because many pests and pathogens have a protein structure that is easily destroyed when the temperature increases, and the thermal effect can be obtained from various heat carriers. (Research purpose) The research purpose is in developing an energy-efficient method of soil disinfection using infrared radiation. (Materials and methods) The article shows the relation between the spectral thermoradiation characteristics of soil with characteristics of infrared emitters, namely the amount of applied heat, temperature, conductivity, soil moisture, and exposure time, to justify the rational mode of operation for decontamination of the soil. The article presents a mathematical model for this purpose based on known laws that determine the relationship between the necessary parameters. (Results and discussion) Authors offered a plant for soil disinfection with infrared radiation. It was found that the high energy efficiency of the installation is achieved by a high efficiency of infrared burners and infrared radiation affects directly the object of treatment, the soil. The article presents structural-logical and mathematical models of infrared power supply. (Conclusions) Analysis of the heating kinetics equation showed that the maximum permissible speeds for the process of infrared heating of the soil depend on its thermophysical properties, the maximum permissible temperature, the area and the required depth of warming of the soil. It was found that infrared heating and a device for disinfecting the soil in this way will allow energy-efficient, convenient and fast processing.

Keywords: soil disinfection, IR heating, temperature, infrared radiation, energy efficiency, processing time, heating depth, mathematical model, thermal conductivity.

For citation: Pospelova I.G., Vozmishchev I.V., Niyazov A.M. K voprosu o sposobakh obezrazhivaniya pochvy v zashchishchennom grunte [Soil disinfection methods in protected ground]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 45-49 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-45-49.

УДК 631.371

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-50-54

Зависимость температуры воздуха ограждающих конструкций и пола в животноводческих помещениях

Алексей Васильевич Кузьмичев,
научный сотрудник, e-mail: alkumkuzm@mail.ru;
Дмитрий Анатольевич Тихомиров,
доктор технических наук, главный научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Комфортность состояния животного обусловлена температурными факторами – температурой воздуха, радиационной температурой помещения и пола. Для обоснованного технического решения по выбору энергетического оборудования для создания нормальных условий содержания животных требуется выявление возможной вариации температурных параметров среды в зоне размещения животных. (Цель исследования) Рассмотреть модели расчета тепловых потерь в грунт. Определить предельные значения изменения температуры пола в зонах нахождения животных. (Материалы и методы) Изучили физическую модель теплопередачи. Выяснили границы области изменения температуры пола в зонах содержания животных в животноводческих помещениях. (Результаты и обсуждение) Показали, что тепловой режим помещения зависит от климатических условий, воздействующих на состояние внутренней среды через ограждающие конструкции и вентиляцию, и технических факторов – конструкции здания, размеров и теплоизоляционных свойств ограждений, отопления. Продемонстрировали, что конструктивный ряд животноводческих помещений различного назначения имеет широкий диапазон, в связи с этим необходимо проводить дополнительную оценку температуры поверхности пола. Констатировали, что инженерная методика расчета температуры поверхности пола определяет при известных текущих значениях температуру в помещении, и позволяет прогнозировать тепловое состояние поверхностей пола в местах нахождения животных. (Выводы) Установили, что метеорологические условия и конструкция зданий, теплоизоляционные свойства ограждений, теплофизические характеристики грунта,

теплоизоляция пола влияют на температурный режим в помещении. Выявили, что для зданий с облегченными конструкциями стен и потолочных перекрытий температура поверхностей воздействует на тепловой режим полов в помещении.

Ключевые слова: температура, сельское хозяйство, модель, эффективность.

Для цитирования: Кузьмичев А.В., Тихомиров Д.А. Зависимость температуры воздуха ограждающих конструкций и пола в животноводческих помещениях // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 50-54. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-50-54.

Dependence of Air Temperature, Enclosing Structures and Floor in Livestock Premises

Aleksey V. Kuz'michev,
researcher, e-mail: alkumkuzm@mail.ru;
Dmitriy A. Tikhomirov,
Dr.Sc.(Eng.), chief researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The comfort of the animals is determined by temperature factors, such as air temperature, radiation temperature of the room and floor. For a reasonable technical decision on the choice of power equipment for creating normal conditions for keeping animals, it is necessary to identify possible variations in the temperature parameters of the environment in the animal housing zone. (Research purpose) The research purpose is in considering the models for calculating heat losses to the ground and determining the limit values for changes in floor temperature in areas where animals are housed. (Materials and methods) The article presents the studied physical model of heat transfer. The article presents the boundaries of changes in floor temperature in the areas of animal keeping in livestock premises. (Results and discussion) The thermal mode of a room depends on the climatic conditions that affect the state of the internal environment through the enclosing structures and ventilation, and technical factors, as the building structure, the size and thermal insulation properties of fences, heating. There are many types of designs of livestock premises for various purposes, and therefore it is necessary to conduct an additional assessment of the floor surface temperature. The engineering method of calculating the floor surface temperature determines the temperature in the room at known current values, and allows to predict the thermal state of the floor surfaces in the locations of animals. (Conclusions) Meteorological conditions and construction of buildings, thermal insulation properties of fences, thermal characteristics of the soil, floor insulation affect the temperature mode in the room. For buildings with lightweight structures of walls and ceilings, the surface temperature affects the thermal mode of floors in the room.*

Keywords: temperature, agriculture, model, efficiency.

For citation: Kuz'michev A.V., Tikhomirov D.A. Zavisimost' temperatury vozdukha ograzhdayushchikh konstrukcij i pola v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh [Dependence of air temperature, enclosing structures and floor in livestock premises]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 50-54 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-50-54.

УДК 631.811 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-55-62

Планирование и проведение отсеивающего эксперимента по исследованию электропроводности воды при электрогидравлическом ударе

Андрей Анатольевич Мусенко,
научный сотрудник, аспирант, e-mail: iier4uk@mail.ru;
Александр Анатольевич Белов,
доктор технических наук, ведущий научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Из аналитического обзора установлено, что имеется 12 факторов, оказывающих влияние на состав воды, для приготовления питательного раствора закрытого грунта: рН воды, нитраты, нитриты, цветность воды, материал электродов, объем камеры, площадь электродов, макроэлементы, микроэлементы, источник воды, время обработки воды (раствора) и патогенная микрофлора. (Цель исследования) Создать план эксперимента и провести его, найти существенные факторы. (Материалы и методы) Ввели 3 фиктивных фактора для проведения эксперимента с использованием плана Плакетта – Бермана, чтобы не повторять их проведение и количество опытов равнялось 16. Добавили Экви-плюс (жидкость) для регулирования рН воды, с целью увеличения нитратов внесли кальциевую селитру (гранулы), нитриты увеличили путем нитрата натрия (гранул). (Результаты и обсуждение) Определили цветность воды с помощью аналитического центра по качеству воды компании Экодар, объем воды регулировался по шкале в рабочем органе, площадь электродов изменялась при помощи замены одних элементов на другие. Выяснили, что количество макроэлементов менялось с помощью гранул хелат железа, микроэлементы регулировали гранулами борной кислоты, время обработки электрогидравлической установки учитывалось механическим секундомером, патогенная микрофлора воды считывалась при помощи прибора Hygiene EnSURE, измеряли электропроводность воды прибором АТЛАНТ 1212. Рассчитали коэффициент дисперсии и при помощи t-критерия Стьюдента определили значимость факторов. (Выводы) Выявили, что при проведении эксперимента с использованием плана Плакетта-Бермана по отсеиванию, существенными факторами на отклик электропроводности служат: наличие макроэлементов; наличие патогенной микрофлоры. Установили, что отбрасывать фактор рН, как не влияющий на величину электропроводности раствора, представляется нецелесообразным.

Ключевые слова: отсеивающие эксперименты, существенные факторы, электрогидравлический эффект, состав воды, питательный раствор, математические расчеты.

Для цитирования: Мусенко А.А., Белов А.А. Планирование и проведение отсеивающего эксперимента по исследованию электропроводности воды при электрогидравлическом ударе // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 55-62. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-55-62.

