

Эффективные режимы предпосевной обработки семян подсолнечника в электрическом поле переменного напряжения

Игорь Викторович Юдаев,
доктор технических наук, профессор;
Михаил Петрович Аксенов,
старший преподаватель, e-mail: aksenovmp@mail.ru;
Сергей Васильевич Волобуев,
кандидат технических наук, доцент;
Юрий Иванович Ханин,
кандидат технических наук, доцент;
Денис Сергеевич Ивушкин,
ассистент

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Реферат. Подсолнечник – основная масличная культура в России и служит сырьем для производства растительного масла. С целью повышения полевой всхожести, сохранности растений, увеличения урожайности и масличности семян используют химические и биологические препараты, которые полностью не усваиваются растениями и остаются в почве, где накапливаясь, оказывают негативное влияние на окружающую среду. Для повышения кондиционных качеств семян применяют электрофизические способы их предпосевной обработки, ускоряющие в семени процессы при прорастании и подавляющие патогенную микрофлору. В зависимости от морфологических особенностей строения семени для каждой культуры необходимо установить режимы обработки, при которых достигается наибольший технологический эффект. (Цель исследования) Изучить влияние электрического поля переменного напряжения промышленной частоты 50 герц на лабораторную всхожесть семян гибридов подсолнечника и установить эффективные режимы обработки. (Материалы и методы) Использовали аппарат СКАТ-70 в качестве источника высокого переменного напряжения, семена размещали в камере между электродами, которые после обработки укладывали в чашки Петри и проращивали в термостате. (Результаты и обсуждение) Определили, что напряженность электрического поля в экспериментах варьировалась от 2 до 10 киловольт на сантиметр, с шагом 2 киловольта на сантиметр, а время обработки семян – от 15 до 105 секунд с интервалом 15 секунд. Выявили, что при напряженности 2 киловольта на сантиметр лабораторная всхожесть повышалась незначительно, максимальные показатели достигнуты при напряженностях 6-8 киловольт на сантиметр и времени воздействия от 60 до 90 секунд. (Выводы) Установили эффективные режимы обработки: время обработки – 90 секунд при напряженности электрического поля 6 киловольт на сантиметр, а также время обработки 60 секунд при напряженности 8 киловольт на сантиметр.

Ключевые слова: подсолнечник, семена, напряженность электрического поля, прорастание, электротехнологии.

Для цитирования: Юдаев И.В., Аксенов М.П., Волобуев С.В., Ханин Ю.И., Ивушкин Д.С. Эффективные режимы предпосевной обработки семян подсолнечника в электрическом поле переменного напряжения // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68. N2(43). С. 3-8. DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-3-8.

Effective Modes of Pre-Sowing Treatment of Sunflower Seeds in an Electric Field of Alternating Voltage

Igor V. Yudaev,

Dr.Sc.(Eng.), professor;

Mikhail P. Aksenov,

senior lecturer, e-mail: aksenovmp@mail.ru;

Sergey V. Volobuev,

Ph.D.(Eng), associate professor;

Yuriy I. Khanin,

Ph.D.(Eng), associate professor;

Denis S. Ivushkin,

assistant

Volgograd State Agricultural University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. *Sunflower is the main oilseed crop in Russia and serves as a raw material for the production of vegetable oil. In order to increase field germination, plant safety, increase the yield and oil content of seeds, chemical and biological preparations are used that are not completely absorbed by plants and remain in the soil, where they accumulate and have a negative impact on the environment. To increase the conditioned qualities of seeds, electrophysical methods of their pre-sowing treatment are used, which accelerate the processes of germination in the seed and suppress the pathogenic microflora. Depending on the morphological features of the seed structure, it is necessary to set the processing modes for each culture, in which the greatest technological effect is achieved. (Research purpose) The research purpose is in studying the effect of the electric field of alternating voltage of industrial frequency 50 Hertz on the laboratory germination of sunflower hybrid seeds and searching for effective treatment modes. (Materials and methods) The SKAT-70 device was used as a source of high alternating voltage, the seeds were placed in a chamber between the electrodes, which, after processing, were placed in Petri dishes and germinated in a thermostat. (Results and discussion) The electric field strength in the experiments varied from 2 to 10 kilovolts per centimeter, in increments of 2 kilovolts per centimeter, and the seed treatment time from 15 to 105 seconds with an interval of 15 seconds. At a voltage of 2 kilovolts per centimeter, laboratory germination increased slightly, the maximum values were achieved at a voltage of 6-8 kilovolts per centimeter and the exposure time was from 60 to 90 seconds. (Conclusions) Effective processing modes are processing during 90 seconds at an electric field strength of 6 kilovolts per centimeter, and processing during 60 seconds at a voltage of 8 kilovolts per centimeter.*

Keywords: *sunflower, seeds, electric field strength, germination, electrical technologies.*

For citation: Yudaev I.V., Aksenov M.P., Volobuev S.V., Khanin Yu.I., Ivushkin D.S. Effektivnyye rezhimy predposevnoy obrabotki semyan podsolnechnika v elektricheskom pole peremennogo napryazheniya [Effective modes of pre-sowing treatment of sunflower seeds in an electric field of alternating voltage]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2021. Vol. 68. N2(43). 3-8 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-3-8.

Экспериментальные исследования вентиляторов типа ВКР-4 при работе в сельскохозяйственных помещениях

Николай Васильевич Ксенз,
доктор технических наук, профессор;
Геннадий Владимирович Степанчук,
кандидат технических наук, доцент, e-mail: g-stepanchuk@mail.ru;
Павел Владимирович Гуляев,
кандидат технических наук, доцент;
Константин Константинович Пупенко,
инженер

Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде, г. Зерноград, Российская Федерация

