

Энергоэффективная конструкция проточного водонагревателя

Игорь Юрьевич Шелехов¹,

кандидат технических наук, доцент, promteplo@yandex.ru;

Игорь Вячеславович Алтухов²,

доктор технических наук, профессор;

Вадим Дансарунович Очиров²,

кандидат технических наук, заведующий кафедрой

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Российская Федерация;

²Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, поселок Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Российская Федерация

Реферат. Обеспечение водоснабжением предприятий сельскохозяйственного назначения отличается от водоснабжения промышленных предприятий. В зависимости от технологического процесса требуется обеспечение водой соответствующего качества с необходимой температурой. В связи с тем, что сельскохозяйственное производство потребляет большое количество подогретой воды и оно имеет периодический характер, применение классических устройств нагрева воды нецелесообразно из-за низкой эффективности. (Цель исследования) Изучить энергоэффективность проточного водонагревателя различных конструкций. (Материалы и методы) Рассмотрели нагревательные элементы, которые применяются в устройствах нагрева воды. Использовали для исследования температурных параметров восьмиканальный измеритель температуры фирмы ОВЕН УКТ38 с комплектом термопар, для контроля электрофизических параметров – прибор «Энергомер» марки МТ4014 и мультиметр В7-35. (Результаты и обсуждение) Показали, что полупроводниковые нагревательные элементы, изготовленные по технологии, представленной в патенте № 172386, превосходят трубчатые нагревательные элементы по таким параметрам как надежность и эффективность. Определили экспериментально, что при длительной эксплуатации температура на греющем элементе у трубчатого нагревательного элемента находится в предельном значении. Установили, что проточные нагреватели воды с данными нагревательными элементами могут использоваться только в повторно-кратковременном режиме работы. Выяснили, что при длительной эксплуатации температура на греющем элементе у полупроводникового нагревательного элемента не меняется и не превышает предельных значений, режим работы проточных нагревателей воды с полупроводниковыми нагревательными элементами – повторно-продолжительный. (Выводы) Выявили, что применение новых технических решений и новых технологий для обеспечения горячего водоснабжения на предприятиях сельскохозяйственного назначения поможет повысить надежность и эффективность применяемого оборудования.

Ключевые слова: проточный водонагреватель, полупроводниковый нагревательный элемент, энергосбережение, горячее водоснабжение, сельскохозяйственные здания.

Для цитирования: Шелехов И.Ю., Алтухов И.В., Очиров В.Д. Энергоэффективная конструкция проточного водонагревателя // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 3-8. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-3-8.

Energy-Efficient Design of an Instantaneous Water Heater

Igor' Yu. Shelekhov¹,

Ph.D.(Eng.), associate professor, promteplo@yandex.ru;

Igor V. Altukhov²,

Dr.Sc.(Eng.), professor;

Vadim D. Ochirov²,

Ph.D.(Eng.), chief of the chair

¹Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation;

²Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevskiy, Molodezhnyy settlement, Irkutsk district, Irkutsk region, Russian Federation

Abstract. Water supply for agricultural enterprises differs from water supply for industrial enterprises. Depending on the technological process, it is necessary to provide water of the appropriate quality with the required temperature. Because agricultural production consumes a large amount of heated water and it has a periodic nature, the use of classical water heating devices is impractical due to low efficiency. (Research purpose) The research purpose is in

studying the energy efficiency of a flow-through water heaters of various designs. (Materials and methods) Authors reviewed the heating elements that are used in water heating devices. An eight-channel ARIES UKT38 temperature meter with a set of thermocouples was used to study the temperature parameters, and an Energomer device of the MT4014 brand and a V7–35 multimeter were used to control the electrophysical parameters. (Results and discussion) Semiconductor heating elements manufactured using the technology presented in patent No. 172386 are superior to tubular heating elements in such parameters as reliability and efficiency. During long-term operation, the temperature on the heating element at the tubular heating element is in the limit value. Flow-through water heaters with these heating elements can only be used in repeated-short-term operation mode. During long-term operation, the temperature on the heating element of the semiconductor heating element does not change and does not exceed the limit values, and the operating mode of flow water heaters with semiconductor heating elements is repeatedly-continuous. (Conclusions) The use of new technical solutions and new technologies for providing hot water supply at agricultural enterprises will help to increase the reliability and efficiency of the equipment used.

Keywords: *instantaneous water heater, semiconductor heating element, energy saving, hot water supply, agricultural buildings.*

For citation: Shelekhov I.Yu., Altukhov I.V., Ochirov V.D. Energoeffektivnaya konstruksiya protochnogo vodonagrevatelya [Energy-efficient design of an instantaneous water heater]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 3-8 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-3-8.

УДК 621.438: 658.261

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-9-16

Перспектива применения собственной ТЭС для энергоснабжения агроинженерного центра ВИМ

Валентин Александрович Гусаров,

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

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *По мере расширения промышленного производства, развития инфраструктуры, ввода в строй нового технологического оборудования, увеличиваются потребности в энергии, а значит, возрастает роль надежного энергоснабжения промышленных предприятий. С помощью электроэнергии производится освещение территории предприятия, цехов, лабораторий, приводятся в действие станки и механизмы, осуществляется автоматическое управление теплоснабжением помещений и другими технологическими процессами. От уровня надежности и безопасности поставок тепла и электроэнергии зависит стабильность работы предприятия и его экономическая эффективность. (Цель исследования) Определить экономическую эффективность от применения собственной теплоэлектростанции на базе газотурбинного энергоагрегата. (Материалы и методы) Показали преимущества от использования собственной теплоэлектростанции, работающей на природном газе. Привели наиболее эффективный баланс производства тепловой и электрической энергии. (Результаты и обсуждение) Предложили строительство собственной теплоэлектростанции для теплоэлектроснабжения определенных проектом зданий и сооружений на территории ФНАЦ ВИМ. Рассмотрели наметившуюся тенденцию строительства промышленными предприятиями собственных электростанций, которые дают возможность обеспечивать себя теплом и электричеством самостоятельно, и гарантируют более надежное функционирование цехов и подразделений за счет снижения простоев и срывов технологических процессов. (Выводы) Установили, что применение теплоэлектростанции на базе газотурбинного энергоагрегата позволит получить годовую прибыль, обеспечит энергонезависимость, повысит надежность энергоснабжения, увеличит рентабельность производства. Выявили, что многие крупные предприятия, преследуя экономические цели, наряду с собственным обеспечением электроэнергией, осуществляют поставку «излишней» энергии централизованным сетям, зачастую уровень поставки энергии «на экспорт» значительно превосходит уровень собственного потребления.*

Ключевые слова: *газотурбинная теплоэлектростанция, тепловая энергия, электрическая энергия, экономическая эффективность, годовой расход тепловой энергии, годовой расход электроэнергии.*

The Prospect of Using Own TPP in Power Supply of Federal Scientific Agroengineering Center VIM

Valentin A. Gusarov,
Dr.Sc.(Eng.), chief researcher, e-mail: cosinys50@mail.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. As industrial production expands, infrastructure develops, and new technological equipment is put into operation, energy needs increase, which means that the role of reliable energy supply to industrial enterprises increases. Electricity is used to light the territory of the enterprise, workshops, and laboratories, operate machines and mechanisms, automatically control the heat supply of premises and other technological processes. The level of reliability and security of heat and electricity supplies determines the stability of the enterprise and its economic efficiency. (Research purpose) The research purpose is in studying the economic efficiency of using own thermal power plant based on a gas turbine power unit. (Materials and methods) The article presents the advantages of using own thermal power plant that runs on natural gas. The most efficient balance of heat and electric energy production was determined. (Results and discussion) The article presents the construction of thermal power plant for the heat supply of buildings and structures defined by the project on the territory of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM. The article considers the emerging trend of industrial enterprises building their own power plants, which make it possible to provide themselves with heat and electricity independently and guarantee more reliable operation of workshops by reducing downtime and disruptions of technological processes. (Conclusions) The use of a thermal power plant based on a gas turbine power unit will allow to get an annual profit, ensure energy independence, increase the reliability of power supply, and increase the profitability of production. Many large enterprises, pursuing economic goals, along with their own electricity supply, supply «excess» energy to centralized networks, often the level of energy supply «for export» significantly exceeds the level of their own consumption.

Keywords: gas turbine thermal power plant, thermal energy, electric energy, economic efficiency, annual heat consumption, annual electricity consumption.

For citation: Gusarov V.A. Perspektiva primeneniya sobstvennoy TES dlya energosnabzheniya agroinzhenerenogo centra VIM [The prospect of using own TPP in power supply of Federal Scientific Agroengineering Center VIM]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 9-16 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-9-16.

УДК 621.316.98 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-17-28

Расчет параметров коронного разряда для мультитросовой молниезащиты

Сергей Владимирович Вендин,
доктор технических наук, профессор, e-mail: elapk@mail.ru;
Сергей Владимирович Соловьев,
кандидат технических наук, доцент;
Станислав Витальевич Килин,
старший преподаватель;
Алексей Олегович Яковлев,
старший преподаватель

Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, Белгород, Российская Федерация

Реферат. Приведены результаты теоретических исследований расчета параметров коронного разряда при защите территории подстанций от прямых ударов молнии с использованием мультитросовой молниезащиты. Параметры коронного разряда имеют важное значение при расчете потерь энергии в проводах воздушной линии электропередачи в плохую погоду. (Цель исследования) Разработать расчетную модель и провести

анализ процессов при молниезащите подстанции путем размещения над ней параллельных заземленных тросов, подвешенных на опорах, которые вынесены за пределы территории подстанции. (Материалы и методы) Положили в основу решения известное соотношение для типичной дипольной модели заряженной ячейки грозового облака. (Результаты и обсуждение) Привели расчетные теоретические зависимости, математическую постановку и алгоритм численного расчета двумерной задачи, составляющие основу для расчета мультитросовой молниезащиты, а также результаты расчетов тросовой молниезащиты трансформаторной подстанции на основе двумерного численного моделирования и сравнение результатов расчетов по аналитическим выражениям с результатами двумерного численного моделирования. Выявили, что, несмотря на заметное различие между предельными токами, рассчитанными разными методами, отличие от них среднего между ними тока невелико по сравнению с самими токами, поэтому для определения фактического тока можно использовать его среднее арифметическое значение. (Выводы) Показали, что полученные результаты позволяют учитывать изменение параметров короны, формирующейся в электрическом поле грозового облака, вдоль его длины троса из-за его провеса, так как такие изменения входных параметров оказывают заметное влияние на коронный процесс, в некоторых случаях оно оказывается более существенным по сравнению с влиянием, связанным с реальным провесом тросов.

Ключевые слова: молниезащита, моделирование, коронный разряд, грозотрос, коронирование.

Для цитирования: Вендин С.В., Соловьев С.В., Килин С.В., Яковлев А.О. Расчет параметров коронного разряда для мультитросовой молниезащиты // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 17-28. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-17-28.

Calculation of Corona Discharge Parameters for Multi-Wire Lightning Protection

Sergey V. Vendin,

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

Sergey V. Solov'ev,

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

Stanislav V. Kilin,

senior lecturer;

Alexey O. Yakovlev,

senior lecturer

Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorin, Belgorod, Russian Federation

Abstract. *The article presents the results of theoretical calculating the parameters of a corona discharge when protecting the territory of substations from direct lightning strikes using multi-drop lightning protection. The parameters of the corona discharge are important when calculating the energy losses in the wires of overhead power lines in bad weather. (Research purpose) The research purpose is in developing a computational model and analyze the processes of lightning protection of a substation by placing parallel grounded cables suspended on supports that are placed outside the substation territory. (Materials and methods) The solution is based on a well-known relation for a typical dipole model of a charged thundercloud cell. (Results and discussion) The article present the calculated theoretical dependences, mathematical formulation and algorithm for numerical calculation of the two-dimensional problem that form the basis for calculating multi-wire lightning protection, as well as the calculation results of cable lightning protection of a transformer substation based on two-dimensional numerical modeling and comparison of the results of calculations using analytical expressions with the results of two-dimensional numerical modeling. Despite the noticeable difference between the limit currents calculated by different methods, the difference between the average current between them is small compared to the currents themselves, so one can use its arithmetic mean to determine the actual current. (Conclusions) The obtained results allow to take into account changes in the parameters of the corona formed in the electric field of a thundercloud along its cable length due to its sag, since such changes in the input parameters have a noticeable effect on the corona process, in some cases it is more significant than the effect associated with the actual sag of the cables.*

Keywords: lightning protection, modeling, crown discharge, lightning bolt, corona.