Planning and Conducting a Screening Experiment for Studying the Electrical Conductivity of Water under Electrohydraulic Shock

Andrey A. Musenko,
researcher, postgraduate, e-mail: iier4uk@mail.ru;
Aleksandr A. Belov,
Dr.Sc.(Eng.), leading researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. From the analytical review, it was found that there are 12 factors that affect the composition of water for preparing a nutrient solution of protected ground: water pH, nitrates, nitrites, water color, electrode material, chamber volume, electrode area, macronutrients, microelements, water source, water treatment time (solution) and pathogenic microflora. (Research purpose) The research purpose is in design of an experiment plan and conducting it, searching for significant factors. (Materials and methods) There are three introduced fictitious factors for the Plakett–Berman plan, so the number of experiments was 16. Equi-plus (liquid) was added to regulate the pH of water, calcium nitrate (granules) was added to increase nitrates, and nitrites were increased by sodium nitrate (granules). (Results and discussion) The color of water was determined using the analytical center for water quality of Ecodar, the volume of water was regulated by a scale in the working body, the area of the electrodes was changed by replacing one element with another. The amount of macronutrients were varied with granules of iron chelate, micronutrients were varied by granules of boric acid, the processing time of the electrohydraulic setup was controlled by a mechanical stopwatch, pathogenic microflora of water was measured using the appliance EnSURE hygiene, the water conductivity is measured by ATLANT 1212. The variance coefficient was calculated and the T-test was used to determine the significance of the factors. (Conclusions) During the experiment of the Plakett-Berman plan for screening, significant factors for the response of electrical conductivity are: the presence of macronutrients; the presence of pathogenic microflora. It is impractical to discard the pH factor, as it does not affect the amount of electrical conductivity of the solution.

Keyword: screening experiments, essential factors, electrohydraulic effect, water composition, nutrient solution, mathematical calculations.

For citation: Musenko A.A., Belov A.A. Planirovanie i provedenie otseivayushchego eksperimenta po issledovaniyu elektroprovodnosti vody pri elektrogidravlicheskom udare [Planning and conducting a screening experiment for studying the electrical conductivity of water under electrohydraulic shock]. *Elektrotehnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 55-62 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-55-62.

УДК 631.3:621.36 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-63-66

Экономическая целесообразность применения полупроводниковых тепловых насосов

Станислав Семенович Трунов,

кандидат технических наук, ведущий специалист, e-mail: alla-rika@yandex.ru;

Алексей Васильевич Кузьмичев,

научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Потребление энергии во всем мире растет непрерывно и все более стремительно. Имеются три пути решения энергетической проблемы в будущем: применение новых и более эффективное использование существующих источников энергии, рациональное использование добытой энергии. Современные технологии разработки месторождений топлива позволяют извлекать в среднем не более 40 процентов содержащегося в недрах, уровень науки и технологии не дает возможности достичь большей степени его извлечения с достаточным экономическим эффектом. Наиболее экономически эффективный, простой и реально осуществимый путь рационального расходования добытой энергии – утилизация отброшенного тепла. Рассмотрели преимущества и возможность применения термоэлектрических тепловых насосов на базе элементов Пельтье. (Цель исследования) Обосновать эффективность применения полупроводниковых тепловых насосов в тепловых технологических процессах на животноводческих объектах. (Материалы и методы) Применили методы системного анализа и синтеза существующих знаний в области проводимых исследований по разработке термоэлектрических тепловых насосов. (Результаты и обсуждение) Скорректировали методику расчета эффективности применения термоэлектрических тепловых насосов. Установили, что тепловая энергия, отводимая горячим контуром, и направленная на подогрев воздуха, превышает энергию, потребляемую из электрической сети. (Выводы) Показали, что коэффициент использования в большинстве современных термоэлектрических установок находится на уровне 3-5, это означает, что с одного затраченного киловатт-часа электрической энергии получается тепловой энергии в 3-5 раз больше. Выявили, что тепловые насосы эффективны, поскольку позволяют иметь возобновляемую энергию, в связи с чем они экономически целесообразны.

Ключевые слова: подогреватель воздуха, термоэлектричество, животноводческие помещения, энергосбережение, микроклимат.

Для цитирования: Трунов С.С., Кузьмичев А.В. Экономическая целесообразность применения полупроводниковых тепловых насосов // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 63-66. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-63-66.

Economic Feasibility of Application Semiconductor Heat Pumps

Stanislav S. Trunov,

Ph.D.(Eng.), leading specialist, e-mail: alla-rika@yandex.ru;

Aleksey V. Kuzmichev,

researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Energy consumption around the world is growing continuously and more rapidly. There are three ways to solve the energy problem in the future: the use of new and more efficient use of existing energy sources and the rational use of extracted energy. Modern technologies for developing fuel deposits allow extracting on average no more than 40 percent of the subsurface content, the level of science and technology does not allow achieving a greater level of its extraction with sufficient economic effect. The most cost-effective, simple and feasible way to efficiently use the extracted energy is to utilize the waste heat. The article considers the advantages and possibility of using thermoelectric heat pumps based on Peltier elements. (Research purpose) The research purpose is in justifying the effectiveness of using semiconductor heat pumps in thermal technological processes at livestock facilities. (Materials and methods) During the study, the authors used methods of system analysis and synthesis of existing knowledge in the field of research on the development of thermoelectric heat pumps. (Results and discussion) The article presents the adjusted methodology for calculating the efficiency of thermoelectric heat pumps. The heat energy withdrawn by the hot circuit, and directed to heating the air, exceeds the energy consumed from the electrical network. (Conclusions) The utilization coefficient in most modern thermoelectric installations is at the level of 3-5, which means that one kilowatt-hour of electrical energy consumed produces 3-5 times more thermal energy. Heat pumps are efficient because they allow to use renewable energy, and therefore they are economically feasible.

Keywords: air heater, thermoelectricity, livestock premises, energy saving, microclimate.

For citation: Trunov S.S., Kuzmichev A.V. Ekonomicheskaya tselesoobraznost' primeneniya poluprovodnikovyykh teplovykh nasosov [Economic feasibility of application semiconductor heat pumps]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 63-66 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-63-66.

УДК 620.91: 631.172

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-67-72

Математическая модель изменения температуры в теплоносителях

Андрей Александрович Новиков,

аспирант, e-mail: Andreyhv@bk.ru;

Николай Ильич Гребенщиков,

аспирант;

Денис Викторович Шилин,

кандидат технических наук, научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Климатические условия на территории России требуют отопления жилого, общественного и производственного фондов. Региональное разнообразие температурных режимов отличает ее от большинства стран мира. Теплоснабжение по расходу первичных топливно-энергетических ресурсов – самый крупный сегмент в энергообеспечении страны. Россия занимает первое место в мире по масштабам теплоснабжения: объему производства тепла, развитию теплофикации, протяженности тепловых сетей, расходу топлива на производство тепла. Требуется разработка современных, энергоэффективных теплогенерирующих установок. Теплоснабжение сельского хозяйства Российской Федерации отстает от передовых стран в 2-3 раза. Разрабатываются различные методы и оборудование, способствующие снижению энергоемкости в тепловых процессах. Важнейшая задача развития и модернизации энергетики и электрификации сельского хозяйства – повышение энергоэффективности систем энергообеспечения на основе рационального и надежного энергоснабжения. Перспективным решением в области энергосбережения в сельском хозяйстве служит применение тепловых насосов. (Цель исследования) Создать математическую модель изменения температуры в теплоносителях. (Материалы и методы) Использовали метод Ньютона для нелинейных систем уравнений. Нашли производные полученных функций системы. (Результаты и обсуждение) Внесли полученные зависимости в программу MatLab. Получили график распределения температур при теплопередаче и график изменения температур теплоносителей вдоль поверхности теплообмена. (Выводы) Предложили математическую модель, пригодную для исследований распределения температур при теплопередаче между двумя и более теплоносителями, которая может быть рекомендована для инженерных расчетов. Определили, что сходимость метода касательных достигается не более чем за 6 итераций, вне зависимости от начальных условий, точность

вычислений составляет 0,1 процента. Выявили наличие статической ошибки в 5-10 процентов при математическом моделировании.