***Реферат.** Одним из важнейших факторов повышения продуктивности как в животноводстве, птицеводстве, так и в тепличных комплексах, в том числе для выращивания грибов, служит микроклимат. Для обеспечения нормального воздухообмена в помещениях сельскохозяйственного назначения рекомендуются и используются крышные вентиляторы с горизонтальным выбросом типа ВКР-4. При применении вентиляционного оборудования необходимо учитывать технологические требования по созданию микроклимата и возможности оборудования. (Цель исследования) Обосновать рациональные параметры работы системы создания микроклимата в сельскохозяйственных помещениях при использовании вентилятора типа ВКР-4, и дать рекомендации сельскохозяйственному товаропроизводителю. (Материалы и методы) Исследовали эффективность регулирования производительности вентиляционной установки с помощью задвижки в вытяжной шахте вентилятора и путем изменения питающего напряжения электродвигателя привода вентилятора. (Результаты и обсуждение) Выполнили экспериментальные исследования работы вентиляционной системы при применении крышного вентилятора типа ВКР-4 по определению ее эффективности с целью поддержания требуемых зоотехнических параметров в помещениях для содержания животных при наименьших энергетических затратах. (Выводы) Установили, что регулирование производительности вентиляционной установки при помощи механической заслонки в вытяжной шахте вентилятора путем изменения угла ее открытия неэкономично. Выявили, что регулирование путем осуществления реверса электродвигателя обеспечивает соотношение подачи воздуха 1:2, однако потребляемая мощность электродвигателя при реверсе увеличивается практически в два раза. Показали, что при управлении производительностью вентилятора посредством изменения питающего напряжения электродвигателя от 70 до 173 вольт линейного напряжения производительность увеличивается, но при дальнейшем росте напряжения не изменяется, а потребляемая мощность продолжает увеличиваться.*

***Ключевые слова:** энергоэффективность, вентиляционная система, микроклимат, электрический двигатель, электропривод, исследование, эксперимент.*

Для цитирования: Ксенз Н.В., Степанчук Г.В., Гуляев П.В., Пупенко К.К. Экспериментальные исследования вентиляторов типа ВКР-4 при работе в сельскохозяйственных помещениях // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК.* 2021. Т. 68. N2(43). С. 9-14. DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-9-14.

Experimental Studies of VKR-4 Fans Working in Agricultural Premises

Nikolay V. Ksenz,
Dr.Sc.(Eng.), professor;
Gennadiy V. Stepanchuk,

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

Pavel V. Gulyaev,

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

Konstantin K. Pupenko,

engineer

Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of the Don State Agrarian University in Zernograd, Zernograd, Russian Federation

Abstract. *One of the most important factors for increasing productivity in animal husbandry, poultry farming, and in greenhouse complexes, including for growing mushrooms, is the microclimate. To ensure normal air exchange in agricultural premises, roof fans with horizontal discharge of the VKR-4 type are recommended and used. When using ventilation equipment, it is necessary to take into account the technological requirements for creating a microclimate and the capabilities of the equipment. (Research purpose) The research purpose is in justifying the rational parameters of the system for creating a microclimate in agricultural premises when using a fan of the VKR-4 type, and to give recommendations to the agricultural producer. (Materials and methods) Authors investigated the efficiency of regulating the performance of the ventilation system by means of a valve in the exhaust shaft of the ventilator and by changing the supply voltage of the electric motor. (Results and discussion) The article presents experimental studies of the operation of the ventilation system when using a roof fan of the VKR-4 type to determine its effectiveness in order to maintain the required zootechnical parameters in rooms for keeping animals at the lowest energy costs. (Conclusions) Regulating the performance of the ventilation unit by means of a mechanical flap in the exhaust shaft of the fan by changing the angle of its opening is uneconomical. The regulation by reversing the electric motor provides a 1:2 ratio of the air supply, but the power consumption of the electric motor increases almost twice during the reverse. When the fan performance is controlled by changing the motor voltage from 70 to 173 volts of line voltage, the performance increases, but with a further increase in voltage, it does not change, and the power consumption continues to increase.*

Keywords: *energy efficiency, ventilation system, microclimate, electric motor, electric drive, research, experiment.*

For citation: Ksenz N.V., Stepanchuk G.V., Gulyaev P.V., Pupenko K.K. Eksperimental'nye issledovaniya ventilyatorov tipa VKR-4 pri rabote v sel'skohozyaystvennykh pomeshcheniyakh [Experimental studies of VKR-4 fans working in agricultural premises]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2021. Vol. 68. N2(43). 9-14 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-9-14.

УДК 621.383

DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-15-19

Моделирование производительности плоского солнечного коллектора на базе ячеистых полимерных материалов

Дмитрий Семенович Стребков¹,

доктор технических наук, академик РАН, профессор,
научный руководитель;

Наталья Сергеевна Филиппченкова²,

кандидат технических наук, ведущий инженер,

e-mail: natalja.filippchenkowa@yandex.ru

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

²Объединенная энергетическая компания, Москва, Российская Федерация

Реферат. В настоящее время в сфере энергоснабжения агропромышленных объектов возрастает интерес к разработке новых конструкций и инженерных систем с использованием солнечной энергии, в том числе плоских солнечных коллекторов на базе ячеистых полимерных материалов. Современные солнечные коллекторы на базе металлических абсорберов, несмотря на высокую эффективность, обладают большим удельным весом, высокой металлоемкостью и стоимостью. Использование ячеистых полимерных материалов для изготовления абсорберов солнечных коллекторов позволяет снизить стоимость и уменьшить вес установки. (Цель исследования) Произвести численное моделирование производительности плоского солнечного коллектора на базе ячеистых полимерных материалов. (Материалы и методы) Применили аналитические методы математического моделирования плоского солнечного коллектора на базе ячеистых полимерных материалов. Реализовали математическую модель плоского солнечного коллектора в компьютерной программе ANSYS Fluent. Получили контуры распределения температуры, давления теплоносителя в каналах плоского солнечного коллектора при различных значениях расхода теплоносителя на входе. (Результаты и обсуждение) Произвели сравнение зависимости температуры теплоносителя на выходе солнечного коллектора от расхода теплоносителя, полученной аналитическим путем и с помощью разработанной CFD-модели. Установили, что результаты верификации расчетной модели солнечного коллектора показали ее адекватность и высокую сходимость полученных с помощью компьютерной модели данных. (Выводы) Разработали конструкцию плоского солнечного коллектора на базе ячеистых полимерных материалов. Выявили, что разработанная конструкция плоского солнечного коллектора позволяет более чем в три раза уменьшить удельный вес и сократить стоимость при сохранении высокой тепловой производительности. **Ключевые слова:** энергоснабжение, солнечный коллектор, ячеистые полимерные материалы, сотовый поликарбонат.

Для цитирования: Стребков Д.С., Филиппченкова Н.С. Моделирование производительности плоского солнечного коллектора на базе ячеистых полимерных материалов // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68. N2(43). С. 15-19. DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-15-19.