For citation: Vendin S.V., Solov'ev S.V., Kilin S.V., Yakovlev A.O. Raschet parametrov koronnogo razryada dlya mul'titrosovoj molniezashchity [Calculation of corona discharge parameters for multi-wire lightning protection]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 17-28 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-17-28.

Резонансная система передачи электроэнергии для создания Wi-Fi информационных сетей и сбора информации жилищно-коммунальных услуг

Леонид Юрьевич Юферов,

доктор технических наук, главный научный сотрудник, e-mail: leouf@yandex.ru;

Антон Павлович Споров,

магистрант

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Резонансные системы передачи электроэнергии предназначены для электроснабжения удаленных электропотребителей малой и средней мощности, а также для освещения помещений и территорий. Системы включают устройства преобразования частоты, линии электропередачи и устройства обратного преобразования напряжения в необходимое напряжение потребителю. Данная система может служить для передачи электроэнергии по линиям электропередач к точкам доступа Wi-Fi. (Цель исследования) Провести анализ LPWAN-сетей. Разработать комплект оборудования для резонансной передачи электроэнергии, рассчитать стоимость проекта, описать работу комплекта резонансной системы. (Материалы и методы) Использовали материалы, оборудование и приборы: трехфазный выпрямитель с конденсаторным фильтром, электронную схему управления передачи, силовых ключей и резонансного колебательного контура (трансформатора). (Результаты и обсуждение) Для разработки и изготовления установки применили принцип работы резонансной системы электропередачи, основанный на использовании двух трансформаторов, работающих на повышенной частоте 5-15 кГц, и однопроводной линии между ними с напряжением линии 1-10 кВт при работе в резонансном режиме, на котором система работает на частоте 7-9 кГц, и при напряжении в линии электропередачи 1500 вольт позволяет передавать электроэнергию по однопроводной линии электропередачи мощностью до 8000 ватт на расстояние до 1,5 километров. Провели анализ особенностей LPWAN-сети. Разработали комплект оборудования для резонансной передачи электроэнергии, передающие и приемные блоки. (Выводы) Показали научное и практическое значение результатов выполненных исследований: представили комплект резонансной системы передачи электроэнергии, рассчитали стоимость проекта, описали принцип работы системы.

Ключевые слова: резонансная система, передача энергии, электроснабжение, электроснабжение потребителей, система электропередачи.

Для цитирования: Юферов Л.Ю., Споров А.П. Резонансная система передачи электроэнергии для создания Wi-Fi информационных сетей и сбора информации жилищно-коммунальных услуг // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 29-34. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-29-34.

Resonant Power Transmission System for the Creation of Wi-Fi Information Networks and Receiving of Information from Housing and Communal Services

Leonid Yu. Yuferev,

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

Anton P. Sporov,

master's student, engineer

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Resonant power transmission systems are designed for power supply to remote consumers of small and medium power, as well as for lighting of premises and territories. The systems include frequency conversion devices, power lines, and reverse voltage conversion devices to the required voltage for the consumer. This system can be used for transmitting electricity via power lines to Wi-Fi access points. (Research purpose) The research purpose is in

analyzing LPWAN networks, developing a set of equipment for resonant power transmission, calculating the project cost and describing the operation of the resonant system set. (Materials and methods) During the study, the next materials, equipment, and devices were used: a three-phase rectifier with a capacitor filter, an electronic transmission control circuit, power switches and a resonant oscillating circuit (transformer). (Results and discussion) To design and manufacture the installation, authors used the principle of operation of the resonant power transmission system based on the use of two transformers, operating at a frequency of 5-15 kilohertz, and single-wire line between them with a line voltage of 1-10 kilovolts when operating in a resonant mode at which the system operates at a frequency of 7-9 kilohertz, and the voltage in the transmission line of 1500 volts allows to transmit electricity through the single-wire transmission line with a capacity of up to 8,000 watts at a distance of 1.5 kilometers. Authors analyzed the features of the LPWAN network and developed a set of equipment for resonant power transmission, transmitting and receiving units. (Conclusions) The scientific and practical significance of the results is in: a set of resonant power transmission systems, calculated the cost of the project, and the principle of operation of the system.

Keywords: resonance system, power transmission, power supply, power supply to consumers, power transmission system.

For citation: Yuferev L.Yu., Sporov A.P. Rezonansnaya sistema peredachi elektroenergii dlya sozdaniya Wi-Fi informatsionnykh setey i sbora informatsii zhilishchno-kommunal'nykh uslug [Resonant power transmission system for the creation of Wi-Fi information networks and receiving of information from housing and communal services]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 29-34 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-29-34.

УДК: 631.53.027.3:519.673 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-35-43

Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян

Алексей Алексеевич Васильев,

кандидат технических наук, старший научный сотрудник;

Алексей Николаевич Васильев,

доктор технических наук, профессор, e-mail: vasilev-viesh@inbox.ru;

Дмитрий Александрович Будников,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;

Антон Александрович Шарко,

инженер

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Использование электрофизических воздействий для предпосевной обработки семян служит эффективным способом повышения их посевных качеств. Применение этих методов ограничено тем, что для их реализации требуется новое технологическое оборудование в линиях обработки зерна. Данная проблема решается проще, когда для предпосевной обработки используют установки для активного вентилирования и сушки зерна. (Цель исследования) Определить с помощью компьютерного моделирования возможность использования установок активного вентилирования и сверхвысокочастотных конвективных зерносушилок для предпосевной обработки зерна и оценить эффективность такой обработки. (Материалы и методы) Констатировали, что при внешнем воздействии на семена, расположенные в плотном слое, необходимо обеспечить равномерность их обработки. Осуществили предпосевную обработку семян на реальных установках. Высевали обработанные семена на экспериментальных делянках и оценивали результаты обработки. (Результаты и обсуждение) Получили графики изменения температуры и влажности зерна в процессе обработки. Провели для проверки реализуемости предпосевной обработки моделирование процессов воздушно-тепловой и сверхвысокочастотной конвективной обработки семян. Показали по итогам полевых экспериментов, что воздушно-тепловая обработка стимулирует развитие вторичных корней растений, способствует интенсивному приросту зеленой массы растений; сверхвысокочастотная конвективная обработка семян позволяет увеличить количество продуктивных стеблей у растений, количество колосьев у одного растения. (Выводы) Установили, что технологическое оборудование, предназначенное для сушки, активного вентилирования зерна эффективно может быть использовано для предпосевной обработки семян. Выявили в ходе полевых экспериментов, что, применяя

различные виды внешнего воздействия на семена при их предпосевной обработке, возможно управлять структурой урожая.

Ключевые слова: семена, предпосевная обработка, СВЧ-конвективная обработка, воздушно-тепловая обработка, компьютерное моделирование.

Для цитирования: Васильев А.А., Васильев А.Н., Будников Д.А., Шарко А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 35-43. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-35-43.

Modeling and Experimental Verification of Air-Thermal and Microwave-Convective Presowing Seed Treatment

Aleksey A. Vasil'ev,

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

Aleksey N. Vasil'ev,

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

Dmitriy A. Budnikov,

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

Anton A. Sharko,

engineer

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The use of electrophysical influences for pre-sowing treatment of seeds is an effective way to increase their sowing quality. The use of these methods is limited by the fact that their implementation requires new technological equipment in grain processing lines. This problem is solved more easily when pre-sowing processing is performed using installations for active ventilation and grain drying. (Research purpose) The research purpose is in determining the possibility of using active ventilation units and ultra-high-frequency convective grain dryers for pre-sowing grain processing and to evaluating the effectiveness of such processing using computer modeling. (Materials and methods) It is necessary to ensure the uniformity of processing with external influence the seeds placed in a dense layer. Authors carried out pre-sowing treatment of seeds on real installations. Treated seeds were sown in experimental plots and the results of treatment were evaluated. (Results and discussion) The article presents graphs of changes in grain temperature and humidity during processing. To check the feasibility of pre-sowing treatment, authors performed modeling of air-heat and ultra-high-frequency convective seed treatment processes. Based on the results of field experiments, air-heat treatment stimulates the development of secondary plant roots, contributes to an intensive increase in the green mass of plants; ultra-high-frequency convective seed treatment allows increasing the number of productive stems in plants, the number of ears in one plant. (Conclusions) Technological equipment designed for drying and active ventilation of grain can be effectively used for pre-sowing seed processing. In the course of field experiments, it was revealed the possibility of controlling the structure of the crop using different types of external influence on seeds during their pre-sowing processing.*

Keywords: seeds, pre-sowing treatment, microwave-convective treatment, air-heat treatment, computer simulation.

For citation: Vasil'ev A.A., Vasil'ev A.N., Budnikov D.A., Sharko A.A. Modelirovanie i rezul'taty predposevnoy SVCh i konvektivno-teplovoy obrabotki semyan [Modeling and experimental verification of air-thermal and microwave-convective presowing seed treatment]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 35-43 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-35-43.

УДК 621.383

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-44-50

Технология сборки базовых модулей ТФЭ на основе применения аддитивных технологий

Владимир Александрович Майоров,

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

Алексей Сергеевич Свиридов,

младший научный сотрудник;

Юлия Александровна Лопатина,
научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Основная задача в разработках концентрирующих систем – снижение неоднородного распределения освещенности по фокальному пятну, определяющее распределение на приемнике концентрированного излучения, что влияет на эффективность тепло- и фотопреобразователей. (Цель исследования) Провести моделирование для расчета, технологии изготовления конструкции и исследования характеристик теплофотозлектрического модуля с заданными энергетическими параметрами. (Материалы и методы) Рассмотрели новые теплофотозлектрические модули, включающие фотоприемники и концентраторы, обеспечивающие эффективное преобразование солнечной энергии в тепловую. Основу исследований составили приемы математического моделирования с использованием законов фотоэлектричества, геометрической оптики, а также тепло- и массообмена. Использовали для создания модели опытного образца солнечного модуля систему автоматизированного проектирования КОМПАС-3D, в качестве изготовления полученных САD-моделей задействовали технологию 3D-печати FDM. Провели стендовые и натурные испытания компонентов и комплексов солнечных энергосистем с целью уточнения расчетных параметров. (Результаты и обсуждение) Исследовали разработанный солнечный модуль с параболическим концентратором и линейчатый фотоприемник с несимметричным профилем, снабженный системой протока теплоносителя, физико-математические модели, на основании которых рассчитали: конструктивные параметры модуля; распределение концентрации солнечного излучения по ширине фотоприемника; зависимости распределения температуры нагрева теплоносителя по профилю фотоприемника. Спроектировали макет базового теплофотозлектрического модуля, в котором скругленная нижняя часть поворотной стойки, закрепленной на оси, позволяет создавать поворот в осевом направлении держателей фотоприемника в пределах 20 градусов с механизмом крепления юстированного положения. (Выводы) Выявили, что на основании проведенной на стенде юстировки сохраняется идентичное расположение приемников концентрированного солнечного излучения относительно концентраторов в установке.