Ключевые слова: математическая модель, теплоноситель, изменение температуры, теплообменник, теплогенерация.

Для цитирования: Новиков А.А., Гребенщиков Н.И., Шилин Д.В. Математическая модель изменения температуры в теплоносителях // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 67-72. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-67-72

Mathematical Model of Temperature Changes in Heating Media

Andrey A. Novikov,
postgraduate, e-mail: Andreyhv@bk.ru;
Nikolay I. Grebenshchikov,
postgraduate;
Denis V. Shilin,
Ph.D.(Eng.), researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *Climate conditions on the territory of Russia require heating of residential, public and industrial buildings. The regional variety of temperature modes distinguishes it from most countries of the world. Heat supply in terms of primary fuel and energy resources consumption is the largest segment in the country's energy supply. Russia ranks first in the world in terms of the scale of heat supply: the volume of heat production, the development of heating, the length of heat networks, and fuel consumption for heat production. Development of modern, energy-efficient heat generating plants is required. Heat supply to agriculture in the Russian Federation lags behind the developed countries by 2-3 times. Various methods and equipment are being developed to reduce energy consumption in thermal processes. The most important task of developing and modernizing energy system and electrifying agriculture is to increase the energy efficiency of energy supply systems based on rational and reliable energy supply. A promising solution in the field of energy saving in agriculture is the use of heat pumps. (Research purpose) The research purpose is in creating a mathematical model of temperature changes in heat carriers. (Materials and methods) Authors used the Newton method for nonlinear systems of equations. The article presents the derivatives of the obtained functions of the system. (Results and discussion) The article presents the graph of the temperature distribution during heat transfer and a graph of changes in the temperature of heat carriers along the heat exchange surface. (Conclusions) The article presents a mathematical model suitable for studying the temperature distribution during heat transfer between two or more heat carriers, which can be recommended for engineering calculations. The convergence of the tangent method is achieved in no more than six iterations, regardless of the initial conditions; the accuracy of calculations is 0.1 percent. A static error is of 5-10 percent in mathematical modeling.*

Keywords: *mathematical model, coolant, temperature change, heat exchanger, heat generation.*

For citation: Novikov A.A., Grebenshchikov N.I., Shilin D.V. Matematicheskaya model' izmeneniya temperatury v teponositelyakh [Mathematical model of temperature changes in heating media]. *Elektrotehnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 67-72. (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-67-72.

УДК: 621.365.55: 631.365.22

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-73-80

Математическое описание влияния параметров выпускного отверстия бункера на движение зерна в СВЧ-конвективной зоне

Алексей Николаевич Васильев,
доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник,
e-mail: vasiliev-viesh@inbox.ru;
Андрей Александрович Цымбал,
соискатель;
Алексей Алексеевич Васильев,

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Один из экологических методов сушки и обеззараживания зерна – его обработка в СВЧ-конвективных установках. Эффективность использования поля СВЧ зависит от равномерности его распространения в зоне обработки зерна. Это обеспечивается конструктивными особенностями СВЧ-активной зоны и волноводов. Значение имеет равномерность перемещения зерна в зоне воздействия микроволновым полем. Важно, чтобы в СВЧ-конвективной зоне наблюдалось гидравлическое движение зерна. В этом случае обеспечивается последовательное прохождение зерном зон с различной напряженностью микроволнового поля и равномерность обработки зерна. (Цель исследования) Получить математическую зависимость влияния параметров выпускного отверстия бункера на движение зерна в СВЧ-конвективной зоне. (Материалы и методы) Определили в соответствии с методикой расчета выгрузных бункеров параметры выгрузного бункера и выпускного отверстия, обеспечивающие истечение зерна без образования статических сводов. Установили, что колебание влажности для различных культур обрабатываемого зерна не приведет к нарушению процесса истечения зерна. Полученное уравнение изменения высоты стрелы динамического свода, в зависимости от его расположения по высоте бункера, позволило определить неравномерность истечения зерна из выпускного отверстия бункера. (Результаты и обсуждение) Выявили, что при выгрузке зерна наблюдается неравномерность его истечения в правой и левой половинах бункера, относительно центральной оси. Показали, что при выгрузке только одного бункера из его левой половины выгружается на 0,84 килограммов пшеницы больше, чем из правой. Выяснили, что такая разница приводит к неравномерности и снижению эффективности обработки зерна в СВЧ-конвективной зоне. (Выводы) Констатировали, что для обеспечения равномерности обработки зерна в СВЧ-конвективной зоне необходимо совершенствовать механизм истечения зерна из выпускного отверстия бункера установки. **Ключевые слова:** бункер, выгрузное отверстие, высота свода зерна, истечение зерна, микроволновое поле, равномерность обработки, СВЧ-обработка зерна.

Для цитирования: Васильев А.Н., Цымбал А.А., Васильев А.А. Математическое описание влияния параметров выпускного отверстия бункера на движение зерна в СВЧ-конвективной зоне // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. №3(40). С. 73-80. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-73-80.

Mathematical Description of the Influence of the Bunker Outlet on the Grain Motion in the Microwave Convective Area

Aleksey N. Vasil'yev,

Dr.Sc.(Eng.), chief researcher, e-mail: vasilev-viesh@inbox.ru;

Andrey A. Tsymlal,
applicant;

Aleksey A. Vasil'yev,
Ph.D.(Eng.), chief researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. One of the environmentally friendly methods of drying and decontamination of grain is its processing in microwave-convective installations. The efficiency of using the microwave field depends on the uniformity of its distribution in the grain processing zone. This is provided by the design features of the microwave core and waveguides. The uniformity of grain movement in the microwave field zone is important. It is important that the grain is moved in the microwave convective zone by hydraulic movement. In this case, the grain passes through zones with different intensity of the microwave field sequentially and the grain processing is uniform. (Research purpose) The research purpose is in making a mathematical dependence of parameters of the hopper outlet on the movement of grain in the microwave convective zone. (Materials and methods) The article presents the parameters of the outlet that ensure the grain flow without forming static arches in accordance with the method of calculating outlet bins. Fluctuations in humidity for different crops of processed grain will not lead to a violation of the grain flow process. The resulting equation for changing the height of the dynamic arch, depending on its location in the height of the hopper, allows to determine the uneven flow of grain from the hopper outlet. (Results and discussion) When unloading grain, there is an uneven flow in the right and left halves of the hopper, relative to the central axis. When only one hopper is unloaded, 0.84 kilograms more wheat is unloaded from its left half than from the right. This difference leads

to uneven and reduced efficiency of grain processing in the microwave-convective zone. (Conclusions) To ensure the uniformity of grain processing in the microwave convective zone, it is necessary to improve the mechanism of grain flow from the outlet of the hopper.

Keywords: hopper, outlet, grain arch height, grain outflow, microwave field, processing uniformity, microwave grain processing.

For citation: Vasil'yev A.N., Tsymbal A.A., Vasil'yev A.A. Matematicheskoe opisaniye vliyaniya parametrov vypusknogo otverstiya bunkera na dvizheniye zerna v SVCh-konvektivnoy zone [Mathematical description of the influence of the bunker outlet on the grain motion in the microwave convective area]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 73-80 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-73-80.