Modeling the Performance of a Flat Solar Collector Based on Cellular Polymeric Materials

Dmitriy S. Strebkov¹,

Dr.Sc.(Eng.), Academician of the Russian Academy of Sciences, professor,
scientific adviser;

Natal'ya S. Filippchenkova²,

Ph.D.(Eng.), leading engineer,
e-mail: natalja.filippchenkowa@yandex.ru

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

²United Energy Company, Moscow, Russian Federation

Abstract. Currently, in the field of energy supply of agro-industrial facilities, there is an increasing interest in the development of new structures and engineering systems using solar energy, including flat solar collectors based on cellular polymer materials. Modern solar collectors based on metal absorbers, despite their high efficiency, have a large specific weight, high metal consumption and cost. The use of cellular polymer materials for the manufacture of solar collector absorbers reduces the cost and reduces the weight of the installation. (Research purpose) The research purpose is in conducting a numerical simulation of the performance of a flat solar collector based on cellular polymer materials. (Materials and methods) Authors used analytical methods for mathematical modeling of a flat salt collector based on cellular polymer materials. The article presents a mathematical model of a flat solar collector in the computer program ANSYS Fluent. The distribution contours of temperature and

pressure of the coolant in the channels of a flat solar collector were obtained at different values of the coolant flow rate at the inlet. (Results and discussion) The article presents comparison the temperature of the coolant at the output of the solar collector on the flow rate of the coolant obtained analytically and using the developed CFD model. The results of verification of the calculated model of the solar collector showed its adequacy and high convergence of the data obtained using the computer model. (Conclusions) The article presents a design of a flat solar collector based on cellular polymer materials. The developed design of a flat solar collector allows us to reduce the specific weight more than three times and reduce the cost while maintaining high thermal performance.

Keywords: power supply, solar collector, cellular polymer materials, cellular polycarbonate.

For citation: Strebkov D.S., Filippchenkova N.S. Modelirovanie proizvoditel'nosti ploskogo solnechnogo kollektora na baze yacheistyx polimernykh materialov [Modeling the performance of a flat solar collector based on cellular polymeric materials]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2021. Vol. 68. N2(43). 15-19 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-15-19.

УДК 621.438

DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-20-35

Термодинамические характеристики гибридных солнечных микрогазотурбинных установок в условиях тропического климата

Андрей Вартазарович Дологлонян¹,

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

Дмитрий Семенович Стребков²,

доктор технических наук, профессор;

Валерий Тимофеевич Матвеев¹,

доктор технических наук, профессор;

Иван Николаевич Стаценко¹,

кандидат технических наук, старший научный сотрудник

¹Институт природно-технических систем, г. Севастополь, Российская Федерация;

²Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Показаны результаты, полученные в ходе исследования характеристик гибридных солнечных микрогазотурбинных установок с интегрированным параболоцилиндрическим солнечным коллектором. Эффективность гибридной солнечной газотурбинной установки зависит как от эффективности солнечного коллектора и места его интегрирования, так и от эффективности газотурбинного двигателя. (Цель исследования) Изучить гибридные солнечные газотурбинные установки на базе параболоцилиндрического фокусирующего солнечного коллектора в сочетании с микрогазотурбинными двигателями различной конфигурации для определения наиболее подходящей. (Материалы и методы) Рассмотрели четыре базовые схемы газотурбинных двигателей, работающих на органическом топливе, их параметры и результаты оптимизации. Привели основные климатические параметры для исследования фокусирующего солнечного коллектора, а также параметры самого коллектора и основные зависимости, определяющие его эффективность и потери. Установили место интегрирования фокусирующего солнечного коллектора в газотурбинную установку. (Результаты и обсуждение) Исследовали гибридные солнечные микрогазотурбинные установки на базе микрогазотурбинных двигателей простого цикла, простого цикла с регенерацией теплоты, простого цикла с турбокомпрессорным утилизатором, простого цикла с турбокомпрессорным утилизатором и регенерацией теплоты для условий тропического климата на примере г. Абу-Даби. (Выводы) Определили, что наиболее подходящая конфигурация микрогазотурбинных

двигателей для интегрирования фокусирующего солнечного коллектора – комбинация простого цикла с турбокомпрессорным утилизатором и регенерацией. Выявили, что комбинация микрогазотурбинных двигателей простого цикла с турбокомпрессорным утилизатором и регенерацией теплоты с интегрированным фокусирующим солнечным коллектором позволяет относительно увеличить среднегодовой коэффициент использования топлива таких установок в условиях тропического климата на 10-35 процентов и более, при этом сохранить когенерационные возможности.

Ключевые слова: микрогазотурбинная установка, микротурбина, регенерация теплоты, фокусирующий солнечный коллектор, турбокомпрессорный утилизатор, тропический климат.

Для цитирования: Дологлонян А.В., Стребков Д.С., Матвеев В.Т., Стаценко И.Н. Термодинамические характеристики гибридных солнечных микрогазотурбинных установок в условиях тропического климата // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68. N2(43). С. 20-35. DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-20-35.

Thermodynamic Characteristics of Hybrid Solar Microgas Turbine Plants under Tropical Climate

Andrey V. Dologlonyan¹,

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

Dmitriy S. Strebkov²,

Dr.Sc.(Eng.), professor;

Valeriy T. Matveenko¹,

Dr.Sc.(Eng.), professor;

Ivan N. Stacenko¹,

Ph.D.(Eng.), senior researcher

¹Institute of Natural and Technical Systems, Sevastopol, Russian Federation;

²Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The article presents the results obtained during the study of the characteristics of hybrid solar micro-gas turbine units with an integrated parabolocylindrical solar collector. The efficiency of a hybrid solar gas turbine plant depends both on the efficiency of the solar collector and the location of its integration, and on the efficiency of the gas turbine engine. (Research purpose) The research purpose is in studying hybrid solar gas turbine installations based on a parabolocylindrical focusing solar collector in combination with micro-gas turbine engines of various configurations to determine the most suitable match. (Materials and methods) The article considers four basic schemes of gas turbine engines running on organic fuel, their parameters and optimization results. The article presents the main climatic parameters for the study of the focusing solar collector, as well as the parameters of the collector itself and the main dependencies that determine its efficiency and losses. The place of integration of the focusing solar collector into the gas turbine plant was described and justified. (Results and discussion) Hybrid solar micro-gas turbine installations based on micro-gas turbine engines of a simple cycle, a simple cycle with heat recovery, a simple cycle with a turbocharger utilizer, a simple cycle with a turbocharger utilizer and heat recovery for tropical climate conditions were studied on the example of Abu Dhabi. (Conclusions) The most suitable configuration of micro-gas turbine engines for integrating a focusing solar collector is a combination of a simple cycle with a turbocharger utilizer and regeneration. The combination of micro-gas turbine engines of a simple cycle with a turbocharger heat recovery and heat recovery with an integrated focusing solar collector can relatively increase the average annual efficiency of fuel consumption of such installations in a tropical climate by 10-35 percent or more, while maintaining cogeneration capabilities.*

Keywords: micro-gas turbine plant, microturbine, heat recovery, concentrating solar collector, turbocompressor utilizer, tropical climate.