Ключевые слова: теплофотозлектрические модули, солнечное излучение, концентраторы, геометрическая оптика, приемник, 3D-печать, FDM, КОМПАС-3D, САD-модель.

Для цитирования: Майоров В.А., Свиридов А.С., Лопатина Ю.А. Технология сборки базовых модулей ТФЭ на основе применения аддитивных технологий // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 44-50. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-44-50.

Assembly Technology of PVT-Modules Based on 3D-Technologies

Vladimir A. Mayorov,
Dr.Sc.(Eng.), leading researcher, e-mail: solarlab@mail.ru;
Aleksey S. Sviridov,
junior researcher;
Yuliya A. Lopatina,
researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. The main task in the development of concentrating systems is in reducing the inhomogeneous distribution of illumination over the focal spot, which determines the distribution of concentrated radiation on the receiver, which affects the efficiency of heat and photo converters. (Research purpose) The research purpose is in modeling for calculation, construction manufacturing and research of characteristics of a thermal photovoltaic module with specified energy parameters. (Materials and methods) The article considers new thermal photovoltaic modules that include photodetectors and concentrators that provide efficient conversion of solar energy into heat. The research is based on mathematical modeling techniques using the laws of photoelectricity, geometric optics, and heat and mass transfer. The computer-aided design system COMPASS-3D was used to create a prototype model of the solar module, and the FDM 3D printing technology was used to produce the resulting CAD models. Authors conducted bench and field tests of components and complexes of solar power systems in order to clarify the design parameters. (Results and discussion) During the study of a developed solar module with parabolic concentrators and a discrete

photodetector with asymmetric profile, with a system of the coolant flow, physical and mathematical models on the basis of which was calculated: the structural parameters; the distribution of concentration of solar radiation across the width of the photodetector; dependences of the distribution of the heating temperature of the coolant over the profile of the photodetector. Authors designed a layout of the basic thermal photovoltaic module, in which the rounded lower part of the rotary rack fixed on the axis allows to create a rotation in the axial direction of the photodetector holders within ± 20 degrees with a mechanism for fixing the adjusted position. (Conclusions) Based on the alignment carried out on the stand, the identical location of the receivers of concentrated solar radiation relative to the concentrators in the installation is preserved.

Keywords: thermoelectric modules, solar radiation, concentrators, geometric optics, receiver, 3D printing, FDM, КОМПАС-3D, CAD-model.

For citation: Mayorov V.A., Sviridov A.S., Lopatina Yu.A. Tekhnologiya sborki bazovykh moduley TFE na osnove primeneniya additivnykh tekhnologiy [Assembly technology of PVT-modules based on 3D- technologies]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 44-50 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-44-50.

УДК 621.383

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-51-56

Результаты численного моделирования производительности солнечного концентраторного модуля с тепло-фотоэлектрическим приемником

Дмитрий Семенович Стребков¹,

доктор технических наук, академик РАН, профессор, научный руководитель,
e-mail: nauka-ds@mail.ru;

Наталья Сергеевна Филиппченкова²,

кандидат технических наук, ведущий инженер

¹Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация;

²Акционерное общество «Объединенная энергетическая компания», Москва, Российская Федерация

Реферат. В сфере энергоснабжения объектов агропромышленного комплекса возрастает интерес к разработке конструкций и инженерных систем с использованием возобновляемых источников энергии, в том числе солнечных концентраторных тепло-фотоэлектрических модулей, объединяющих в одной конструкции фотоэлектрические модули и солнечные коллекторы. Применение технологии концентраторных тепло-фотоэлектрических модулей дает возможность повысить электрическую производительность солнечных элементов за счет их охлаждения при эксплуатации, позволяет значительно снизить потребность в централизованном электро- и теплоснабжении предприятий агропромышленного комплекса. (Цель исследования) Произвести численное моделирование тепловых процессов, протекающих в солнечном концентраторном тепло-фотоэлектрическом модуле. (Материалы и методы) Использовали аналитические методы математического моделирования солнечного концентраторного тепло-фотоэлектрического модуля. Реализовали математическую модель солнечного концентраторного тепло-фотоэлектрического модуля в компьютерной программе ANSYS Fluent. Получили контуры распределения температуры, давления теплоносителя в канале модуля при различных значениях расхода теплоносителя на входе. Произвели верификацию разработанной модели модуля на основании данных, полученных аналитическим путем. (Результаты и обсуждение) Определили, что результаты сравнения расчетных данных с результатами компьютерного моделирования показывают высокую сходимость полученных с помощью компьютерной модели сведений – относительная погрешность находится в допустимых пределах. (Выводы) Выявили, что разработанная конструкция солнечного концентраторного тепло-фотоэлектрического модуля обеспечивает эффективное охлаждение фотопреобразователей (температура фотопреобразователей находится в рабочем диапазоне) при сроке службы модуля не менее двадцати пяти лет. Установили, что использование жалюзийного гелиостата в разработанной конструкции солнечного концентраторного тепло-фотоэлектрического модуля позволяет в два раза повысить производительность концентратора.

Ключевые слова: солнечный концентраторный тепло-фотоэлектрический модуль, концентратор солнечной энергии, солнечная энергетическая установка, жалюзийный гелиостат.

Для цитирования: Стребков Д.С., Филиппченкова Н.С. Результаты численного моделирования производительности солнечного концентраторного модуля с тепло-фотоэлектрическим приемником // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 51-56. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-51-56.

Results of the Performance Numerical Simulation of a Solar Concentrator Module with a Thermal-Photovoltaic Receiver

Dmitriy S. Strebkov¹,

Dr.Sc.(Eng.), academician of the Russian Academy of Sciences, professor, scientific adviser,
e-mail: nauka-ds@mail.ru;

Natal'ya S. Filippchenkova²,

Ph.D.(Eng.), leading engineer

¹Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation;

²JSC "United Energy Company", Moscow, Russian Federation

Abstract. *In the field of energy supply to agro-industrial facilities, there is an increasing interest in the development of structures and engineering systems using renewable energy sources, including solar concentrator thermal and photovoltaic modules that combine photovoltaic modules and solar collectors in one structure. The use of the technology of concentrator heat and photovoltaic modules makes it possible to increase the electrical performance of solar cells by cooling them during operation, and significantly reduces the need for centralized electricity and heat supply to enterprises of the agroindustrial complex. (Research purpose) The research purpose is in numerical modeling of thermal processes occurring in a solar concentrator heat-photovoltaic module. (Materials and methods) Authors used analytical methods for mathematical modeling of a solar concentrator heat and photovoltaic module. Authors implemented a mathematical model of a solar concentrator heat and photovoltaic module in the ANSYS Fluent computer program. The distribution contours of temperature and pressure of the coolant in the module channel were obtained for different values of the coolant flow rate at the inlet. The verification of the developed model of the module on the basis of data obtained in an analytical way has been performed. (Results and discussion) The results of comparing the calculated data with the results of computer modeling show a high convergence of the information obtained with the use of a computer model, the relative error is within acceptable limits. (Conclusions) The developed design of the solar concentrator heat and photovoltaic module provides effective cooling of photovoltaic cells (the temperature of photovoltaic cells is in the operating range) with a module service life of at least twenty-five years. The use of a lowered heliostat in the developed design of a solar concentrator heat and photovoltaic module can double the performance of the concentrator.*

Keywords: solar module, solar concentrator, solar power installation, louver heliostat, thermal receiver.

For citation: Strebkov D.S., Filippchenkova N.S. Rezul'taty chislenного modelirovaniya proizvoditel'nosti solnechnogo konsentratornogo modulya s teplo-fotoelektricheskim priemnikom [Results of the performance numerical simulation of a solar concentrator module with a thermal-photovoltaic receiver]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 51-56 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-51-56.

УДК 662.997:641.47 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-57-62

Динамика тепловых потерь конвекцией и излучением сферического аккумулятора тепла солнечных установок

Шавкат Исакович Клычев¹,

доктор технических наук, старший научный сотрудник, директор;

Сагдулла Абдуллаевич Бахрамов¹,

доктор физико-математических наук, академик, научный консультант;

Валерий Владимирович Харченко²,

доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник;

Владимир Анатольевич Панченко^{3, 2},

кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник,

e-mail: pancheska@mail.ru

¹Научно-технический центр с конструкторским бюро и опытным производством Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан;

²Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация;

³Российский университет транспорта, Москва, Российская Федерация

Реферат. Для повышения эффективности работы солнечных установок, в том числе солнечных коллекторов (водонагреватели, воздушонагреватели, сушилки), необходимы аккумуляторы энергии (тепла). Одна из задач конструирования аккумуляторов тепла – обеспечение его минимальных теплопотерь. Рассмотрена задача определения распределения температур и тепловых потерь конвекцией и излучением системы теплоизоляция – аккумулирующее тело (вода) для шарового аккумулятора тепла при симметричных граничных условиях. Задача решается численно по программе, разработанной на основе предложенного «метода зазоров». (Цель исследования) Определить тепловые потери конвекцией и излучением двухслойного шарового аккумулятора тепла с симметричными граничными условиями. (Материалы и методы) Использовали уравнение теплопроводности Фурье для сферических тел. Выяснили граничные и начальные условия для тел и их поверхностей. (Результаты и обсуждение) Установили, что на динамику и величины теплопотерь влияют толщина теплоизоляции и объем аккумулятора тепла. Констатировали, что эффект от увеличения толщины теплоизоляции уменьшается с увеличением ее толщины, начиная с некоторого объема аккумулятора тепла или с $R > 0,3$ метра тепловые потери во времени изменяются практически линейно. Показали, что динамика теплопотерь с увеличением срока хранения уменьшается, однако потери остаются большими. (Выводы) Разработали методику и программу численного расчета теплопотерь и температур во времени в шаровом двухслойном аккумуляторе тепла с симметричными граничными условиями, учитывающие как падающее, так и собственное излучение. Выявили, что предложенная методика позволяет унифицировать граничные условия между контактирующими телами.

Ключевые слова: солнечные тепловые установки, аккумуляторы тепла, численные методы, уравнение теплопроводности.

Для цитирования: Клычев Ш.И., Бахрамов С.А., Харченко В.В., Панченко В.А. Динамика тепловых потерь конвекцией и излучением сферического аккумулятора тепла солнечных установок // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 57-62. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-57-62.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства инновационного развития Республики Узбекистан в рамках научного проекта № ОТ-ФЗ -14.

Dynamics of thermal losses by convection and radiation of the spherical heat accumulator of solar plants

Shavkat I. Klychev¹,

Dr.Sc.(Eng.), senior researcher, director;

Sagdulla A. Bakhramov¹,

Dr.Sc.(Phys.-Math.), academician, scientific consultant;

Valeriy V. Kharchenko²,

Dr.Sc.(Eng.), professor;

Vladimir A. Panchenko^{3,2},

Ph.D.(Eng.), associate professor, senior researcher, e-mail: pancheska@mail.ru

¹Scientific and Technical Center with a Design Bureau and Pilot Production of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan;

²Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation;

³Russian University of Transport, Moscow, Russian Federation

Abstract. There are needed energy (heat) accumulators to increase the efficiency of solar installations, including solar collectors (water heaters, air heaters, dryers). One of the tasks of designing heat accumulators is to ensure its minimal heat loss. The article considers the problem of determining the distribution of temperatures and heat losses by convection and radiation of the heat insulation–accumulating body (water) system for a ball heat accumulator under symmetric boundary conditions. The problem is solved numerically according to the program developed on the basis of the proposed «gap method». (Research purpose) The research purpose is in determining heat losses by convection and radiation of a two-layer ball heat accumulator with symmetric boundary conditions. (Materials and

methods) Authors used the Fourier heat equation for spherical bodies. The article presents the determined boundary and initial conditions for bodies and their surfaces. (Results and discussion) The thickness of the insulation and the volume of the heat accumulator affect the dynamics and values of heat loss. The effect of increasing the thickness of the thermal insulation decreases with increasing its thickness, starting with a certain volume of the heat accumulator or with $R > 0.3$ meters, the heat losses change almost linearly over time. The dynamics of heat loss decreases with increasing shelf life, but the losses remain large. (Conclusions) Authors have developed a method and program for numerical calculation of heat loss and temperature over time in a spherical two-layer heat accumulator with symmetric boundary conditions, taking into account both falling and intrinsic radiation. The proposed method allows to unify the boundary conditions between contacting bodies.