УДК 631.17, 631.816

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-81-86

Концепция точного земледелия на основе понятий идеального поля и цифрового двойника

Геннадий Иванович Личман,

доктор технических наук, главный специалист, e-mail: litchmangiv@yandex.ru;

Валерий Михайлович Коротченя,

кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник;

Игорь Геннадьевич Смирнов,

доктор технических наук, главный научный сотрудник;

Рашид Курбанович Курбанов,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Один из путей повышения эффективности растениеводства – максимальная реализация генетического потенциала сельскохозяйственных культур. Для этого следует создать максимально благоприятные, идеальные условия для роста и развития растений. На всех стадиях роста и развития растений имеются свои показатели, которые должны быть идеальными (оптимальными). (Цель исследования) Разработать алгоритм расчета параметров идеального поля на примере дифференциального внесения удобрений. (Материалы и методы) Применили математическое моделирование с использованием трех основных понятий: функции отзывчивости, цифровой двойник агроэкосистемы (поля) и идеальное поле. Сравнили параметры реального поля с идеальным при помощи цифрового двойника реального поля. (Результаты и обсуждение) Осуществили корректировку показателей идеального поля с учетом параметров фактического поля исходя из планируемой урожайности, требований к агротехнике, используемого критерия оптимизации (целевой функции) и ограничений. Установили, что для принятия оптимальных управленческих решений наряду с агротехническими требованиями к возделыванию конкретной культуры следует уточнять параметры идеального поля, которых необходимо достичь на фактическом поле. Рассмотрели процедуру определения параметров идеального поля на примере применения твердых минеральных удобрений. (Выводы) Разработали алгоритм расчета оптимальных доз дифференцированного внесения удобрений на основе цифрового двойника конкретного поля. Показали, что полученные значения доз используют для уточнения параметров идеального поля и корректировки его в течение срока вегетации. Выяснили, что данный алгоритм возможно применять для принятия оптимальных управленческих решений по дифференцированному посеву, почвообработке, использованию средств защиты растений. Выявили, что по мере накопления данных о состоянии почвы, растений и базы знаний в виде функций отзывчивости растений на те или иные агротехнические приемы можно повысить адекватность цифрового двойника фактического поля и получать более достоверные данные для корректировки параметров идеального поля.

Ключевые слова: функции отзывчивости, идеальное поле, оптимальные решения, управляющие воздействия, цифровой двойник, дифференциальное внесение удобрений.

A Concept of Precision Farming Based on the Notions of the Ideal Field and Digital Twin

Gennadiy I. Lichman,

Dr.Sc.(Eng.), leading specialist, e-mail: litchmangiv@yandex.ru;

Valeriy M. Korotchenya,

Ph.D.(Econ.), leading researcher;

Igor' G. Smirnov,

Dr.Sc.(Eng.), chief researcher;

Rashid K. Kurbanov,

Ph.D.(Eng.), leading researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *One of the ways to increase the efficiency of crop production is to maximize the genetic potential of agricultural crops. To do this, it is necessary to create the most favorable, ideal conditions for the growth of plants. At all stages of growth and development of plants there are their own indicators, which should be ideal (optimal). (Research purpose) The research purpose is in developing an algorithm for calculating the parameters of an ideal field on the example of differential fertilization. (Materials and methods) Authors have used mathematical modeling using three basic concepts: responsiveness functions, the digital double of the agroecosystem (field), and the ideal field. The article presents the comparison of the parameters of the real field with the ideal one using a digital double of the real field. (Results and discussion) the parameters of the ideal field has been adjusted taking into account the parameters of the actual field based on the planned yield, requirements for agricultural technology, the used optimization criterion (the target function), and restrictions. In order to make optimal management decisions, along with the agrotechnical requirements for the cultivation of a particular crop, it is necessary to specify the parameters of the ideal field, which must be achieved in the actual field. The article presents the procedure for calculating the ideal field parameters using the example of solid mineral fertilizers. (Conclusions) The article presents an algorithm for calculating the optimal doses of differentiated fertilizer application based on the digital double of a specific field. The dose values are used to refine the parameters of the ideal field and adjust it during the growing season. The algorithm can be used to make optimal management decisions on differentiated seeding, tillage, and the use of plant protection products. As data on the state of soil, plants and knowledge base are accumulated in the form of plant responsiveness functions to certain agro-technical techniques, it is possible to increase the adequacy of the digital double of the actual field and obtain more reliable data for correcting the parameters of the ideal field.*

Keywords: *responsiveness functions, ideal field, optimal solutions, control actions, digital twin, differential fertilizer application.*

For citation: Lichman G.I., Korotchenya V.M., Smirnov I.G., Kurbanov R.K. Kontseptsiya tochnogo zemledeliya na osnove ponyatiy ideal'nogo polya i tsifrovogo dvoynika [A concept of precision farming based on the notions of the ideal field and digital twin]. *Elektrotehnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 81-86 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-81-86.

УДК 528.8.041.8 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-87-94

Использование теплового канала (LWIR) для оценки состояния посевов и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур

Рашид Курбанович Курбанов,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: smedia@vim.ru;

Наталья Ивановна Захарова,

аспирант;

Ольга Михайловна Гайдук,

Реферат. В точном земледелии тепловое дистанционное зондирование рассматривается как перспективный инструмент, оценивающий температуру поверхности растительности и использующий спутниковые тепловизионные камеры или тепловые камеры на беспилотных летательных аппаратах. (Цель исследования) Провести обзор термальных камер для беспилотных летательных аппаратов и применения теплового канала (LWIR) для изучения состояния сельскохозяйственных культур при мониторинге с помощью беспилотных летательных аппаратов. (Материалы и методы) Использовали научную литературу, материалы отечественных и зарубежных авторов, веб-сайты производителей тепловизионных камер для беспилотных летательных аппаратов. (Результаты и обсуждение) Определили, что современный дрон с тепловизионной камерой служит платформенным решением для мониторинга сельскохозяйственных полей. Выяснили, что тепловые инфракрасные датчики улавливают информацию о температуре объектов теплее абсолютного нуля (-273 градуса Цельсия/ -459 градусов по Фаренгейту) на определенных длинах волн (диапазоны LWIR и MWIR) в количестве, пропорциональном их температуре и генерируют изображения, отображающие эту температуру. Установили, что процесс сбора и обработки термальных данных состоит из нескольких этапов и варьируется в зависимости от подвесного оборудования и целей съемки. Выявили, что зарубежные ученые использовали тепловизионные изображения, полученные с помощью беспилотных летательных аппаратов и тепловой камеры, для оценки состояния растительного покрова, урожайности сельскохозяйственных культур, оросительных систем, для измерения водного стресса, определения фазы зрелости пропашных культур и урожайности плодовых деревьев. (Выводы) Показали, что тепловой канал может быть использован при формировании управленческих решений для оценки растительного покрова, влагообеспеченности посевов, при планировании системы орошения, определении болезней и зараженных культур, готовности урожая к уборке и проведению картирования урожайности.

Ключевые слова: тепловое дистанционное зондирование, тепловой канал (LWIR), БПЛА, мультиспектральная камера, мониторинг, тепловая карта, тепловизионная аэросъемка.

Для цитирования: Курбанов Р.К., Захарова Н.И., Гайдук О.М. Использование теплового канала (LWIR) для оценки состояния посевов и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. N3(40). С. 87-94. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-87-94.

Using a Thermal Channel (LWIR) to Assess Crop Conditions and Predict Crop Yields

Rashid K. Kurbanov,

Ph.D.(Eng.), leading researcher, e-mail: smedia@vim.ru;

Natalya I. Zakharova,

postgraduate;

Ol'ga M. Gayduk,

engineer

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. In precision agriculture, thermal remote sensing is considered a promising tool that estimates the surface temperature of vegetation and uses satellite thermal imaging cameras or thermal cameras on unmanned aerial vehicles. (Research purpose) The research purpose is in reviewing of thermal cameras for unmanned aerial vehicles and the use of a heat channel (LWIR) to study the state of crops when monitoring using unmanned aerial vehicles. (Materials and methods) We used scientific literature, materials of domestic and foreign authors, and websites of manufacturers of thermal imaging cameras for unmanned aerial vehicles. (Results and discussion) A modern drone with a thermal imaging camera serves as a platform solution for monitoring agricultural fields. Thermal infrared sensors capture information about the temperature of objects warmer than absolute zero (-273 degrees Celsius/ -459 degrees Fahrenheit) at certain wavelengths (the LWIR and MWIR ranges) in an amount proportional to their temperature and generate images that display this temperature. The process of collecting and processing thermal data consists of several stages and varies depending on the suspension equipment and the purpose of the survey.