For citation: Dologlonyan A.V., Strebkov D.S., Matveenko V.T., Statsenko I.N. Termodinamicheskie kharakteristiki gibridnykh solnechnykh mikrogazoturbinykh ustanovok v usloviyakh tropicheskogo klimata [Thermodynamic characteristics of hybrid solar microgas turbine plants under tropical climate]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2021. Vol. 68. N2(43). 20-35 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-20-35.

УДК 631.2 DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-36-40

Автоматизированное управление ветрогенератором для сельскохозяйственного производства

Виктория Юрьевна Уханова,

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

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *Использование неисчерпаемых или возобновляемых источников энергии (вода, ветер, солнце, тепло земли) – актуальная задача как в России, так и в мире. По экспертным оценкам, Российская Федерация обладает большим мировым ветропотенциалом. Эффективное применение энергоресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии, – это путь к повышению энергоэффективности сельхозпроизводства. Доля энергозатрат в себестоимости продукции достигает 32 процентов по некоторым отраслям. В последние годы появилось много новых потребителей, для которых выбор рациональной системы энергоснабжения важен на стадии проектирования. Для производителей сельскохозяйственной продукции остро стоит и проблема качества электроснабжения. Учитывая специфику сельскохозяйственных территорий, можно сделать вывод, что именно местные и возобновляемые источники энергии помогут успешно решать задачи бесперебойного энергоснабжения и энергосбережения. (Цель исследования) Оценить влияние качества электроснабжения на объекты сельскохозяйственного производства. Выявить современное отечественное оборудование, позволяющее снизить риски при использовании возобновляемых источников энергии в сельскохозяйственном производстве. (Материалы и методы) Применили расчетно-аналитический метод при оценке усредненных показателей затрат электроэнергии на животноводческих предприятиях. Рассмотрели системы автоматизированного управления ветрогенератором на базе оборудования российского производителя компании ОВЕН. (Результаты и обсуждение) Изучили систему управления ветрогенератором на примере установки, используемой на территории агрофирмы «Мельниково» Гвардейского района Калининградской области. Установили, что система управления позволяет снизить риски при эксплуатации ветрогенератора. (Выводы) Выявили, что данная система, введенная в эксплуатацию в 2019 году, дает возможность избегать сбоев в работе ветрогенератора. Показали, что ведутся работы по разработке современных технических решений дистанционного восстановления работоспособности ветрогенераторов, что важно при удаленности сервисных служб.*

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, зеленая энергетика, энергообеспечение сельского хозяйства, автоматизированные системы управления, автоматизация сельского хозяйства.

Для цитирования: Уханова В.Ю. Автоматизированное управление ветрогенератором для сельскохозяйственного производства // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68. N2(43). С. 36-40. DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-36-40.

Automated Control of a Wind Generator for Agricultural Production

Viktoriya Yu. Ukhanova,
Ph.D.(Eng.), senior researcher,
e-mail: u.v.j@yandex.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The use of inexhaustible or renewable energy sources (water, wind, solar, Earth heat) is an urgent task both in Russia and in the world. According to expert estimates, the Russian Federation has a large global wind potential. Efficient use of energy resources, including renewable energy sources, is the way to increase the energy efficiency of agricultural production. The share of energy consumption in the total cost of production reaches 32 percent in some industries. In recent years, many new consumers have arised, for whom the choice of a rational energy supply system is important at the design stage. For producers of agricultural products, the problem of the quality of electricity supply is also acute. Taking into account the specifics of agricultural areas, it can be concluded that it is local and renewable energy sources that will help to successfully solve the problems of uninterrupted energy supply and energy conservation. (Research purpose) The research purpose is in assessing the impact of the quality of electricity supply on agricultural production facilities and identifying modern domestic equipment that reduces the risks of using renewable energy sources in agricultural production. (Materials and methods) Author used the calculation and analytical method to evaluate the average indicators of electricity costs at livestock enterprises. The article presents a review of the automated control systems of the wind generator based on the equipment of the Russian manufacturer OWEN. (Results and discussion) Author studied the control system of a wind generator on the example of an installation used in the territory of the agricultural enterprise "Melnikovo" of the Gvardeysky district of the Kaliningrad region. The control system reduces the risks associated with the operation of the wind generator. (Conclusions) This system, which was put into operation in 2019, makes it possible to avoid failures in the operation of the wind generator. Work is underway to develop modern technical solutions for remote recovery of wind turbines, which is important when services are remote.*

Keywords: *renewable energy sources, green energy, agricultural energy supply, automated control systems, agricultural automation.*

For citation: Ukhanova V.Yu. Avtomatizirovannoe upravlenie vetrogeneratorom dlya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva [Automated control of a wind generator for agricultural production]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2021. Vol. 68. N2(43). 36-40 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-36-40.