Keywords: solar thermal installations, heat accumulators, numerical methods, heat conduction equation.

For citation: Klychev Sh.I., Bakhranov S.A., Kharchenko V.V., Panchenko V.A. Dinamika teplovykh poter' konveksiyey i izlucheniem sfericheskogo akkumulyatora tepla solnechnykh ustanovok [Dynamics of thermal losses by convection and radiation of the spherical heat accumulator of solar plants]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 57-62 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-57-62.

УДК 631.1.004.18:636.22/28 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-63-67

Исследование процесса очистки биогаза от сернистых соединений с использованием аппарата вихревого слоя

Дмитрий Александрович Ковалев,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: kovalev_da80@mail.ru;

Андрей Александрович Ковалев,

кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Использование биогаза для работы утилизационного оборудования в чистом виде неприемлемо из-за высокого содержания сернистых соединений (сероводорода), что приводит к коррозии контактирующих с биогазом металлических частей оборудования и снижению его срока службы. Рассмотрели различные способы очистки биогаза от сернистых соединений. (Цель исследования) Изучить процесс очистки биогаза от сернистых соединений путем сульфирования в аппарате вихревого слоя. (Материалы и методы) Создали в лаборатории биоэнергетических и сверхкритических технологий ВИМ экспериментальную установку – аппарат вихревого магнитного слоя. Применили информационные методы исследования, включая стандартные аналитические методы современного системного подхода, обработки и анализа. (Результаты и обсуждение) Установили, что количество сероводорода в биогазе резко снижалось и при времени пребывания газа в рабочей камере установки 5 минут не превышало 20 частей на миллион. Выявили, что концентрация углекислого газа снижалась незначительно. Констатировали, что вода, находящаяся в рабочей камере установки, служит растворителем для поступающих газов, а ферромагнитные частицы истираясь, образуют тонкодисперсный (20-50 микрометров) порошок железа, который вступает в химическую реакцию с растворенным сероводородом с образованием сульфида железа. Выяснили, что быстровращающиеся ферромагнитные частицы создают большую поверхность контакта жидкости и газа, что улучшает поглощение сероводорода и углекислого газа. (Выводы) Показали принципиальную возможность очистки биогаза от сернистых соединений путем сульфирования в аппарате вихревого слоя. Предложили способ усовершенствования процесса очистки путем повышения давления и снижения температуры воды в рабочей камере аппарата вихревого слоя.

Ключевые слова: биогаз, сероводород, сульфирование, аппарат вихревого слоя, очистка биогаза.

Для цитирования: Ковалев Д.А., Ковалев А.А. Исследование процесса очистки биогаза от сернистых соединений с использованием аппарата вихревого слоя // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 63-67. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-63-67.

Research of the Process of Cleaning Biogas from Sulfur Compounds Using the Vortex Layer Apparatus

Dmitriy A. Kovalev,

Ph.D.(Eng.), leading researcher, e-mail: kovalev_da80@mail.ru;

Andrey A. Kovalev,

Ph.D.(Eng.), chief researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The use of biogas for the operation of recycling equipment in its pure form is unacceptable due to the high content of sulfur compounds (hydrogen sulfide), which leads to corrosion of metal parts of the equipment contacting with biogas and reduces its service life. The article considers various ways of cleaning biogas from sulfur compounds. (Research purpose) The research purpose is in studying the process of biogas purification from sulfur compounds by sulfonating in the vortex layer apparatus. (Materials and methods) The laboratory of bioenergetic and supercritical technologies of VIM created an experimental device of a vortex magnetic layer. Authors used information research methods, including standard analytical methods of modern system approach, processing and analysis. (Results and discussion) The amount of hydrogen sulfide in the biogas was sharply reduced and when the gas stayed in the working chamber for 5 minutes, it did not exceed 20 parts per million. The concentration of carbon dioxide decreased slightly. The water in the working chamber of the installation serves as a solvent for incoming gases, and the ferromagnetic particles, when worn out, form a fine (20-50 micrometers) iron powder, which reacts chemically with dissolved hydrogen sulfide to form iron sulfide. Fast-rotating ferromagnetic particles create a large contact surface of liquid and gas, which improves the absorption of hydrogen sulfide and carbon dioxide. (Conclusions) It is possible to purify biogas from sulfur compounds by sulfonating in the vortex layer apparatus. The article proposes a method for improving the cleaning process by increasing the pressure and reducing the temperature of water in the working chamber of the vortex layer apparatus.*

Keywords: *biogas, hydrogen sulfide, sulfonating, vortex layer apparatus, biogas purification.*

For citation: Kovalev D.A., Kovalev A.A. Issledovanie protsessa ochistki biogaza ot sernistykh soedineniy s ispol'zovaniem apparata vikhrevogo sloya [Research of the process of cleaning biogas from sulfur compounds using the vortex layer apparatus]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 63-67 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-63-67.

УДК 636.934.55 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-68-74

Многоуровневая оптико-электронная система контроля жизнедеятельности соболей

Дмитрий Васильевич Лебедев,

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

Евгений Александрович Рожков,

аспирант

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

Реферат. *Соболь считается символом России. Шкурки пушного зверя добывались охотничьим промыслом. Это стало основной причиной уменьшения численности зверя, который практически был истреблен. Переломили данную ситуацию ученые-охотоведы, начавшие разводить его в питомниках и выпускать. Россия – лидирующая страна, поставляющая шкурки на мировой рынок. Важно правильно спроектировать ферму для соболя, учитывая научные разработки в достижении экономической прибыли, не нарушая популяции зверьков. Наибольшее распространение получила технология разведения соболей клеточного наземного типа. Однако данная технология имеет ряд недостатков. Поэтому разработка оптимальной технологии разведения соболей с максимальным экономическим эффектом и низкими затратами человеческого труда – актуальная проблема отрасли по производству пушнины. (Цель исследования) Провести аналитический обзор существующих технологий разведения соболей и разработать*

многоуровневую оптико-электронную систему контроля жизнедеятельности соболей при подземном клеточном содержании. (Материалы и методы) Рассмотрели основные преимущества и недостатки имеющихся технологий содержания и разведения соболей. (Результаты и обсуждение) Предложили технологию подземного клеточного содержания соболей с автоматическим контролем микроклимата и жизнедеятельности животных с целью повышения качества пушины и сокращения затрат труда. Определили возможность реализации оптимальных условий для нормальной жизнедеятельности соболей не только в условиях севера, но и в регионах с высокой температурой. (Выводы) Разработали схему многоуровневой подземной соболиной фермы клеточного типа с оптико-электронным контролем микроклимата и жизнедеятельности животных. Выполнили аналитическое описание соотношения основных параметров и алгоритма работы многоуровневой оптико-электронной системы контроля жизнедеятельности соболей.

Ключевые слова: соболев, ферма, подземная, оптико-электронный контроль, шерсть, параметры, режимы работы, автоматизация, камера.

Для цитирования: Лебедев Д.В., Рожков Е.А. Многоуровневая оптико-электронная система контроля жизнедеятельности соболей // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 68-74 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-68-74.

Multi-Level Optical-Electronic System for Monitoring the Vital Activity of Sables

Dmitriy V. Lebedev,

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

Evgeniy A. Rozhkov,

postgraduate

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

Abstract. Sable is considered a symbol of Russia. Animal furs were obtained by hunting. This was the main reason for the decrease in the number of the animals, which was almost exterminated. This situation was changed by hunting scientists who started breeding it in nurseries and releasing it. Russia is a leading country that supplies furs to the world market. It is important to design a sable farm correctly, taking into account scientific developments in achieving economic profit without disturbing the animal population. The most widespread technology is the breeding of ground-type cellular. However, this technology has a number of disadvantages. Therefore, the development of optimal technology for breeding with maximum economic effect and low costs of human labor is an urgent problem in the fur industry. (Research purpose) The research purpose is in conducting an analytical review of existing technologies for breeding sables and develop a multi-level optical-electronic system for monitoring the vital activity of sables in underground cell content. (Materials and methods) The article considers the main advantages and disadvantages of existing technologies for keeping and breeding sables. (Results and discussion) Authors propose a technology for underground cell keeping of sables with automatic control of microclimate and animal life in order to improve the quality of furs and reduce labor costs. The article determines the possibility of implementing optimal conditions for the normal life of sables not only in the North, but also in regions with high temperatures. (Conclusions) The article presents a scheme for a multi-level underground sable farm of a cellular type with optoelectronic control of the microclimate and vital activity of animals. The article presents an analytical description of the main parameters and the algorithm of operation of a multi-level optical-electronic system for monitoring the vital activity of sables.

Keywords: sable, farm, underground, optoelectronic control, wool, parameters, operating modes, automation, camera.

For citation: Lebedev D.V., Rozhkov E.A. Mnogourovnevaya optiko-elektronnaya sistema kontrolya zhiznedejatel'nosti soboley [Multi-level optical-electronic system for monitoring the vital activity of sables]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 68-74 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-68-74.

Дмитрий Васильевич Лебедев,
кандидат технических наук, доцент, e-mail: dm.lebedev@mail.ru;
Евгений Александрович Рожков,
аспирант

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

***Реферат.** Производство куриных яиц в мире, не сбавляя темпов, перешло за 1 триллион штук. В условиях насыщения и перенасыщения многих местных рынков сбыта, пищевые яйца транспортируются в другие, иногда отдаленные регионы или залеживаются на складах, прилавках магазинов, теряя свою свежесть и пищевые качества. Для обеззараживания поверхности куриных яиц может использоваться озон, который подавляет микроорганизмы. Основываясь на дезинфекционных и дезинсекционных свойствах озона, предлагается обрабатывать куриные яйца озонированным воздухом после их сортировки опико-электронным методом. (Цель исследования) Разработать метод обеззараживания поверхности и опико-электронной сортировки куриных пищевых и холодильниковых яиц, исследовать эффективность проведенных операций по сравнению с традиционными методами. (Материалы и методы) Определили эффективность работы опико-электронной системы сортировки и электроозонирования куриных яиц на базе лабораторной установки в Кубанском ГАУ. Достоверность результатов подтверждается многократной повторностью исследований и воспроизводимостью полученных сведений, использованием общепринятых методов, приборов и математической обработкой экспериментальных данных. (Результаты и обсуждение) Провели экспериментальное исследование по определению эффективности электроозонирования куриных яиц по сравнению с традиционными методами. Установили рациональные параметры и режимы работы опико-электронной установки для контроля скорлупы куриных яиц. (Выводы) Выполнили аналитическое описание соотношения основных параметров опико-электронной установки для контроля скорлупы куриных яиц. Разработали принципиальную электрическую схему по исследованию параметров и режимов работы установки. Выявили, что наибольшая эффективность электроозонирования куриных яиц достигается при концентрации озона 1000 миллиграмм на метр кубический и времени озонирования 30 минут, уничтожается до 99 процентов вредных микроорганизмов и вирусов на скорлупе.*

***Ключевые слова:** озон, обеззараживание, контроль, опико-электронное зрение, куриные яйца, параметры, режимы работы, автоматизация, камера.*

Для цитирования: Лебедев Д.В., Рожков Е.А. Исследование эффективности озонирования куриных яиц // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК.* 2020. Т. 67. N4(41). С. 75-82. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-75-82.