Foreign scientists used thermal images obtained using unmanned aerial vehicles and a thermal camera to assess the state of vegetation cover, crop yields, irrigation systems, to measure water stress, determine the maturity phase of row crops and fruit tree productivity. (Conclusions) The heat channel can be used in the formation of decisions for assessing vegetation cover, crop moisture availability, when planning irrigation systems, determining diseases and infected crops, crop readiness for harvesting and yield mapping.

Keywords: thermal remote sensing, thermal channel (LWIR), UAV, multispectral camera, monitoring, thermal map, thermal aerial photography.

For citation: Kurbanov R.K., Zakharova N.I., Gayduk O.M. Ispol'zovanie teplovogo kanala (LWIR) dlya otsenki sostoyaniya posevov i prognozirovaniya urozhaynosti sel'skohozyaystvennykh kul'tur [Using a thermal channel (LWIR) to assess crop conditions and predict crop yields]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. N3(40). 87-94 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-87-94.

УДК 05.20.02 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-95-102

Разработка энерго- ресурсосберегающих осветительных установок для АПК

Татьяна Александровна Широбокова¹,

кандидат технических наук, доцент, e-mail: 9048336842@mail.ru;

Ирина Геннадьевна Поспелова¹,

кандидат технических наук, доцент;

Мария Алексеевна Набатчикова¹,

аспирант;

Ильшат Ильдарович Иксанов²,

кандидат технических наук, ведущий инженер

¹Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Российская Федерация;

²Филиал ОАО «Сетевая компания» – «Елабужские электрические сети», Агрыз, Российская Федерация

Реферат. Снижение энергетических затрат при производстве продукции агропромышленного комплекса животноводческой продукции за счет поддержания требуемых параметров освещенности – актуальная задача. Наибольший расход электроэнергии в хозяйствах приходится на электроосвещение. Массовый переход к энергоэффективному оборудованию с использованием систем управления в животноводческих и производственных помещениях агропромышленного комплекса, ведет к повышению экономии ресурсов электроэнергии и поддержанию оптимальных режимов микроклимата. (Цель исследования) Разработать энергосберегающие осветительные установки, программу автоматического управления системой освещения и оценить перспективу их применения для предприятий агропромышленного комплекса. (Материалы и методы) Представили обзор разработок, научно обоснованных светодиодных осветительных приборов для поддержания требуемых параметров освещенности в животноводческих и производственных помещениях агропромышленного комплекса с целью экономии электроэнергии. Определили, что техническим эффектом предлагаемых осветительных установок служит снижение потребляемой электрической энергии. В одном случае за счет создания специальной формы кривой силы света, а во втором за счет преобразования тепловой энергии в электрическую, используемую для дополнительного питания светильника. (Результаты и обсуждение) Привели результаты исследований по разработке программы автоматического управления системами освещения для реализации энергосберегающего режима работы. Рассмотрели возможность поддержания, регулирования оптимальной освещенности с помощью программируемых контроллеров. (Выводы) Показали, что анализ состояния и перспектив развития систем освещения показал перспективность разработок научно обоснованных светодиодных осветительных приборов, а также программ регулирования освещенностью в животноводческих помещениях на основе программируемых контроллеров. Установили, что использование системы позволит достичь оптимальных параметров микроклимата, повышения продуктивных и репродуктивных показателей, эффективно использовать оптическое излучение путем сокращения потребления электрической энергии в пределах 30 процентов при неизменном качестве освещения.

Ключевые слова: освещенность, энергоэффективность, светодиодные осветительные приборы, снижение энергопотребления, сила света.

Development of Energy- Resource-Saving Lighting Installations for Agriculture

Tat'yana A. Shirobokova¹,

Ph.D.(Eng.), associate professor, e-mail: 9048336842@mail.ru;

Irina G. Pospelova¹,

Ph.D.(Eng.), associate professor;

Mariya A. Nabatchikova¹,

postgraduate;

Ilshat I. Iksanov²,

Ph.D.(Eng.), leading engineer

¹Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russian Federation;

²Branch of JSC "Grid company" – "Elabuga electric networks", Agryz, Russian Federation

Abstract. Reducing energy costs during the production of agro-industrial livestock production by maintaining the required lighting parameters is an urgent task. The largest consumption of electricity in farms is by electric lighting. The mass transition to energy-efficient equipment, using control systems in livestock and industrial premises of the agro-industrial complex, leads to increased energy savings and maintenance of optimal microclimate mode. (Research purpose) The research purpose is in developing energy-saving lighting installations, a program for automatic control of the lighting system and assessing the prospects for their use for enterprises of the agro-industrial complex. (Materials and methods) The article presents an overview of developments, scientifically based led lighting devices to maintain the required lighting parameters in livestock and industrial premises of the agro-industrial complex, in order to save electricity. Authors have determined that the technical effect of the proposed lighting installations is in reducing the electrical energy consumed. In one of them by creating a special shape of the light intensity curve, and in the second one by converting thermal energy into electrical energy used for additional power supply of the lamp. (Results and discussion) The article presents the results of research on the development of a program for automatic control of lighting systems for the implementation of energy-saving mode of operation. Authors consider the possibility of maintaining and regulating optimal illumination with the help of programmable controllers. (Conclusions) The analysis of the state and prospects of development of lighting systems showed the possibilities of development of scientifically based led lighting devices, as well as programs for regulating lighting in livestock premises based on programmable controllers. The use of the system will allow achieving optimal parameters of the microclimate, increasing productive and reproductive indicators, and effectively use optical radiation by reducing the consumption of electrical energy by up to 30 percent with the same quality of lighting.

Keywords: illumination, energy efficiency, led lighting devices, energy consumption reduction, light intensity.

For citation: Shirobokova T.A., Pospelova I.G., Nabatchikova M.A., Iksanov I.I. Razrabotka energo- resursosberegayushchikh osvetitel'nykh ustanovok dlya APK [Development of energy- resource-saving lighting installations for agriculture]. *Elektrotehnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 95-102 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-95-102.

УДК 631.2 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-103-108

Автоматизированное управление микроклиматом в помещениях свиноводческих комплексов

Виктория Юрьевна Уханова,

кандидат технических наук, старший научный сотрудник, e-mail: u.v.j@yandex.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. При производстве продукции свиноводства большая доля в себестоимости приходится на затраты электрической и тепловой энергии. Снижение энергозатрат – одна из важных задач отрасли. Поэтому актуально выявление и изучение современных технологий и оборудования для свиноводства в связи с постоянным ростом тарифов на электроэнергию, значительными затратами электроэнергии на создание и поддержание микроклимата. (Цель исследования) Провести анализ современных доступных технологий и оборудования для сельскохозяйственного производства, в том числе свиноводства, позволяющих снижать себестоимость производимой продукции. (Материалы и методы) Применены методику определения нормативных показателей энергопотребления энергоресурсов в свиноводческой отрасли, основанную на расчетно-аналитическом методе. Проанализировали автоматизированные системы управления микроклиматом в свиноводческих комплексах с учетом индивидуальных особенностей хозяйств производства компании ОВЕН. (Результаты и обсуждение) Определили, что автоматизированные системы управления микроклиматом позволяют повысить производительность свинокомплексов; снизить затраты электрической и тепловой энергии, вероятность заболевания животных от переохлаждения, повышенной влажности или температуры в помещении, сократить расход кормов; следить за химическим составом воздуха. Рассмотрели три варианта создания микроклимата в помещениях с животными с учетом индивидуальных особенностей предприятий. (Выводы) Показали, что прибыль и рентабельность производства свинины зависят в том числе от уровня технической оснащенности хозяйств, автоматизации, использования энергосберегающих технологий и оборудования. Выявили, что применение инноваций в сельскохозяйственном производстве дает возможность повысить производительность труда в три раза, экономия за счет снижения затрат кормов может достигать нескольких миллионов рублей в год.

Ключевые слова: автоматизация сельхозпроизводства, потребление энергоресурсов, электропотребление, теплотребление, свиноводство.