УДК 621.31 DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-41-47

Перспектива применения возобновляемой энергетики в России

Олег Алексеевич Рошин,
кандидат технических наук, ведущий специалист, e-mail: olerosh50@yandex.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Особенность России заключается в низкой плотности населения на огромных, слабо освоенных в производственном отношении землях, около 20 миллионов человек проживают на территории, где отсутствует централизованное электроснабжение, электроснабжение организовано на генерирующих системах, работающих на привозном топливе. (Цель исследования) Изучить перспективы развития микросетей на основе применения генерирующих систем альтернативной энергетики возобновляемых источников электроэнергии с использованием в качестве базового генератора микрогазотурбинной установки, являющейся источником опорного напряжения микросетей, создаваемых на базе однопроводных резонансных распределительных сетей нового поколения в России. (Материалы и методы) Исследовали перспективы развития микросетей на основе материала, взятого из открытых источников. Применили методы научного анализа событий, фактов, материалов, выводов. (Результаты и обсуждение) Показали, что эволюционно мировая энергетическая система входит в новый четвертый этап фундаментальной трансформации, называемый «Энергетическим переходом» (Energy Transition). Определили, что создание микросетей на основе возобновляемых источников электроэнергии с базовым генератором – микрогазотурбинной установкой и однопроводными резонансными распределительными сетями нового поколения служит неоспоримым доказательством этого энергетического перехода. (Выводы) Установили, что во многих странах мира наблюдается рост доли распределенной генерации на основе возобновляемых источников электроэнергии, снижается ввод новых мощностей централизованной генерации, сокращаются инвестиции на строительство крупных электростанций и новых высоковольтных линий электропередачи за счет развития распределенной генерации. Выявили, что распределенная генерация способствует быстрому расширению производства электроэнергии без необходимости дополнительного развития электросетевой инфраструктуры.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, генерирующие мощности, тепловая энергия, электрическая энергия, газотурбинная теплоэлектростанция, распределенная генерация, микросети, децентрализованное электроснабжение.

Для цитирования: Рощин О.А. Перспектива применения возобновляемой энергетики в России // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68. N2(43). С. 41-47. DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-41-47.

The Prospect of Using Renewable Energy in Russia

Oleg A. Roshchin,

Ph.D.(Eng.), leading specialist, e-mail: olerosh50@yandex.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. The features of Russia is the low population density on huge, poorly developed lands in terms of production. About 20 million people live in the territory where there is no centralized power supply, power supply is organized on generating systems running on imported fuel. (Research purpose) The research purpose is in studying the prospects for the development of microgrids based on the use of alternative energy generating systems of renewable energy sources using a micro-gas turbine plant as the base generator, which is the source of the reference voltage of microgrid based on single-wire resonant distribution networks of a new generation in Russia. (Materials and methods) The article presents the prospects for the development of microgrids based on material taken from open sources. Authors applied the methods of scientific analysis of events, facts, materials, and conclusions. (Results and discussions) The article shows that the world energy system evolutionarily enters a new fourth stage of fundamental transformation, called the "Energy Transition". The creation of microgrids based on renewable energy

sources with a basic micro-gas turbine unit and single-wire resonant distribution networks of a new generation is an indisputable proof of this energy transition. (Conclusions) In many countries of the world, there is an increase in the share of distributed generation based on renewable energy sources, the introduction of new centralized generation capacities is reduced, investments in the construction of large power plants and new high-voltage transmission lines are reduced due to the development of distributed generation. Distributed generation contributes to the rapid expansion of electricity production without the need for additional development of the power grid infrastructure.

Keywords: *renewable energy sources, generating capacities, thermal energy, electric energy, gas turbine thermal power plant, distributed generation, microgrids, decentralized power supply.*

For citation: Roshchin O.A. Perspektiva primeneniya vozobnovlyаемой energetiki v Rossii [The prospect of using renewable energy in Russia] . *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2021. Vol. 68. N2(43). 41-47 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-41-47.

УДК 621.9 DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-48-53

Разработка математической модели сверления древесины с учетом взаимного влияния электроприводов подачи и резания

Виктор Петрович Лапшин,

кандидат технических наук, доцент;

Илья Андреевич Туркин,

кандидат технических наук, доцент, e-mail: tur805@mail.ru;

Валентин Юрьевич Омелечко,

магистрант

Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Реферат. *Российская экономика в настоящее время нуждается в новых подходах к решению старых задач, то есть таких способах, которые повышали бы эффективность производства. В случае деревообработки, речь может идти о внедрении новых принципов управления, обеспечивающих более высокое качество обработки даже на старых деревообрабатывающих станках и центрах. Внедрение таких методов невозможно без разработки современных математических моделей процесса резания, в том числе сверления древесины. (Цель исследования) Синтез математической модели, отражающей взаимосвязанную через процесс резания динамику обработки древесины сверлением. (Материалы и методы) Применили математическое и численное моделирование с широким использованием пакетов математических программ, таких как среда математического моделирования Matlab. (Результаты и обсуждение) Привели в виде итогов численного моделирования, проведенного в среде Matlab, графики координат состояния процесса сверления. (Выводы) Достигли поставленной цели моделирования. Разработали модель динамики системы резания в двух вариантах, первый вариант учитывает только моменты и силы, связанные с формированием силы резания в зоне обработки, вторая модель включает в себя дополнительный момент сопротивления, связанный с накоплением стружки в стружкоотводящих каналах сверла. Определили, что именно этот процесс оказывает существенное влияние на устойчивость сверления, при накоплении стружки сверх некоторого значения система теряет устойчивость и возможна потеря как сверла, так и всего шпиндельного узла. Констатировали, что разработанная математическая модель системы управления сверлением, представленная системой уравнений (9), адекватно описывает процесс обработки древесины сверлением на деревообрабатывающем оборудовании.*

Ключевые слова: сверление, сила резания, динамика процесса обработки, электропривод, математическая модель.

Для цитирования: Лапшин В.П., Туркин И.А., Омелечко В.Ю. Разработка математической модели сверления древесины с учетом взаимного влияния электроприводов подачи и резания // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68. N2(43). С. 48-53. DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-48-53.

Mathematical Model of Wood Drilling Taking into Account the Mutual Influence of Electric Motors of Feed and Cutting

Viktor P. Lapshin,

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

И́лья А. Туркин,

Ph.D.(Eng.), associate professor, e-mail: tur805@mail.ru;

Valentin Yu. Omelechko,

postgraduate

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. *The Russian economy currently needs new approaches to solving old problems, that is, such methods that would increase the efficiency of production. In the case of woodworking, we can talk about the introduction of new management principles that ensure a higher quality of processing, even on old woodworking machines and centers. The implementation of such methods is impossible without the development of modern mathematical models of the cutting process, including wood drilling. (Research purpose) The research purpose is in constructing of a mathematical model that reflects the dynamics of wood processing by drilling, which is interconnected through the cutting process. (Materials and methods) Authors used mathematical and numerical modeling with extensive use of mathematical software packages, such as the MatLab mathematical modeling environment. (Results and discussion) The article presents the graphs of the drilling process state in the form of numerical simulation results carried out in the Matlab environment. (Conclusions) The article presents the developed model of the dynamics of the cutting system in two versions. The first version takes into account only the moments and forces associated with the formation of the cutting force in the processing zone. The second model includes an additional moment of resistance associated with the accumulation of chips in the chip-removing channels of the drill. This process has a significant impact on the stability of drilling, with the accumulation of chips in excess of a certain value, the system loses stability and there are raise the possibility of failure of both the drill and the entire spindle assembly. The developed mathematical model of the drilling control system, represented by the system of equations, adequately describes the process of wood processing by drilling on woodworking equipment.*