Research on the Effectiveness of Ozonation of Chicken Eggs

Dmitriy V. Lebedev,
Ph.D.(Eng.), associate professor; e-mail: dm.lebedev@mail.ru;
Evgeniy A. Rozhkov,
postgraduate

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

***Abstract.** The production of chicken eggs in the world, without slowing down, has passed for 1 trillion pieces. In conditions of saturation and oversaturation of many local markets, food eggs are transported to other remote regions or stored in warehouses, store shelves, losing their freshness and nutritional quality. The ozone can be used to disinfect the surface of chicken eggs, which suppresses microorganisms. Based on the disinfection and disinsection properties of ozone, it is proposed to treat chicken eggs with ozonated air after sorting them by opto-electronic method. (Research purpose) The research purpose is in developing a method for surface disinfection and optoelectronic sorting of food and refrigerator chicken eggs, studying the effectiveness of the performed operations in comparison with traditional methods. (Materials and methods) Authors studied the efficiency of the optoelectronic system for sorting and electroozoning chicken eggs on the basis of a laboratory installation in the Kuban State Agrarian University. The reliability of the results is confirmed by a multiply repetition of research and reproducibility of the data, the use of generally accepted methods, instruments, and mathematical processing of experimental data. (Results*

and discussion) The article presents an experimental study to determine the effectiveness of electrozoning of chicken eggs in comparison with traditional methods. The article describes rational parameters and modes of operation of the optoelectronic installation for monitoring chicken egg shells. (Conclusions) The article presents an analytical description of the ratio of the main parameters of an optoelectronic installation for monitoring chicken egg shells. The article presents a basic electrical diagram for studying the parameters and operating modes of the installation. The greatest efficiency of electrozoning of chicken eggs is achieved when the ozone concentration is of 1000 milligrams per cubic meter and the ozonation time is 30 minutes; up to 99 percent of harmful microorganisms and viruses on the shell are eliminated.

Keywords: ozone, disinfection, control, optoelectronic vision, chicken eggs, parameters, operating modes, automation, camera.

For citation: Lebedev D.V., Rozhkov E.A. Issledovanie effektivnosti ozonirovaniya kurinykh yaits [Research on the effectiveness of ozonation of chicken eggs]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 75-82 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-75-82.

УДК 631.171:004.3 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-83-87

Разработка интеллектуализированного станка для разделения потока животных по заданным признакам

Алексей Михайлович Седов,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,

e-mail: almihsedov@mail.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. В Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ разработаны технические средства, алгоритмы функционирования и программное обеспечение интеллектуальной системы автоматического управления доением животных «Стимул» на доильной установке «Елочка» в трех модификациях исполнения. Созданная система не имеет в своем составе автоматических селекционных ворот для эффективного управления зоотехническим и ветеринарным обслуживанием животных. (Цель исследования) Разработать интеллектуализированный станок автоматического разделения потоков животных для обслуживания и управления стадом по заданным признакам. (Материалы и методы) Осуществили разработку на основе концептуальных принципов цифровой трансформации создаваемых систем контроля и управления в молочном животноводстве. Реализовали концепцию построения цифровой системы управления на базе многофункционального панельного контроллера. Показали, что созданный блок управления имеет порт подключения к сети RS 485 и обеспечивает поддержку сетевых функций по протоколу Modbus. Провели программирование блока управления в инструментальной среде SMLogix, которая поддерживает язык функциональных блоков FBD. (Результаты и обсуждение) Разработали интеллектуализированный станок автоматического разделения потоков животных для обслуживания и управления стадом по заданным признакам с унификацией аппаратных средств, программных модулей и интерфейса. Установили необходимые параметры базового компонента системы управления интеллектуализированного станка для разделения животных по заданным признакам – автоматической, дистанционной системы идентификации животных. (Выводы) Выявили, что станок позволяет автоматически идентифицировать, разделять и направлять животных в заданные зоны для индивидуального обслуживания.

Ключевые слова: цифровизация и цифровая трансформация управления производством в молочном животноводстве, импортозамещение, интеллектуализированный станок для разделения потоков животных по заданным признакам.

Для цитирования: Седов А.М. Разработка интеллектуализированного станка для разделения потока животных по заданным признакам // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 83-87. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-83-87.

Development of an Intelligent Machine for Sorting Animals According to Specified Criteria

Aleksey M. Sedov,

Ph.D.(Eng), leading researcher, e-mail: almihsedov@mail.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. The Federal scientific Agroengineering center VIM has developed technical tools, algorithms and software for the intelligent automatic control system for milking animals “Stimul” on the “Herringbone” milking unit in three versions. The created system does not include automatic selection gates for effective management of zootechnical and veterinary services of animals. (Research purpose) The research purpose is in developing an intelligent machine for automatic sorting of animals for servicing and managing the herd according to specified characteristics. (Materials and methods) The article presents the development of control and management systems in dairy farming based on the conceptual principles of digital transformation. The digital control system is based on a multifunctional panel controller. The created control unit has a port for connecting to the RS 485 network and provides support for network functions via the Modbus Protocol. The programming of the control unit has been made in the SMLogix tool environment, which supports the FBD function block language. (Results and discussion) The article presents an intelligent machine for automatic sorting of animal flows for servicing and managing the herd according to specified characteristics with the unification of hardware, software modules and interface. The article describes the necessary parameters for the automatic remote animal identification system, the basic component of the control system of an intelligent machine for sorting animals according to specified characteristics. (Conclusions) The machine allows to automatically identify, sort and send animals to the specified areas for individual service.

Keywords: digitalization and digital transformation of production management in dairy farming, import substitution, intellectualized machine for sorting animal flows by specified characteristics.

For citation: Sedov A.M. Razrabotka intellektualizirovannogo stanka dlya razdeleniya potoka zhivotnykh po zadannym priznakam [Development of an intelligent machine for sorting animals according to specified criteria]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 83-87 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-83-87.

УДК 631.171:004.3 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-88-95

Концепция создания цифровой системы управления процессом нормированной выдачи концентрированных кормов животным

Алексей Михайлович Седов,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: almihsedov@mail.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Применяемые в настоящее время системы нормированной выдачи животным концентрированных кормов на базе объемных дозаторов имеют ряд недостатков, которые снижают их функциональные возможности и эффективность практического использования. (Цель исследования) Разработать концепцию и основные компоненты цифровой системы управления процессом нормированной выдачи концентрированных кормов животным с автоматическим весовым порционным дозированием индивидуальных доз. (Материалы и методы) Предложили концепцию системы управления процессом нормированной выдачи концентрированных кормов животным, которая заключается в автоматическом расчете индивидуальных доз корма с учетом массы животных, контроле продуктивности, сроков лактации, качества молока и кормов, формировании цифровых данных, соответствующим расчетным дозам. (Результаты и обсуждение) Обосновали концепцию построения цифровой системы управления процессами нормированной выдачи концентрированных кормов животным. Создали ее структуру и технологическую схему. Разработали функциональные и принципиальные схемы базовых компонентов: преобразователя кода в аналоговый пневматический сигнал, системы адресования пневматических сигналов, устройства сравнения моментов сил; алгоритмы функционирования системы и созданных унифицированных ее базовых компонентов. (Выводы) Установили, что система автоматического кормления концентратами позволяет

обеспечить более точное сбалансированное кормление каждого животного. Определили, что порционная, весовая нормированная выдача животным концентрированных кормов по графикам, устанавливаемым зоотехническими службами предприятий, способствует развитию их генетического потенциала и сохранению здоровья животных. Выявили, что питание и управляющие сигналы индивидуальных мехатронных, весовых, порционных дозаторов имеют единую физическую природу и уровень, что упрощает и повышает надежность системы «Рацион».

Ключевые слова: цифровая система нормированной выдачи концентрированных кормов животным, мехатронный, весовой порционный дозатор концентрированных кормов.

Для цитирования: Седов А.М. Концепция создания цифровой системы управления процессом нормированной выдачи концентрированных кормов животным // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 88-95. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-88-95.

The Concept of Creating a Digital Control System for the Process of Normalized Distribution of Concentrated Animal Feed

Aleksey M. Sedov,

Ph.D(Eng), leading researcher, e-mail: almihsedov@mail.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *Currently used systems for normalized distribution of concentrated feed to animals based on volumetric dispensers have a number of disadvantages that reduce their functionality and efficiency of practical use. (Research purpose) The research purpose is in developing the concept and main components of a digital control system for the process of normalized distribution of concentrated animal feed with automatic weight portion dosing of individual doses. (Materials and methods) The article proposes the concept of a system for managing the process of normalized distribution of concentrated animal feed, which consists in automatic calculation of individual feed doses taking into account the weight of animals, monitoring productivity, lactation periods, milk and feed quality, and generating digital data corresponding to the calculated doses. (Results and discussion) The article presents the concept of building a digital system for managing the processes of normalized distribution of concentrated animal feed. The article presents its structure and technological scheme. Author developed functional and schematic diagrams of the basic components: a code converter to an analog pneumatic signal, a system for addressing pneumatic signals, a device for comparing moments of forces; algorithms for the functioning of the system and its unified basic components. (Conclusions) The automatic concentrate feeding system allows for more accurate and balanced feeding of each animal. The portion, weight normalized distribution of concentrated feed to animals according to the schedules established by the zootechnical services of enterprises contributes to the development of their genetic potential and the preservation of animal health. The power supply and control signals of individual mechatronic, weight, and portion dispensers have a single physical nature and level, which simplifies and increases the reliability of the “Ration” system.*

Keywords: *digital system of normalized distribution of concentrated feed to animals, mechatronic, weight portion dispenser of concentrated feed.*

For citation: Sedov A.M. Kontsepsiya sozdaniya tsifrovoy sistemy upravleniya protsessom normirovannoy vydachi kontsentrirrovannykh kormov zhivotnym [The concept of creating a digital control system for the process of normalized distribution of concentrated animal feed]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 88-95 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-88-95.

УДК 631.333.631.878

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-96-103

Современные подходы к автоматизации и цифровизации оборудования при разработке технологических линий

Константин Николаевич Сорокин,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;

Николай Тимофеевич Сорокин,
доктор экономических наук, главный специалист, e-mail: n.sorokin.vnims13@yandex.ru;
Ефим Вадимович Пестряков,
программист

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

***Реферат.** При разработке и эксплуатации промышленных технологических линий, где выполняются химико-технологические процессы переработки органического сырья, исключительное значение придается вопросам обеспечения надежного контроля над ходом технологического процесса. Для решения данной задачи необходимы современные цифровые приборы и микропроцессорные контроллеры, что позволит управлять процессом через персональные электронно-вычислительные машины. Рассмотрены подходы по автоматизации технологической линии и предложения автоматизировать выбор модульного оборудования для ее изготовления на основе определенных критериев. (Цель исследования) Разработать программный комплекс управления средствами автоматизации, установленными на модульном оборудовании при создании новых технологических линий по переработке органического сырья в промышленных объемах. (Материалы и методы) Изучили теоретические основы развития автоматизации на современном этапе. Использовали научные материалы и статьи, в которых рассмотрены различные подходы к решению проблем автоматизации технологических линий по переработке органического сырья. (Результаты и обсуждение) Предложили алгоритм управления, функциональные и принципиальные схемы автоматизации основных технологических операций на технологической линии. Определили алгоритм выбора модульного оборудования, адаптированного к автоматизации для разработки и сборки технологических линий на основании технического задания заказчика. Представили вариант матрицы на базе используемых программных материалов с целью разработки проекта автоматизации основных технологических операций на технологической линии. (Выводы) Показали, что научная новизна заключается в создании информационно-программного обеспечения для специалистов по разработке автоматизированных технологических линий с целью переработки органического сырья на основе многовариантных решений формирования ее из оптимального, имеющего на рынке оборудования.*

***Ключевые слова:** автоматизация, технологическая линия, модульное оборудование, программный комплекс по управлению средствами автоматизации.*

Для цитирования: Сорокин К.Н., Сорокин Н.Т., Пестряков Е.В. Современные подходы к автоматизации и цифровизации оборудования при разработке технологических линий // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК.* 2020. Т. 67. N4(41). С. 96-103. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-96-103.