Для цитирования: Уханова В.Ю. Автоматизированное управление микроклиматом в помещениях свиноводческих комплексов // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. №3(40). С. 103-108. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-103-108.

Automated Control of the Microclimate in the Premises of Pig-Breeding Complexes

Viktoriya Yu. Ukhanova,

Ph.D.(Eng.), senior researcher, u.v.j@yandex.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. In the pig breeding, a large share of the production cost is accounted for by the cost of electricity and heat. Reducing energy costs is one of the important tasks of the industry. It is important to identify and study modern technologies and equipment for pig farming due to the constant increase in electricity tariffs, significant energy costs for creating and maintaining a microclimate. (Research purpose) The research purpose is in an analysis of modern available technologies and equipment for agricultural production, including pig farming, allowing to reduce the cost of production. (Materials and methods) Authors used a method for determining the standard indicators of energy consumption of energy resources in the pig industry, based on the calculation and analytical method. The article presents an analyze of automated microclimate management systems in pig breeding complexes, taking into account the individual characteristics of farms produced by OWEN. (Results and discussion) Automated microclimate management systems can improve the productivity of pig farms; reduce the cost of electrical and thermal energy, reduce the number of diseases of animal from hypothermia, high humidity or temperature in the room, feed consumption; monitor the chemical composition of the air. The article considers three options for creating a microclimate in rooms with animals, taking into account the individual characteristics of enterprises. (Conclusions) The profitability of pig production depend on the level of technical equipment of farms, automation, and the use of energy-saving technologies and equipment. The use of innovations in agricultural production makes it possible to increase labor productivity up to three times, and savings due to reduced feed costs can reach several million rubles a year.

Keywords: automation of agricultural production, energy consumption, power consumption, heat consumption, pig breeding.

Исследование медленной индукции флуоресценции хлорофилла для разделения плодов томатов по степени их зрелости

Юрий Александрович Судник,

доктор технических наук, профессор, e-mail: Sudnikya@mail.ru;

Махмуд Абделхамид Абделхамид,

аспирант

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

Реферат. Зрелость томатов служит базовым параметром, определяющим их качество. Имеющиеся средства контроля зрелости позволяют измерять на определенных длинах волн коэффициенты отражения света от поверхностей плодов томатов. Эти устройства обладают недостатком, заключающимся в недостаточной достоверности оценки стадий зрелости томатов, они не учитывают их внутренние качество и структуру. (Цель исследования) Изучить зависимость степени зрелости томатов от уровня медленной индукции флуоресценции хлорофилла. (Материалы и методы) Предложили новый способ разделения плодов томатов по степени их зрелости, исключающий неточности существующих методов, основанный на физическом явлении медленной индукции флуоресценции хлорофилла. При проведении эксперимента использовали три ботанических сорта томатов с различной окраской зрелых плодов: «Алькаса́ра» (красного цвета); «Ди́кая роза» (розового цвета); «Апельси́н» (желтого цвета). Выбрали для каждого сорта пять степеней зрелости одноразмерных плодов томатов. Провели дисперсионный анализ и сравнение средних значений по критерию Дункана с уровнем значимости при $\alpha \leq 0,05$ с помощью статистического анализа программного обеспечения SPSS V.20. (Результаты и обсуждение) Выявили общую закономерность для данных сортов томатов: по мере созревания плодов уменьшается величина их максимальной индукции флуоресценции F_m и коэффициент удельной фотосинтетической активности томатов K_f . Выяснили, что различия между стадиями созревания с F_m и K_f статистически значимы при $\alpha \leq 0,05$. Определили, что независимо от ботанического сорта, существуют высокие отрицательные корреляции, полученные для параметров медленной индукции флуоресценции хлорофилла, таких как F_m и K_f со зрелостью. (Выводы) Установили зависимость уменьшения уровней максимальной флуоресценции хлорофилла с повышением степени зрелости плодов томатов. Доказали, что предлагаемый способ позволяет достоверно проводить разделение плодов томатов с любой окраской зрелых плодов.

Ключевые слова: исследование, плод томата, степень зрелости, медленная индукция флуоресценции хлорофилла, разделение, качество.

Для цитирования: Судник Ю.А., Абделхамид М.А. Исследование медленной индукции флуоресценции хлорофилла для разделения плодов томатов по степени их зрелости // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 109-114. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-109-114.

Studying the Slow Induction of Chlorophyll Fluorescence for Separation Tomato Fruits by their Maturity

Yuriy A. Sudnik,

Dr.Sc.(Eng.), professor, e-mail: Sudnikya@mail.ru;

Makhmud Abdelkhamid Abdelkhamid,

postgraduate

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The maturity of tomatoes serves as a basic parameter that determines their quality. Available maturity monitoring tools allow to measure the reflection coefficients of light from the surfaces of tomato fruits at certain wavelengths. These devices have the disadvantage of insufficient reliability in assessing the stages of maturity of tomatoes, they do not take into account their internal quality and structure. (Research purpose) The research purpose is in studying the dependence of the maturity of tomatoes on the level of slow induction of chlorophyll fluorescence. (Materials and methods) The article proposes a new method for separating tomato fruits according to their maturity, eliminating the inaccuracies of existing methods, based on the physical phenomenon of slow induction of chlorophyll fluorescence. During the experiment, three botanical varieties of tomatoes with different colors of mature fruits were used: "Alcazar" (red); "Wild rose" (pink); "Orange" (yellow). Five levels of maturity of single-sized tomato fruits were selected for each variety. Authors performed a variance analysis and comparison of the average values for the Duncan criterion with the significance level at $\alpha \leq 0.05$ using statistical analysis of the SPSS V. 20 software. (Results and discussion) The article presents general pattern for these tomato varieties: as the fruit matures, the value of their maximum fluorescence induction F_m and the coefficient of specific photosynthetic activity of tomatoes K_f decreases. The differences between the maturation stages with F_m and K_f are statistically significant at $\alpha \leq 0.05$. Regardless of the botanical variety, there are high negative correlations obtained for parameters of slow chlorophyll fluorescence induction, such as F_m and K_f with maturity. (Conclusions) The dependence of the decrease in the maximum fluorescence levels of chlorophyll with an increase in the maturity of tomato fruits was found. The proposed method allows to reliably separate tomato fruits with any color of mature fruits.

Keywords: studying, tomato fruit, maturity, slow induction of chlorophyll fluorescence, separation, quality.

For citation: Sudnik Yu.A., Abdelkhamid M.A. Issledovaniye medlennoy induktsii fluorestsentsii khlorofilla dlya razdeleniya plodov tomatov po stepeni ikh zrelosti [Studying the slow induction of chlorophyll fluorescence for separation tomato fruits by their maturity]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 109-114 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-109-114.

УДК 632.08 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-115-119

Опτικο-электронная установка для подсчета семян сельскохозяйственных культур

Николай Николаевич Курзин,

доктор технических наук, профессор, e-mail: physics@kubsau.ru;

Дмитрий Васильевич Лебедев,

кандидат технических наук, доцент кафедры;

Евгений Александрович Рожков,

аспирант;

Вадим Алексеевич Безверхий,

бакалавр

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация

Реферат. Современные лабораторные приборы для определения количества семян широко используются на зерноочистительных предприятиях и в научно-исследовательских сельскохозяйственных центрах, но имеют недостатки. (Цель исследования) Разработать инновационную компактную автоматическую оптико-электронную установку для подсчета количества семян, которая будет иметь минимальные габаритные размеры и функционировать согласно заранее заданному алгоритму работы. (Материалы и методы) Определили установочные параметры оптико-электронного прибора для подсчета количества зерен с учетом требований, предъявляемых к лабораторным приборам учета количества семян различных сельскохозяйственных культур. Исследовали работу устройства для подсчета количества семян различных сельскохозяйственных культур с использованием в его основе алгоритма работы, рассчитанного на их применение. Модернизировали установку: изменили подающий механизм, добавили в распознающую систему современные оптико-электронные элементы – оптроны, которые дают возможность осуществить качественный подсчет семян. (Результаты и обсуждение) Установили, что добавленные в конструкцию оптроны после экспериментального исследования 10 000 семян пшеницы, кукурузы, подсолнечника, риса, овса

показали отклонения по времени в зависимости от культуры 5-10 процентов. (Выводы) Определили, что конструкция автоматической опτικο-электронной установки для подсчета количества семян обеспечивает эффективный процесс работы по заранее заданному алгоритму с высокой точностью оценки количества семян (погрешность около 1,8 процентов), прибор имеет минимальные габаритные размеры (3-5 килограммов). Выяснили, что использование двигателя постоянного тока позволяет создать вибрацию на плоскости для подачи семян в зону анализа. Выявили, что разработанная установка имеет минимальное количество элементов, что дает возможность повысить надежность ее работы и долговечность до нескольких десятков лет.