Keywords: *drilling, cutting force, dynamics of the process, electric drive, mathematical model.*

For citation: Lapshin V.P., Turkin I.A., Omelechko V.Yu. Razrabotka matematicheskoy modeli sverleniya drevesiny s uchetom vzaimnogo vliyaniya elektroprivodov podachi i rezaniya [Mathematical model of wood drilling taking into account the mutual influence of electric motors of feed and cutting]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2021. Vol. 68. N2(43). 48-53 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-48-53.

УДК 632.08 : 535.243

DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-54-61

Обзор технических средств неинвазивного мониторинга состояния растений, использующих методы гиперспектральной визуализации

Дмитрий Александрович Бурнин,
специалист, e-mail: burynin@gmail.com;
Александр Анатольевич Смирнов,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

***Реферат.** Для быстрой оценки физиологического состояния растений все чаще используются портативные спектрорадиометры и гиперспектральные камеры. Действие данных приборов построено на регистрации спектров отражения или отражения и пропускания. (Цель исследования) Провести анализ технических средств и методов неинвазивного мониторинга состояния растений на основе регистрации спектров отражения листьев. (Материалы и методы) Рассмотрели работы по применению методов гиперспектральной визуализации. Классифицировали и анализировали материалы о спектрорадиометрах и гиперспектральных камерах, обозначили перспективы внедрения. Применили методы системного подхода к проблеме исследования. (Результаты и обсуждение) Установили, что методы гиперспектральной визуализации служат эффективным средством мониторинга растений. Показали, что посредством гиперспектральной визуализации возможно определять пигментный состав растений, недостаток в питании, выявлять биотический стресс. Привели способы применения портативных спектрорадиометров и гиперспектральных камер. Констатировали, что с помощью этих приборов можно осуществить измерения с высоким спектральным разрешением. Уточнили, что сложность точного выявления содержания пигментов в листьях заключается во взаимном перекрытии областей поглощения ими света. Указали, что главный недостаток спектрорадиометров – проведение измерения только в одной точке одного листа. Перечислили трудности, возникающие при интерпретации результатов, полученных гиперспектральной камерой. Выяснили, что фоновая отражательная способность почвы, геометрия растительного покрова, неравномерность освещения могут вносить ошибки в измерения. (Выводы) Проанализировали недостатки метода гиперспектральной визуализации при использовании только спектра отражения. Выявили, что для увеличения точности определения пигментов и стрессов различного генеза необходимо разработать портативный прибор, сочетающий в себе методы регистрации отражения и флуоресценции.*

Ключевые слова: спектрорадиометр, гиперспектральная камера, вегетационные индексы, мониторинг растений, флуоресценция.

Для цитирования: Бурнин Д.А., Смирнов А.А. Обзор технических средств неинвазивного мониторинга состояния растений, использующих методы гиперспектральной визуализации // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68. N2(43). С. 54-61. DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-54-61.

Measurement Tools for Non-Invasive Monitoring of the Plants Growth Conditions by Using Hyperspectral Imaging Methods: a Review

Dmitriy A. Burynin,
specialist, e-mail: burynin@gmail.com;
Aleksandr A. Smirnov,
Ph.D.(Eng.), senior researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Portable spectroradiometers and hyperspectral cameras are increasingly being used to quickly assess the physiological state of plants. The operation of these devices is based on the registration of reflection or reflection and transmission spectra. (Research purpose) The research purpose is in analyzing the technical means and methods of non-invasive monitoring of the plant state based on the registration of the reflection spectra of leaves. (Materials and methods) The article presents a review of the work on the application of hyperspectral imaging methods. Authors classified and analyzed materials on spectroscopic radiometers and hyperspectral cameras, and outlined the prospects for implementation. Authors applied the methods of a systematic approach to the research problem. (Results and discussion) Hyperspectral imaging methods serve as an effective means of monitoring plants. It is possible to determine the pigment composition of plants, lack of nutrition, and detect biotic stress through hyperspectral imaging. The article presents methods of application of portable spectroradiometers and hyperspectral cameras. With the help of these devices it is possible to carry out measurements with high spectral resolution. The difficulty of accurately detecting the content of pigments in the leaves lies in the mutual overlap of the areas of light absorption by them. The main drawback of spectroradiometers is that they measure only at one point on a single sheet. The article presents the difficulties encountered in interpreting the results obtained by the hyperspectral camera. The background reflectivity of the soil, the geometry of the vegetation cover, and the uneven lighting can make errors in the measurements. (Conclusions) The article presents the disadvantages of the hyperspectral imaging method when using only the reflection spectrum. In order to increase the accuracy of the determination of pigments and stresses of various origins, it is necessary to develop a portable device that combines the methods of recording reflection and fluorescence.

Keywords: spectroradiometer, hyperspectral camera, vegetation indices, plant monitoring, fluorescence.

For citation: Burynin D.A., Smirnov A.A. Obzor tekhnicheskikh sredstv nein vazivnogo monitoringa sostoyaniya rasteniy, ispol'zuyushchikh metody giperspektral'noy vizualizatsii [Measurement tools for non-invasive monitoring of the plants growth conditions by using hyperspectral imaging methods: a review]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2021. Vol. 68. N2(43). 54-61 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-54-61.