Modern Approaches to Automation and Digitalization of Equipment in the Development of Production Lines

Konstantin N. Sorokin,
Ph.D.(Eng.), leading researcher;
Nikolay T. Sorokin,
Dr.Sc.(Econ.), chief specialist, e-mail: n.sorokin.vnims13@yandex.ru;
Efim V. Pestryakov,
programmer

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** When developing and operating industrial production lines where chemical and technological processes for processing organic raw materials are carried out, exceptional importance is attached to ensuring reliable control over the course of the technological process. To solve this problem, there are needed modern digital devices and microprocessor controllers, which will allow to control the process through personal computers. The article considers approaches to automation of the production line and proposals to automate the selection of modular equipment for its manufacture based on certain criteria. (Research purpose) The research purpose is in developing a software package for controlling automation tools installed on modular equipment when creating new technological lines for processing organic raw materials in industrial volumes. (Materials and methods) Authors studied the theoretical foundations of automation development at the present stage. Authors used scientific materials and articles that consider various approaches to solving the problems of automation of technological lines for processing organic raw*

materials. (Results and discussion) The article proposes a control algorithm, functional and schematic diagrams for automating the main technological operations on the production line. Authors determined the algorithm for selecting modular equipment adapted to automation for the development and assembly of production lines based on the customer's technical specification. The article presents a version of the matrix based on the software materials used in order to develop a project for automating the main technological operations on the production line. (Conclusions) The article shows that the scientific novelty consists in the creation of information and software for specialists in the development of automated production lines for processing organic raw materials based on multivariate solutions for its formation from the optimal equipment available on the market.

Keywords: automation, technological line, modular equipment, software package for managing automation tools.

For citation: Sorokin K.N., Sorokin N.T., Pestryakov E.V. Sovremennye podkhody k avtomatizatsii i tsifrovizatsii oborudovaniya pri razrabotke tekhnologicheskikh liniy [Modern approaches to automation and digitalization of equipment in the development of production lines]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 96-103 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-96-103.

УДК 504.064.38 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-104-110

Разработка портативного спектрометра для определения стрессовых состояний растений

Александр Анатольевич Смирнов,

кандидат технических наук, старший научный сотрудник, alexander8484@inbox.ru;

Юрий Алексеевич Прошкин,

кандидат технических наук, старший научный сотрудник;

Игорь Мамедяревич Довлатов,

младший научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Неинвазивные методы обнаружения стрессовых состояний растений – метод регистрации флуоресценции хлорофилла, включающий в себя измерение индукции и спектральный анализ флуоресценции, и метод спектрального анализа отраженного от листьев излучения. Существующие портативные приборы позволяют измерять только один из этих параметров. (Цель исследования) Разработать комбинированное портативное устройство для определения стрессовых состояний растений путем регистрации отражательных характеристик листьев, спектра и индукции флуоресценции хлорофилла. (Материалы и методы) Разработали лабораторный образец устройства для определения стрессовых состояний растений и провели его испытания на растениях базилика садового (*Ocimum basilicum*) сорта лимонный, при этом часть растений подвергалась воздействию стрессового фактора в виде ультрафиолетового С-излучения. Анализировали спектр флуоресценции хлорофилла при возбуждении различными источниками излучения и спектр обратного отражения при облучении галогенной лампой. (Результаты и обсуждение) Установили, что влияние стрессового фактора проявляется в изменении формы спектра флуоресценции, а именно в уменьшении интенсивности флуоресценции в длинноволновой части спектра. Констатировали, что также уменьшается отражательная способность в зеленой и дальней красной областях спектра и уменьшается крутизна графика при переходе от красной к дальней красной области. (Выводы) Определили, что для регистрации спектра флуоресценции хлорофилла оптимальным вариантом для возбуждения служит применение лазеров с длинами волн в диапазоне 405÷470 нанометров. Выявили, что возможно объединение в одном устройстве функций спектрального анализа флуоресценции хлорофилла и отраженного от листьев излучения, что может повысить точность определения стрессовых состояний растений.

Ключевые слова: флуоресценция хлорофилла, отражательная способность листьев, стрессовое состояние, ультрафиолет, спектрометр.

Для цитирования: Смирнов А.А., Прошкин Ю.А., Довлатов И.М. Разработка портативного спектрометра для определения стрессовых состояний растений // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 104-110. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-104-110

Development of a portable spectrometer for detecting plant stress conditions

Aleksandr A. Smirnov,
Ph.D.(Eng.), senior researcher, alexander8484@inbox.ru;
Yuriy A. Proshkin,
Ph.D.(Eng.), senior researcher;
Igor' M. Dovlatov,
junior researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *Non-invasive methods for detecting plant stress conditions are a method for registering chlorophyll fluorescence, including measurement of induction and spectral analysis of fluorescence, and a method for spectral analysis of radiation reflected from leaves. Existing portable devices allow you to measure only one of these parameters. (Research purpose) The research purpose is in developing a combined portable device for detecting plant stress conditions by recording the reflective characteristics of leaves, the spectrum, and the induction of chlorophyll fluorescence. (Materials and methods) Authors developed a laboratory sample of the device for determining the stress states of plants and tested it on plants of garden basil (*Ocimum basilicum*) lemon varieties, while some plants were exposed to a stress factor in the form of ultraviolet C-radiation. Authors analyzed the fluorescence spectrum of chlorophyll when excited by various radiation sources and the back reflection spectrum when irradiated with a halogen lamp. (Results and discussion) The influence of the stress factor is manifested in a change in the shape of the fluorescence spectrum, namely, in a decrease in the intensity of fluorescence in the long-wave part of the spectrum. the reflectivity in the green and far red regions of the spectrum also decreases, and the steepness of the graph decreases when moving from the red to the far red region. (Conclusions) To register the fluorescence spectrum of chlorophyll, the best option for excitation is the use of lasers with wavelengths in the range of 405÷470 nanometers. It is possible to combine the functions of spectral analysis of chlorophyll fluorescence and radiation reflected from leaves in one device, which can improve the accuracy of determining the stress states of plants.*

Keywords: *chlorophyll fluorescence, leaf reflectivity, stress standing, ultraviolet, spectrometer.*

For citation: Smirnov A.A., Proshkin Yu.A., Dovlatov I.M. Razrabotka portativnogo spektrometra dlya opredeleniya stressovykh sostoyaniy rasteniy [Development of a portable spectrometer for detecting plant stress conditions]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 104-110 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-104-110.

УДК 637.1 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-111-118

Антиоксидантная активность нативного молока и его белковых фракций

Ирина Валерьевна Чумакова,
кандидат технических наук;
Галина Андреевна Донская,
доктор биологических наук, e-mail: g_donskaya@vniimi.org;
Екатерина Ивановна Добрян,
кандидат технических наук;
Виктор Михайлович Дрожжин,
старший научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *Соединения, обладающие антиоксидантными свойствами, выполняют роль стабилизаторов биологических мембран, препятствуют развитию цепных свободно-радикальных процессов, приводящих к развитию тяжелых заболеваний. Коровье молоко проявляет антиоксидантную активность благодаря сывороточным белкам. Тепловая обработка, применяемая в технологии производства молочных продуктов, может подавлять антиоксидантные свойства белков молока. Сохранение природных свойств молока – актуальная проблема. (Цель исследования) Определить антиоксидантную активность нативного (сырого) молока и выделенных из него белковых фракций с оптимальным сохранением активности сывороточных*

белков. (Материалы и методы) Получили сырое молоко из индивидуального хозяйства Подмосковья. Установили физико-химические показатели молока и молочной сыворотки стандартизованными методами; фракционный состав белков – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии; антиоксидантную активность (суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов) молока и выделенных из него белковых фракций – амперометрическим методом. Провели коагуляцию белков молока с использованием сычужного фермента и хлористого кальция. Осуществили разделение белковых фракций центрифугированием (15 000 оборотов в минуту) на протяжении 90 минут. (Результаты и обсуждение) Рассмотрели физико-химические показатели сырого цельного и обезжиренного молока. Исследовали фракционный состав нативных сывороточных белков с преобладанием бета-лактоглобулина. Отработали методику выделения белков молока сычужно-кальциевым методом при минимальных температурных воздействиях 38-40 градусов Цельсия. (Выводы) Изучили состав сырого молока. Разработали оптимальные условия выделения нативных белков из сырого обезжиренного молока. Определили антиоксидантную активность сырого молока, казеиновой фракции и сыворотки. Выявили, что для максимального сохранения антиоксидантной активности биологически активных сывороточных белков необходимо снизить общепринятые температуры пастеризации молока (75-95 градусов Цельсия), при одновременном изыскании новых методов обеззараживания молока от посторонней микрофлоры.

Ключевые слова: нативное молоко, антиоксидантная активность, казеин, сывороточные белки, сычужный фермент, хлористый кальций.

Для цитирования: Чумакова И.В., Донская Г.А., Добрян Е.И., Дрожжин В.М. Антиоксидантная активность нативного молока и его белковых фракций // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 111-118. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-111-118.

Antioxidant Activity of Raw Milk and Milk Protein Fractions

Irina V. Chumakova,

Ph.D.(Eng.);

Galina A. Donskaya,

Dr.Sc.(Bio.), e-mail: g_donskaya@vnimi.org;

Ekaterina I. Dobriyan,

Ph.D.(Eng.);

Viktor M. Drozhzhin,

senior researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Compounds with antioxidant properties act as stabilizers of biological membranes and prevent the development of free-radical chain processes that lead to the development of severe diseases. Cow's milk shows antioxidant activity due to whey proteins. Heat treatment used in dairy production technology can inhibit the antioxidant properties of milk proteins. Preserving the natural properties of milk is an urgent task. (Research purpose) The research purpose is in studying the antioxidant activity of raw milk and protein fractions isolated from it with optimal preservation of the activity of whey proteins. (Materials and methods) Authors received raw milk from an individual farm in the Moscow region. The physicochemical parameters of milk and whey were assessed by standardized methods; the fractional composition of proteins was assessed by high-performance liquid chromatography; and the antioxidant activity (total content of water-soluble antioxidants) of milk and protein fractions isolated from it assessed by amperometric method. Milk proteins were coagulated using rennet and calcium chloride. Protein fractions were separated by centrifugation (15,000 revolutions per minute) for 90 minutes. (Results and discussion) The article presents the physical and chemical parameters of raw whole and skimmed milk. The fractional composition of native serum proteins with a predominance of beta-lactoglobulin was studied. The method of milk protein isolation by rennet-calcium method was worked out at a minimum temperature of 38-40 degrees Celsius. (Conclusions) The article presents the composition of raw milk. The article presents the developed optimal conditions for isolation of native proteins from raw skim milk. The antioxidant activity of raw milk, casein fraction and whey was assessed. To maximize the preservation of the antioxidant activity of biologically active whey proteins, it is necessary to reduce the generally accepted pasteurization temperatures of milk (75-95 degrees Celsius), while at the same time searching for new methods of decontamination of milk from foreign microflora.

Keywords: raw milk, antioxidant activity, casein, whey proteins, rennet, enzyme, calcium chloride.