Ключевые слова: семена, алгоритм работы, лаборатория, подсчет количества, массогабаритные параметры, оптрон.

Для цитирования: Курзин Н.Н., Лебедев Д.В., Рожков Е.А., Безверхий В.А. Опτικο-электронная установка для подсчета семян сельскохозяйственных культур // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 115-119. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-115-119.

The Optoelectronic Installation for Counting the Seeds of Agricultural Crops

Nikolay N. Kurzin,

Dr.Sc.(Eng.), professor, e-mail: physics@kubsau.ru;

Dmitriy V. Lebedev,

Ph.D.(Eng.), associate professor;

Evgeniy A. Rozhkov,

postgraduate;

Vadim A. Bezverkhii,

bachelor

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

Abstract. Modern laboratory devices for counting the seeds are widely used in grain-cleaning enterprises and in research and agricultural centers, but they have disadvantages. (Research purpose) The research purpose is in design an innovative compact automatic optical-electronic plant for counting the seeds, which will have a minimum size and function according to a pre-set algorithm. (Materials and methods) The article describes the determined parameters of an optoelectronic device for counting the number of grains, taking into account the requirements for laboratory devices for counting the seeds of various agricultural crops. Authors have studied the operation of a device for counting the seeds of various agricultural crops using a designed algorithm. The installation has been modernized. The feeding mechanism has been changed and modern optoelectronic elements have been added to the recognition system, which make it possible to perform high-quality seed counting. (Results and discussion) It was found that the optocouplers added to the design after an experimental study of 10.000 seeds of wheat, corn, sunflower, rice, and oats showed deviations in time depending on the culture of 5-10 percent. (Conclusions) It was found that the design of an automatic optoelectronic plant for counting the number of seeds provides an effective process of working according to a predetermined algorithm with high accuracy of estimating the number of seeds (an error of about 1.8 percent). The device has a minimum overall size (3-5 kilograms). It was found that using a DC motor allows to create vibration on the plane for feeding seeds to the analysis zone. The developed installation has a minimum number of elements, which makes it possible to increase the reliability of its operation and durability to several decades.

Keywords: seeds, operation algorithm, laboratory, count, weight and size parameters, optocoupler.

For citation: Kurzin N.N., Lebedev D.V., Rozhkov E.A., Bezverkhii V.A. Optiko-elektronnaya ustanovka dlya podscheta semyan sel'skohozyajstvennyh kul'tur [The optoelectronic installation for counting the seeds of agricultural crops]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. N3(40). 115-119 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-115-119.

УДК 637.432

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-120-123

Определение параметров куриного яйца опτικο-электронным способом

Дмитрий Васильевич Лебедев,

кандидат технических наук, доцент, e-mail: dm.lebedev@mail.ru;

Артём Владимирович Яншин,
магистр;
Евгений Александрович Рожков,
аспирант

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Российская Федерация

Реферат. В настоящее время в России на птицефабриках используют машины по сортировке куриных яиц, которые определяют категорию по весу. Также яйца подвергаются овоскопированию, то есть оценке основных параметров содержимого яйца: состояние воздушной камеры, положение желтка и плотность белка. Категория присваивается по самому наихудшему показателю. Во время овоскопирования прибор получает только часть изображения скорлупы, из-за чего падает точность присвоения категории, нет возможности полностью проверить скорлупу куриного яйца на наличие микротрещин. (Цель исследования) Усовершенствовать оптико-электронную установку для сортировки куриных яиц, которая позволит выявить микротрещины на скорлупе, а также повысить точность присвоения категории. (Материалы и методы) Рассмотрели устройство для сортировки куриных яиц. (Результаты и обсуждение) Модернизировали данную установку посредством добавления дополнительной камеры и изменения распределительного механизма. Определили, что усовершенствованная установка работает следующим образом: куриное яйцо подается с помощью транспортера на распределительное устройство, которое имеет отверстия с зажимами; далее при повороте диска продукт проходит сканирование двумя камерами. Выявили, что полученное изображение подается в ЭВМ, где при помощи алгоритма «распознавания параметров семян люцерны» рассчитываются основные параметры яйца и присваивается категория для продукта. Получили полное изображение поверхности куриного яйца. Определили наличие микротрещин на скорлупе. (Выводы) Установили, что в используемый алгоритм необходимо внести несколько дополнительных вычислений по определению состояния воздушной камеры, положения желтка и плотности белка, микротрещин на поверхности скорлупы.

Ключевые слова: куриное яйцо, овоскопирование, микротрещины, скорлупа, параметры, оптико-электронный анализ, распознавание изображения.

Для цитирования: Лебедев Д.В., Яншин А.В., Рожков Е.А. Определение параметров куриного яйца оптико-электронным способом // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. №3(40). С. 120-123. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-120-123.

Determination of Chicken Egg Parameters by Optical-Electronic Method

Dmitriy V. Lebedev,
Ph.D.(Eng.), docent, e-mail: dm.lebedev@mail.ru;
Artyom V. Yanshin,
master;
Evgeniy A. Rozhkov,
postgraduate

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

Abstract. Poultry farms in Russia use machines for sorting chicken eggs, which determine the category by weight. Eggs are ovoscoping, that is, the evaluation of the main parameters of the egg contents: the condition of air cell, position of yolk and protein density. The category is assigned based on the worst indicator. During ovoscoping, the device receives only part of the image of the shell, which reduces the accuracy of category assigning and it is not possible to fully check the shell of a chicken egg for the microcracks. (Research purpose) The research purpose is in improving the optoelectronic device for sorting chicken eggs, which will detect microcracks on the shell, as well as improve the accuracy of category assigning. (Materials and methods) The article presents a device for sorting chicken eggs. (Results and discussion) This device was upgraded by adding a camera and changing the distribution mechanism. The improved installation works as follows: a chicken egg is fed via a conveyor to a switchgear that has holes with clips; when the disk is rotated, the product is scanned with two cameras. The resulting image is fed to a computer, where using the algorithm "recognition of alfalfa seed parameters", the main parameters of the egg are

calculated and a category for the product is assigned. Authors obtained a complete image of the surface of a chicken egg and determined the presence of microcracks on the shell. (Conclusions) The algorithm used requires several additional calculations to determine the state of the air chamber, the position of the yolk and protein density, and microcracks on the surface of the shell.

Keywords: chicken egg, ovoscopy, microcracks, shell, parameters, optoelectronic analysis, image recognition.

For citation: Lebedev D.V., Yanshin A.V., Rozhkov E.A. Opredelenie parametrov kurinogo yaytsa optiko-elektronnym sposobom [Determination of chicken egg parameters by optical-electronic method]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 120-123 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-120-123.