УДК 632.08:631.2 DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-62-67

К вопросу хранения семенного зерна в вакуум-контейнере

Михаил Борисович Латышенко,

доктор технических наук, профессор;

Валентин Алексеевич Макаров,

доктор технических наук, профессор;

Надежда Михайловна Латышенко,

кандидат технических наук, доцент;

Анастасия Анатольевна Слободскова,

кандидат технических наук, доцент, e-mail: astasia_19882010@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, , г. Рязань, Российская Федерация

Реферат. Предлагается принципиально новая технология для хранения семенного материала в условиях, характерных для малых и средних фермерских хозяйств. (Цель исследования) Изучить контейнер с регулируемой в нем воздушной и газовой средой. (Материалы и методы) Провели исследования с целью получения исходных данных для расчета объема емкости накопителя углекислого газа с использованием оригинальной лабораторной установки, состоящей из

герметичного контейнера, на крышке которого смонтирован вакуумметр. Показали, что процесс дыхания семян характеризуется дыхательным коэффициентом K_d , который определяется отношением объема выделенного углекислого газа к объему поглощенного кислорода воздуха. (Результаты и обсуждение) Установили, что в процессе аэробного дыхания семян в контейнере состав воздуха в межзерновом пространстве постоянно меняется, при этом содержание углекислого газа увеличивается, а кислорода уменьшается. Выявили, что при определении массы воздушной среды можно получить выражение, подчиняющееся уравнению Менделеева – Клапейрона для идеального газа для внешних климатических условий, на основании которого возможно вычислить массовое содержание углекислого газа в воздушной смеси. (Выводы) Констатировали, что можно рекомендовать технологию хранения семенного зерна в герметичном контейнере с регулируемой воздушной средой и системой принудительной аэрации зерновой массы. Выяснили, что следует создавать и поддерживать в рабочем объеме герметичного контейнера разряжение воздушной смеси в пределах 0,66 МПа. Пришли к выводу, что принудительную аэрацию зерновой насыпи необходимо начинать при повышении содержания кислорода в воздушной смеси, находящейся в емкости-накопителе углекислого газа выше 7 процентов.

Ключевые слова: хранение, семенное зерно, контейнер, углекислый газ, принудительная аэрация.

Для цитирования: Латышенко М.Б., Макаров В.А., Латышенко Н.М., Слободскова А.А. К вопросу хранения семенного зерна в вакуум-контейнере // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68. N2(43). С. 62-67. DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-62-67.

On the Issue of Storing Seed Grain in a Vacuum Container

Mikhail B. Latyshenok,

Dr.Sc.(Eng.), professor;

Valentin A. Makarov,

Dr.Sc.(Eng.), professor;

Nadezhda M. Latyshenok,

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

Anastasiya A. Slobodskova,

Ph.D.(Eng.), associate professor, e-mail: astasia_19882010@yandex.ru

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russian Federation

Abstract. *The article presents a fundamentally new technology for storing seed material in conditions typical for small and medium-sized farms. (Research purpose) The research purpose is in studying a container with a controlled air and gas environment in it. (Materials and methods) The article presents studies in order to obtain initial data for calculating the volume of the carbon dioxide storage tank using an original laboratory installation consisting of a sealed container with a vacuum gauge mounted on the lid. The process of seed respiration is characterized by the respiratory coefficient K_d , which is determined by the ratio of the volume of carbon dioxide released to the volume of oxygen absorbed in the air. (Results and discussion) During the aerobic respiration of seeds in the container, the composition of the air in the intergranular space is constantly changing, while the content of carbon dioxide increases and oxygen decreases. When determining the mass of the air medium, it is possible to obtain an expression that obeys the Mendeleev – Klayperon equation for an ideal gas for external climatic conditions, on the basis of which it is possible to calculate the mass content of carbon dioxide in the air mixture. (Conclusions) The article recommends the technology of storing seed grain in a sealed container with a controlled air environment and a system of forced aeration of the grain mass. It is necessary to create and maintain a vacuum of the air mixture in the working volume of the sealed*

container within 0.66 MPa. The forced aeration of the grain embankment should be started when the oxygen content in the air mixture located in the carbon dioxide storage tank exceeds 7 percent.

Keywords: storage, seed grain, container, carbon dioxide, forced aeration.

For citation: Latyshenok M.B., Makarov V.A., Latyshenok N.M., Slobodskova A.A. K voprosu khraneniya semennogo zerna v vakuum-konteynere [On the issue of storing seed grain in a vacuum container]. *Elektrotehnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2021. Vol. 68. N2(43). 62-67 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-62-67.

УДК 631.171

DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-68-77

Разработка оптико-электронной установки для анализа и сортировки зерновой продукции

Дмитрий Васильевич Лебедев,

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

Евгений Александрович Рожков,

ассистент

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

Реферат. Для обеспечения высокого качества зерновой сыпучей продукции применяются различные электротехнологические зерноочистительные установки. Наиболее современные и эффективные – оптико-электронные сортировщики зерновой продукции (фотосепараторы). Существует ряд технологических и конструктивных недостатков, которые снижают эффективность разделения зерновой массы на фракции и производительность фотосепараторов. Поэтому проблема повышения эффективности оптико-электронных установок для сортировки сельскохозяйственной зерновой продукции актуальна. (Цель исследования) Разработать и определить рациональные параметры и режимы работы оптико-электронной установки для экспресс-анализа и сортировки семян сельскохозяйственных культур, повысить точность распознавания и сепарации зерновой массы. (Материалы и методы) Разработали оптико-электронную систему сортировки сельскохозяйственной зерновой продукции согласно теоретическим законам механики, электротехники и оптики, исходя из норм и требований ГОСТ, предъявляемых к зерновой продукции. Провели апробацию эффективности работы устройства на базе лабораторной установки в Кубанском государственном аграрном университете. Подтвердили достоверность результатов многократной повторностью исследований и воспроизводимостью полученных результатов, использованием общепринятых методов, приборов и математической обработкой экспериментальных данных. (Результаты и обсуждение) Привели технологическую схему и технические характеристики оптико-электронной системы, установили рациональные параметры и режимы ее работы. Показали основные элементы устройства: подающие транспортеры и электромагнитный барабан, обеспечивающие поштучную подачу семян в зону анализа, оптический блок камер для получения трехмерного изображения семян, исполнительный блок отбраковки зерновой продукции (пневмоэжектеры). (Выводы) Определили, что установку можно применять для анализа сортировки различной зерновой продукции: пшеницы, кукурузы, ячменя, риса, гречихи. Констатировали высокую эффективность разработанной оптико-электронной установки для сепарации зерновой продукции на фракции (точность разделения достигает 98 процентов). Выявили возможность определения фитопатологий посредством цветового анализа изображений семян.

Ключевые слова: сортировка, семена, контроль, опико-электронное зрение, цвет, параметры, режимы работы, автоматизация, камера.