УДК 631.171.3: 621.181 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-119-124

Воздушно-тепловые режимы охлаждения семян сои после термической обработки

Анатолий Михайлович Шувалов¹,

доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник;

Дмитрий Анатольевич Тихомиров²,

доктор технических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник,

e-mail: tihda@mail.ru;

Алексей Васильевич Кузьмичев²,

научный сотрудник;

Алексей Николаевич Машков¹,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;

Денис Серафимович Чернов¹,

кандидат технических наук, старший научный сотрудник

¹Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Тамбов, Российская Федерация;

²Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. В кормопроизводстве для замещения белка животного происхождения ученые предлагают использовать высококачественную растительную культуру – сою. Сою нельзя скармливать без предварительной тепловой обработки из-за наличия в ней антипитательных веществ. Анализ существующей техники показал, что для удаления антипитательных веществ применяют микронизацию, поджаривание, сверхвысокочастотную обработку, экструдирование, автоклавирование и другие. Эти способы энергозатратные и имеют сложную конструкцию. (Цель исследования) Разработать схему и действующий образец установки для охлаждения сои с применением бесприводного вибрационного транспортера и провести исследования его работы. (Материалы и методы) Применили методы системного анализа и синтеза существующих знаний в области проводимых исследований по разработке энергосберегающего охладителя сои, основанных на положениях теории тепло- и массообмена. Обосновали технологическую схему охлаждения темперированной сои. Установили, что колебания желоба бесприводного транспортера в камере охлаждения осуществляются от вибропривода основного транспортера за счет использования реактивной энергии его пружины. (Результаты и обсуждение) Установили экспериментальным путем, что в регионах с умеренным климатом и температурой наружного воздуха 8-10 градусов Цельсия темперированную сою можно охладить до нормируемых значений при ее движении в камере охлаждения в течение 105-140 секунд. Определили, что в регионах страны с длительным периодом высоких температур (20-25 градусов Цельсия) наружного воздуха эффективность охлаждения темперированной сои снижается. (Выводы) Исследовали и обосновали конструктивные параметры камеры охлаждения сои для условий теплого климата. Разработали и испытали действующий образец установки. Выявили, что предложенное техническое решение обеспечивает снижение энергозатрат по сравнению с традиционно используемым оборудованием до 30 процентов.

Ключевые слова: соя, темперирование, система охлаждения, комбинированный нагрев, вибропривод.

Для цитирования: Шувалов А.М., Тихомиров Д.А., Кузьмичев А.В., Машков А.Н., Чернов Д.С. Воздушно-тепловые режимы охлаждения семян сои после термической обработки // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 119-124. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-119-124.

Air-Thermal Modes of Soy Seeds Cooling after Heat Treatment

Anatoliy M. Shuvalov¹,

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

Dmitriy A. Tikhomirov²,
Dr.Sc.(Eng.), corresponding member of Russian Academy of Sciences, chief researcher,
e-mail: tihda@mail.ru;
Aleksey V. Kuzmichev²,
researcher;
Aleksey N. Mashkov¹
Ph.D.(Eng.), leading researcher;
Denis S. Chernov¹
Ph.D.(Eng.), senior researcher

¹All-Russian Scientific Research Institute for Use of Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov, Russian Federation;

²Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *In feed production, scientists suggest using high-quality plant culture, soy, to replace animal protein. Soy cannot be fed without pre-heat treatment due to the presence of anti-nutritional substances in it. Analysis of existing technology has shown that micronization, roasting, ultra-high-frequency processing, extrusion, autoclaving, and others are used to remove anti-nutritional substances. These methods are energy-intensive and have a complex design. (Research purpose) The research purpose is in developing a scheme and a working sample of a plant for cooling soybeans using a non-water vibrating conveyor and conduct research on its operation. (Materials and methods) Authors applied methods of system analysis and synthesis of existing knowledge in the field of ongoing research on the development of energy-saving soybean cooler, based on the provisions of the theory of heat and mass transfer. The article presents flow diagram of the cooling of soy. The vibrations of the chute of a non-drive conveyor in the cooling chamber are carried out from the vibration drive of the main conveyor due to the use of the reactive energy of its spring. (Results and discussion) It was revealed experimentally that in regions with a moderate climate and an outdoor temperature of 8-10 degrees Celsius, tempered soy can be cooled to the normalized values when it moves in the cooling chamber for 105-140 seconds. In regions of the country with a long period of high temperatures (20-25 degrees Celsius) of outdoor air, the cooling efficiency of tempered soybeans decreases. (Conclusions) The article presents the design parameters of the soybean cooling chamber for warm climate conditions. Authors developed and tested a working sample of the installation. The proposed technical solution provides a reduction in energy consumption compared to traditionally used equipment by up to 30 percent.*

Keywords: soybeans, tempering, cooling system, combined heating, vibration drive.

For citation: Shuvalov A.M., Tikhomirov D.A., Kuzmichev A.V., Mashkov A.N., Chernov D.S. Vozdushno-teplovye rezhimy okhlazhdeniya soi posle termicheskoy obrabotki [Air-thermal modes of soy seeds cooling after heat treatment]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 119-124 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-119-124.

УДК 631.348.8+58.08:621.3.06

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-125-136

Определение электрических параметров растительных и почвенных объектов как активно-емкостных двухполюсников

Виктор Григорьевич Ляпин¹,
кандидат технических наук, доцент, e-mail: Lei130@ngs.ru;
Максим Владимирович Самохвалов²,
старший преподаватель

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация;

²Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Российская Федерация

Реферат. *Ключевые элементы системы при прогнозировании электромагнитного повреждения – электромагнитный источник и биообъект. Комплекс аналитических моделей и программ для прогнозирования повреждающих и критических условий электромагнитного воздействия на биообъекты, а также программные компоненты, реализующие развитые математические модели реальных электромагнитных процессов, происходящих в биологических структурах на разных уровнях организации,*

отсутствуют. (Цель исследования) Разработать систему определения электрических параметров почвенных и биологических объектов (для развития представлений о процессах в структурах разных уровней организации биологических объектов): в агротехнологиях – для диагностики растительных объектов и почвы; в лабораторных условиях – как среды для создания и изучения новых электротехнологий, методик анализа и обработки информационных сигналов. (Материалы и методы) Метод контроля электрических свойств заключается в приложении к растительному объекту напряжения, имеющего постоянную и низкочастотную составляющую, и одновременном измерении постоянного тока, емкостной и резистивной компонент низкочастотного импеданса. (Результаты и обсуждение) Установили, что предложенная система определения электрических параметров растительных объектов и почвы позволяет: визуализировать исходный сигнал; проводить расчет информативных параметров и статистическую обработку информативного сигнала растительного объекта и почвы (построение законов распределения, вычисление дисперсии, математического ожидания); вычислять спектр информативного сигнала; выполнять запись значений любого из указанных информативных параметров как в режиме реального времени, так и в выбранный момент; строить временные зависимости информативных параметров растительных объектов и почвы. (Выводы) Реализовали режимы измерения локального сопротивления на постоянном токе и контроль емкостной и резистивной составляющих в области электрического контакта двух игл и других измерительных электродов с растительными объектами в низкочастотном диапазоне. **Ключевые слова:** электротехнологические установки, электрическое повреждение, электроды, растительные и почвенные объекты, напряжение, ток, сопротивление.

Для цитирования: Ляпин В.Г., Самохвалов М.В. Определение электрических параметров растительных и почвенных объектов как активно-емкостных двухполюсников // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. №4(41). С. 125-136. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-125-136.

Studying of Electrical Parameters of Plant and Soil Objects as Active-Capacitive Bipolar

Victor G. Lyapin¹,

Ph.D.(Eng.), associate professor, e-mail: Lei130@ngs.ru;

Maksim V. Samokhvalov²,

senior lecturer

¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation;

²Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russian Federation

Abstract. *The key elements of the system for predicting electromagnetic damage are the electromagnetic source and the biological object. There is no complex of analytical models and programs for predicting damaging and critical conditions of electromagnetic impact on biological objects, as well as software components that implement developed mathematical models of real electromagnetic processes occurring in biological structures at different levels of the organization. (Research purpose) The research purpose is in developing a system for determining the electrical parameters of soil and biological objects (to develop ideas about the processes in the structures of different levels of organization of biological objects): in agricultural technologies for diagnostics of plant objects and soil; in laboratory conditions as a medium for creating and studying new electrical technologies, methods of analysis and processing of information signals. (Materials and methods) The method for monitoring electrical properties consists in applying a voltage with a constant and low-frequency component to a plant object, and simultaneously measuring the DC current, capacitive and resistive components of the low-frequency impedance. (Results and discussion) The proposed system for determining the electrical parameters of plant objects and soil allows to visualize the original signal; to perform calculation of informative parameters and statistical processing of the informative signal of a plant object and soil (construction of distribution laws, calculation of variance, mathematical expectation); to calculate the spectrum of the informative signal; to record the values of any of the specified informative parameters, both in real time and at the selected moment; to make time dependencies of informative parameters of plant objects and soil. (Conclusions) Authors implemented modes for measuring local DC resistance and monitoring the capacitive and resistive components in the area of electrical contact of two needles and other measuring electrodes with plant objects in the low-frequency range.*

Keywords: *electrotechnological installations, electric damage, electrodes, plant and soil objects, voltage, current, resistance.*

For citation: Lyapin V.G., Samokhvalov M.V. Opredelenie elektricheskikh parametrov rastitel'nykh i pochvennykh obektov kak aktivno-emkostnykh dvukhpolyusnikov [Studying of electrical parameters of plant and soil objects as active-capacitive bipolar]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 125-136 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-125-136.

УДК 631.333.631.878

DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-137-143

Производство кормовой добавки для животноводства из бурых углей на модульной технологической линии (на примере ООО «Богградский ГОК»)

Елена Львовна Безрук¹,

доктор ветеринарных наук, заведующая кафедрой;

Андрей Юрьевич Шапов²,

генеральный директор;

Игорь Юрьевич Ручьев²,

начальник испытательной лаборатории;

Константин Николаевич Сорокин³,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, 762399@mail.ru;

Николай Тимофеевич Сорокин³,

доктор экономических наук, главный специалист

¹Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Республика Хакасия, Российская Федерация;

²Богградский горно-обогатительный комбинат, Красноярск, Российская Федерация;

³Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Рассмотрели состав компонентов известных кормовых добавок. Сочетание использованных в кормовой добавке компонентов позволяет решить проблему витаминной и энергетической недостаточности, нормализации обмена веществ, выведения накопленных в желудочно-кишечном тракте токсических продуктов, повысить резистентность организма молодняка и взрослых животных, избежать потерь молочной и мясной продуктивности. Общие недостатки кормовых добавок заключаются в их многокомпонентном составе, высокой трудоемкости и длительности получения. (Цель исследования) Разработать технологии производства кормовой добавки с широким спектром биологической активности на основе переработки окисленных бурых углей на модульной технологической линии. (Материалы и методы) Изучили эффективность работы модульной технологической линии по обеспечению гибкости в технологии переработки бурого угля с целью получения кормовой добавки. Исследовали практические результаты проверки зависимости качества полученной кормовой добавки от параметров и режимов работы отдельных узлов и агрегатов. (Результаты и обсуждение) Разработали технологию по производству кормовой добавки для крупного рогатого скота. Провели испытания в ООО «Андреевское» Республики Хакасия предлагаемой кормовой добавки на дойном стаде крупного рогатого скота, где были сформированы две группы животных по 20 голов каждая: контрольная и опытная. Испытали добавку на исходе зимнего стойлового периода. (Выводы) Установили на примере ООО «Андреевское» влияние кормовой добавки «Гуматы Хакасии» на молочную и мясную продуктивность крупного рогатого скота. Оптимизировали нормы скармливания и состав кормовой добавки для крупного рогатого скота молочного направления в условиях Республики Хакасия. Привели рекомендации по применению кормовой добавки в стойловый период.

Ключевые слова: кормовая добавка для крупного рогатого скота, состав компонентов, модульная технологическая линия, бурый уголь.