УДК 631.95

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-124-131

Увеличение живой массы разводимой птицы при очистке воздуха комбинированным рециркулятором

Игорь Мамедяревич Довлатов,

младший научный сотрудник, e-mail: dovlatovim@mail.ru;

Леонид Юрьевич Юферов,

доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Проанализировали исследования, связанные с влиянием чистоты воздуха на увеличение живой массы разводимой птицы, а также результаты натурного опыта в виварии с живой птицей. (Цель исследования) Изучить воздействие очистки воздуха комбинированным рециркулятором на увеличение живой массы разводимой птицы. (Материалы и методы) Осуществили совместные испытания со Ставропольским государственным аграрным университетом. Сравнили разработанный рециркулятор «АрУФ» с облучателем-озонатором «ОЗУФ» (разработан ранее в ФНАЦ ВИМ) по влиянию на микроорганизмы и соответствию нормам предельно допустимой концентрации по обсемененности воздушной среды внутри вивария, изменению живой массы птицы от улучшения микроклимата за счет работы разработанного рециркулятора при заданном времени экспозиции 1 час работы, далее 2 часа перерыва, заикленность процесса на протяжении светового дня. Дали описание разработанной установки для комбинированного обеззараживания двумя способами, а также влияние работы этой установки на птицу. (Результаты и обсуждение) Провели обзор эффективности обработки помещений данными методами и влияния на птицу. Установили, что обработка помещений не только уменьшает концентрацию микроорганизмов, но и приводит к увеличению роста дополнительной массы птицы. Определили, что применение рассмотренных способов обеззараживания не позволяет достигнуть 100 процентов обеззараживания помещения. Выяснили, что использование комбинированной установки приводит к приросту дополнительной массы птицы на 7 процентов по сравнению с применением только ультрафиолетового облучения. (Выводы) Выявили, что комбинированное воздействие позволяет получать более высокие показатели по приросту живой массы у птицы, данный результат достигается за счет увеличения эффективности обеззараживания воздуха от патогенной микрофлоры.

Ключевые слова: птица, микроклимат, очистка воздуха, живая масса, привес, испытания, микроорганизмы.

Для цитирования: Довлатов И.М., Юферов Л.Ю. Увеличение живой массы разводимой птицы при очистке воздуха комбинированным рециркулятором // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 124-131. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-124-131.

Increase in Live Weight of Bred Poultry During Air Purification with a Combined Recirculator

Igor' M. Dovlatov,

junior researcher, e-mail: dovlatovim@mail.ru;

Leonid Yu. Yuferev,

Dr.Sc.(Eng.), associate professor, leading researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The article presents analyzed studies related to the effect of air purity on the increase in live weight of bred poultry, as well as the results of field experience in vivariums with live poultry. (Research purpose) The research purpose is in studying the effect of air purification by a combined recirculator on the increase in live weight of bred poultry. (Materials and methods) Joint tests with the Stavropol State Agrarian University were carried out. The article compares developed “ArUF” recirculator with feed-ozonizer “O/UF” (developed earlier in FSAC VIM) to influence the microorganisms and the standards of maximum permissible concentration at the contamination of the air environment inside the vivarium, change in live weight of birds from improved microclimate due to the work of developed recirculator at a given exposure time of 1 hour of work time and two hours of break during the whole day. The article presents a description of the developed installation for combined disinfection in two ways, as well as the effect of it on poultry. (Results and discussion) A review of the efficiency of processing premises with these methods and the impact on poultry are presented in the article. The treatment of premises not only reduces the concentration of microorganisms, but also leads to an increase in the growth of additional poultry mass. The use of the considered methods of disinfection does not allow to achieve 100 percent disinfection of the premises. The use of a combined installation leads to an increase in the additional mass of poultry by 7 percent compared to the use of ultraviolet radiation alone. (Conclusions) The combined effect allows to get higher indicators for the growth of live weight in poultry, this result is achieved by increasing the efficiency of air disinfection from pathogenic microflora.*

Keywords: *poultry, microclimate, air purification, live weight, weight gain, testing, microorganisms.*

For citation: Dovlatov I.M., Yuferev L.Yu. Uvelichenie zhivoy massy razvodimoy ptitsy pri oчитке vozdukhа kombinirovannym retsirkulyatorom [Increase in live weight of bred poultry during air purification with a combined recirculator]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 124-131 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-124-131.

УДК 631.371

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-132-137

Предварительный расчет параметров солнечной водоподъемной установки

Александр Сергеевич Парахнич,

аспирант, младший научный сотрудник, e-mail: parahnich1995@mail.ru;

Леонид Юрьевич Юферев,

доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *Сельское хозяйство – один из важнейших элементов хозяйственного комплекса Республики Крым, что подтверждается высокой освоенностью территорий – около 70 процентов площади полуострова. Чтобы исключить острую нехватку воды предлагается разработать автономную систему, работающую на энергии солнца. Это даст возможность обеспечить водой для полива сельскохозяйственные земли. (Цель исследования) Найти и обосновать оптимальные технические решения, позволяющие устранить проблему водоснабжения сельскохозяйственных предприятий Республики Крым. (Материалы и методы) Проанализировали агроклиматические особенности полуострова Крым. Представили данные глубины залегания водоносного слоя на территории Крыма, годовой энергетический потенциал солнечной и ветровой энергии. Предложили вариант водоснабжения при помощи систем добычи артезианской воды, работающих на энергии солнца. Произвели расчет параметров системы солнечного водоснабжения. Привели схему ее работы. (Результаты и обсуждение) Выявили, что основное преимущество солнечной установки для добычи воды заключается в возможности использовать ее автономно в удаленных районах, не прибегая к строительству дорогостоящих инженерных сооружений, что позволяет локально решать проблему водоснабжения. Выяснили, что для обеспечения поливной нормы культуры яблоня на территории одного гектара при достаточной солнечной инсоляции водоподъемная фотоэлектрическая установка служит подходящим техническим решением. Определили общую мощность и площадь фотоэлектрической станции. (Выводы) Установили, что площадь фотоэлектрической станции не превышает одного процента от общей площади орошаемого поля. Показали, что данная установка даст возможность решить задачу*

водоснабжения в регионе, повысить урожайность и общий уровень жизни населения. Констатировали, что установка занимает малую площадь и имеет высокую производительность.

Ключевые слова: фотоэлектричество, орошение, расчет водоподъемника, насосы, оросительная норма.

Для цитирования: Парахнич А.С., Юферов Л.Ю. Предварительный расчет параметров солнечной водоподъемной установки // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N3(40). С. 132-137. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-132-137.

Preliminary Calculation of the Solar Water-Lifting Installation

Aleksandr S. Parakhnich,

postgraduate, junior researcher, e-mail: parahnich1995@mail.ru;

Leonid Yu. Yuferev,

Dr.Sc.(Eng.), associate professor, chief researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Agriculture is one of the most important elements of the economic complex of the Republic of Crimea, which is confirmed by the high development of territories, about 70 percent of the area. To eliminate the acute shortage of water, the article proposes an autonomous system powered by solar energy. This will make it possible to provide water for irrigation on agricultural land. (Research purpose) The research purpose is in searching for and justifying optimal technical solutions for eliminating the problem of water supply to agricultural enterprises of the Republic of Crimea. (Materials and methods) Authors have analyzed the agro-climatic features of the Crimean Peninsula. The article presents the data on the depth of the aquifer on the territory of Crimea, the annual energy potential of solar and wind energy. The article proposes a variant of water supply using artesian water extraction systems powered by solar energy. Authors have calculated the parameters of the solar water supply system. The article presents a diagram of its work. (Results and discussion) The main advantage of a solar installation for water extraction is the ability to use it autonomously in remote areas, without resorting to the construction of expensive engineering structures, which allows us to solve the problem of water supply locally. To ensure the irrigation rate of the apple tree on the territory of one hectare with sufficient solar insolation, a water-based photovoltaic installation is a suitable technical solution. The article presents the total capacity and area of the photovoltaic plant. (Conclusions) The area of the photovoltaic station does not exceed one percent of the total area of the irrigated field. This installation will make it possible to solve the problem of water supply in the region, increase productivity and the overall standard of living of the population. The installation occupies a small area and has a high performance.

Keywords: photoelectricity, irrigation, calculation of a water-lift, pumps, irrigation rate.

For citation: Parakhnich A.S., Yuferev L.Yu. Predvaritel'nyy raschet parametrov solnechnoy vodopod'emnoy ustanovki [Preliminary calculation of the solar water-lifting installation]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N3(40). 132-137 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-3-132-137.