Для цитирования: Безрук Е.Л., Шапов А.Ю., Ручьев И.Ю., Сорокин К.Н., Сорокин Н.Т. Производство кормовой добавки для животноводства из бурых углей на модульной технологической линии (на примере ООО «Богградский ГОК») // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. N4(41). С. 137-143. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-137-143.

Production of Feed Additives for Animal Husbandry from Brown Coals on a Modular Production Line (on the Example of LLC “Bogradskiy GOK”)

Elena L. Bezruk¹,
Dr.Sc.(Vet.), head of a chair;
Andrey Yu. Shchapov²,
general director;
Igor' Yu. Ruch'ev²,
head of the testing laboratory;
Konstantin N. Sorokin³,
Ph.D. (Eng.), leading researcher, 762399@mail.ru;
Nikolay T. Sorokin³,
Dr.Sc.(Econ.), leading specialist

¹Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan, Republic of Khakassia, Russian Federation;

²Bograd Mining and Processing Plant, Krasnoyarsk, Russian Federation;

³Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The article presents the composition of known feed additives. The combination of components used in the feed additive can solve the problem of vitamin and energy deficiency, normalize metabolism, remove toxic products accumulated in the gastrointestinal tract, increase the resistance of young animals and adult animals, and avoid losses of dairy and meat productivity. Common disadvantages of feed additives are their multicomponent composition, high labor intensity and duration of production. (Research purpose) The research purpose is in developing the technologies for the production of feed additives with a wide range of biological activity based on the processing of oxidized brown coal on a modular production line. (Materials and methods) The article presents the study of the efficiency of a modular processing line to provide flexibility in the technology of processing brown coal to obtain feed additives. The article presents the practical results of checking the quality of the obtained feed additive on the parameters and operating modes of individual units and aggregates. (Results and discussion) Authors developed a technology for the production of feed additives for cattle. The proposed feed additive was tested in Andreevskoe LLC of the Republic of Khakassia on a dairy herd of cattle, where two groups of animals of 20 heads each were formed: a control group and an experimental group. Authors tested the addition at the end of the winter stall period. (Conclusions) The article presents the influence of the "Humates of Khakassia" feed additive on the dairy and meat productivity of cattle on the example of LLC «Andreevskoe». Authors optimized the feeding standards and the composition of feed additives for dairy cattle in the Republic of Khakassia. The article presents developed recommendations for the use of feed additives in the stable period.*

Keywords: *feed additive for cattle, composition of components, modular production line, brown coal.*

For citation: Bezruk E.L., Shchapov A.Yu., Ruch'ev I.Yu., Sorokin K.N., Sorokin N.T. Proizvodstvo kormovoy dobavki dlya zhivotnovodstva iz burykh ugley na modul'noy tekhnologicheskoy linii (na primere OOO "Bogradskiy GOK") [Production of feed additives for animal husbandry from brown coals on a modular production line (on the example of LLC "Bogradskiy GOK")]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK.* 2020. Vol. 67. N4(41). 137-143 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-137-143.

УДК 631.316.4 DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-144-150

Анализ отечественных и зарубежных технических средств для возделывания картофеля и топинамбура на грядах

Степан Владимирович Семичев,
младший научный сотрудник, e-mail: noks_89@mail.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *Возделывание картофеля требует серьезной подготовки почвы, одним из факторов, влияющих на урожай, служит воздухо- и влагопроницаемость почвы. (Цель исследования) Провести анализ существующих отечественных и зарубежных образцов технических средств для возделывания картофеля и топинамбура на грядах. (Материалы и методы) Описали достоинства и недостатки применения вертикальных и горизонтальных почвообрабатывающих фрез. Проанализировали существующие*

отечественные и зарубежные почвообрабатывающие фрезы, орудия и область применения. (Результаты и обсуждение) Показали, что для качественной предпосадочной обработки почвы широко используют фрезы с горизонтальной и вертикальной осью вращения; для рыхления нижних слоев почвы под рядком посадки клубней на фрезах устанавливают различные лапы; с целью выполнения одной машиной нескольких операций, в частности, сплошного фрезерования с рыхлением нижних слоев и полосного фрезерования с нарезкой гребней, отдельные конструкции горизонтальных фрез содержат сменные и каток, и фартук-гребнеформирователь; за счет применения сменных опций горизонтальные фрезы больше, чем вертикальные, приспособлены для выполнения разных операций; рациональная конструкция культиватора фрезерного для предпосадочной обработки почвы должна содержать сменные органы для сплошного фрезерования и выравнивания верхнего слоя почвы и нарезки гребней или формирования гряд перед посадкой и при уходе за посадками картофеля и топинамбура. (Выводы) Установили, что предпосадочная фрезерная обработка почвы под картофель качественнее, чем традиционная. Выявили, что, несмотря на высокую энергоемкость процесса подготовки почвы под посадку картофеля, качество работы фрезерных культиваторов превосходит агротехнические показатели работы бесприводных машин.

Ключевые слова: возделывание картофеля, голландская технология, фрезерные культиваторы, аэрация почвы.

Для цитирования: Семичев С.В. Анализ отечественных и зарубежных технических средств для возделывания картофеля и топинамбура на грядах // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. N4(41). С. 144-150. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-144-150.

Analysis of Domestic and Foreign Technical Means for the Cultivation of Potatoes and Jerusalem Artichoke on Seed Plot

Stepan V. Semichev,
junior researcher, e-mail: noks_89@mail.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Growing potatoes involves extensive ground preparation. Factors affecting the crop are air and moisture permeability of the soil. (Research purpose) The research purpose is in analyzing existing domestic and foreign technical means for growing potatoes and Jerusalem artichoke on seed plot. (Materials and methods) The article presents the advantages and disadvantages of using vertical and horizontal tillage cutters. Authors have analyzed existing domestic and foreign tillage cutters and tools and their applications. (Results and discussion) For high-quality pre-planting tillage there are widely used cutters with horizontal and vertical rotation axes; for loosening the lower layers of soil under a seed plot there are used various paws installed on the cutters; in order to perform several operations by one machine, in particular, continuous milling with loosening the lower layers and strip milling with cutting ridges, separate designs of horizontal cutters contain replaceable both a roller and an apron-ridgeformer. Due to the use of replaceable tools, horizontal cutters are more suitable for performing different operations than vertical ones; a rational design of a milling cultivator for pre-planting soil treatment should contain replaceable organs for continuous milling and leveling the top layer of soil and forming ridges before planting and when caring for potato and Jerusalem artichoke plantings. (Conclusions) Pre-planting milling of the soil for potatoes is better than traditional. Despite the high energy intensity of the process of preparing the soil for planting potatoes, the quality of milling cultivators exceeds the agrotechnical performance of non-driving machines.

Keywords: potato cultivation, Dutch technology, milling cultivators, soil aeration.

For citation: Semichev S.V. Analiz otechestvennykh i zarubezhnykh tekhnicheskikh sredstv dlya vozdelvaniya kartofelya i topinambura na gryadakh [Analysis of domestic and foreign technical means for the cultivation of potatoes and Jerusalem artichoke on seed plot]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2020. N4(41). 144-150 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-144-150.

Нормативы и прогнозирование потребности сельскохозяйственного производства в технике

Захид Адыгезалович Годжаев,

член-корреспондент РАН, доктор технических наук, главный научный сотрудник;

Виталий Михайлович Бейлис,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий специалист; e-mail: v.m.beilis@gmail.com;

Владимир Георгиевич Шевцов,

кандидат технических наук, ведущий специалист;

Александр Владимирович Лавров,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

***Реферат.** Разработка нормативов потребности в технике и методики их определения – актуальная проблема, решение которой даст возможность директивным органам, а также товаропроизводителям решать не только текущие задачи, связанные с оснащением парка машин, но и определять перспективную потребность в технике для России в целом, регионов и хозяйств всех типов. (Цель исследования) Разработать методику расчета нормативной потребности в технике для растениеводства с использованием коэффициентов перевода физических единиц техники в эталонные единицы, позволяющей оценить потенциальную эффективность парка с учетом основных показателей технического уровня по всему типоразмерному ряду машин на основе актуализированных данных о технологиях и характеристиках машин. (Материалы и методы) Провели анализ состояния машинно-тракторного парка, выявили негативные проблемы с оснащенностью машинами хозяйств разных типов. Обобщили обширный статистический материал по динамике изменения показателей производства основных сельскохозяйственных культур. Исследовали и уточнили условные (эталонные) коэффициенты. (Результаты обсуждения) Изложили основные положения исследований, проведенных в ФНАЦ ВИМ, по определению нормативной потребности сельского хозяйства в технике с применением условных (эталонных) коэффициентов, которые могут использоваться как специалистами хозяйств, так и соответствующими министерствами. Показали, что применение условных (эталонных) коэффициентов позволяет оценить существующий уровень обеспеченности регионов и страны в целом необходимыми машинами и определить нормативную потребность и количество техники различных типоразмеров, которую следует приобрести. (Выводы) Установили, что прогнозные данные дают ориентир, показывающий направление развития машиностроения и механизации сельскохозяйственного производства. Определили, что по мере изменения структуры посевных площадей, а также их увеличения или уменьшения потребность в технике должна корректироваться.*

***Ключевые слова:** технические средства, потребность в тракторах, агросрок, технологическая операция, оснащенность, потери продукции, условный (эталонный) коэффициент.*

Для цитирования: Годжаев З.А., Бейлис В.М., Шевцов В.Г., Лавров А.В. Нормативы и прогнозирование потребности сельскохозяйственного производства в технике // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК.* 2020. Т. 67. №(41). С. 151-158. DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-151-158.

Standards and Forecasting of Agricultural Production Needs in Machinery

Zakhid A. Godzhaev,

corresponding member of RAS, Dr.Sc.(Eng.), chief researcher;

Vitaliy M. Beylis,

Ph.D.(Agri.), leading specialist, e-mail: v.m.beilis@gmail.com;

Vladimir G. Shevtsov,

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

Aleksandr V. Lavrov,

Ph.D.(Eng.), leading researcher

***Abstract.** The development of standard requirements in the technique and methods of their determination is an urgent problem whose solution will give the opportunity to policy authorities and producers not only to solve current problems related to the vehicle fleet, but also to determine future needs for technology for Russia as a whole, regions,*

and farms of all types. (Research purpose) The research purpose is in developing a methodology for calculating the normative need for equipment for crop production using coefficients for converting physical units of equipment into reference units, which allows us to assess the potential efficiency of the fleet, taking into account the main indicators of the technical level for the entire type-size range of machines based on updated data on technologies and characteristics of machines. (Materials and methods) Authors analyzed the state of the machine and tractor fleet and identified negative problems with the equipment of different types of farms. The article presents summarized extensive statistical data on the dynamics of changes in production indicators of major agricultural crops. The conditional (reference) coefficients were studied and clarified. (Results and discussion) The article describes the main provisions of the research carried out in the Federal Scientific Agroengineering Center VIM on determining the normative need of agriculture in technology using conditional (reference) coefficients, which can be used by both farm specialists and relevant ministries. The use of conditional (reference) coefficients allows us to assess the existing level of provision of regions and the country as a whole with the necessary machines and determine the standard demand and the number of equipment of various sizes that should be purchased. (Conclusions) The forecast data provide a benchmark showing the direction of development of mechanical engineering and mechanization of agricultural production. As the structure of acreage changes, as well as their increase or decrease, the need for equipment should be adjusted.

Keywords: technical means, need for tractors, agronomic term, technological operation, equipment, product losses, conditional (reference) coefficient.

For citation: Godzhaev Z.A., Beylis V.M., Shevtsov V.G., Lavrov A.V. Normativy i prognozirovaniye potrebnosti sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v tekhnike [Standards and forecasting of agricultural production needs in machinery]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovaniye v APK*. 2020. Vol. 67. N4(41). 151-158 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-151-158.