Для цитирования: Лебедев Д.В., Рожков Е.А. Разработка опико-электронной установки для анализа и сортировки зерновой продукции // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68. N2(43). С. 68-77. DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-68-77.

Development of an Optoelectronic Plant for the Analysis and Sorting of Grain Products

Dmitriy V. Lebedev,

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

Evgeniy A. Rozhkov,

assistant

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

Abstract. *The grain industry is an important branch of agriculture. It is directly related to the harvesting, transportation, storage and processing of grain. To ensure the high quality of grain bulk products, there are currently used various electrotechnological grain cleaning plants. The most modern and effective are optoelectronic grain sort-ers (photo separators). However, there are a number of technological and structural disadvantages that reduce the efficiency of separating the grain mass into fractions and the performance of photo separators. That is why the problem of increasing the efficiency of optoelectronic installations for sorting agricultural grain products is urgent. (Research purpose) The research purpose is in development of an electrotechnological optoelectronic installation with justification of the parameters and modes of its operation. (Materials and methods) The development of an optoelectronic system for sorting agricultural grain products was carried out in accordance with the theoretical laws of mechanics, electrical engineering and optics, as well as on the basis of the norms and requirements of GOST for grain products. Testing of the efficiency of this unit was carried out on the basis of a laboratory unit in the Kuban State Agrarian University. The reliability of the results is confirmed by the repeated repetition of the conducted studies and the reproducibility of the obtained results, the use of generally accepted methods, devices, and mathematical processing of experimental data. (Results and discussion) The article presents the technological scheme and technical characteristics of the optoelectronic installation for the analysis and sorting of agricultural grain products, and parameters and modes of its operation. The main elements of this installation are: feed conveyors and an electromagnetic drum that provide a piecebypiece supply of seeds to the analysis zone, an optical unit of cameras for obtaining a threedimensional image of seeds, an executive unit for the rejection of grain products (pneumatic ejectors). (Conclusions) An experimental study of the efficiency of the designed installation was carried out. This device can be used for sorting analysis of various grain products: wheat, corn, barley, rice, buckwheat. The results of the study showed the high efficiency of the developed optoelectronic plant for the separation of grain products into fractions (the separation accuracy reaches 98%). The article reveals the possibility of determining phytopathologies by means of color analysis of seed images.*

Keywords: *sorting, seeds, control, optoelectronic vision, color, parameters, operating modes, automation, camera.*

For citation: Lebedev D.V., Rozhkov E.A. Razrabotka optiko-elektronnoy ustanovki dlya analiza i sortirovki zernovoy produktzii [Development of an optoelectronic plant for the analysis and sorting of grain products]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2021. Vol. 68. N2(43). 68-77 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-68-77.

Методологические подходы к формированию абразивной характеристики почвы и износу почвообрабатывающей техники

Анатолий Тимофеевич Лебедев,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой, lebedev.1962@mail.ru;
Виктор Всеволодович Очинский,
доктор физико-математических наук, профессор;
Юрий Иванович Жевора,
кандидат экономических наук, профессор;
Рамиль Рашидович Искендеров,
кандидат технических наук, доцент;
Екатерина Николаевна Глебова,
магистр, ассистент

Ставропольский государственный аграрный университет, г. Ставрополь, Российская Федерация

Реферат. При выполнении различных технологических операций в растениеводстве рабочие органы почвообрабатывающей техники, контактирующие с почвой, изнашиваются под воздействием абразивной среды. (Цель исследования) Теоретически обосновать методику количественной оценки изнашивающей способности почв с различной абразивной характеристикой. (Материалы и методы) Оценили абразивную способность почвы износом стального стержня, вертикально погруженного в почву и перемещающегося поступательно. Использовали материал стандартного стержня – сталь Ст0; геометрические параметры истираемого стержня – диаметр $d = 25-30$ миллиметров, высота $h = 250$ миллиметров; динамические характеристики при испытании – скорость перемещения $V = 3$ километра в час, расстояние перемещения $L = 100$ метров. Показали, что истираемый стержень погружается на определенную глубину, перемещается в почве с постоянной скоростью. Привели устройство для выяснения абразивной характеристики почвы. (Результаты и обсуждение) Предложили определить численную характеристику изнашивающей способности почвы физической величиной износа стандартного истираемого стержня A при перемещении в почве: $A=QL$, грамм на метр. Установили, что чем меньше величина этого отношения, тем меньше в почве абразивной составляющей; на основании данных износа стандартного стержня, можно получить характеристику изнашивающей способности различных почв. (Выводы) Выявили, что предложенная методика позволяет определять абразивную и изнашивающую характеристику различных видов почв. Констатировали, что результаты исследования дают возможность устанавливать рабочие органы на почвообрабатывающие машины в соответствии с видом и изнашивающей способностью почвы, в которой им предстоит работать, что снизит себестоимость их изготовления и повысит эффективность использования техники.

Ключевые слова: методика, формирование, абразив, почва, износ, техника.

Для цитирования: Лебедев А.Т., Очинский В.В., Жевора Ю.И., Искендеров Р.Р., Глебова Е.Н. Методологические подходы к формированию абразивной характеристики почвы и износу почвообрабатывающей техники // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68. N2(43). С. 78-83. DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-78-83.

Methodological Approaches to the Formation of the Soil Abrasive Characteristics and Wear of Tillage Machine

Anatoliy T. Lebedev,

Dr.Sc.(Eng.), professor, chief of the chair, lebedev.1962@mail.ru;

Viktor V. Ochinskiy,

Dr.Sc.(Phys.-math.), professor;

Yuriy I. Zhevara,

Ph.D.(Econ.), professor;

Ramil' R. Iskenderov,

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

Ekaterina N. Glebova,

master, assistant

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation

Abstract. *When performing various technological operations in crop production, the working bodies of tillage equipment in contact with the soil wear out under the influence of an abrasive environment. (Research purpose) The research purpose is in theoretical substantiation for a method for quantifying the wear capacity of soils with different abrasive characteristics. (Materials and methods) The article presents the evaluation of the abrasive ability of the soil by the wear of a steel rod vertically immersed in the soil and moving translationally. Authors used the standard rod of steel St0; geometric parameters of the worn rod are diameter $d = 25-30$ millimeters, height $h = 250$ millimeters; dynamic characteristics during the test are moving speed $V = 3$ kilometers per hour, distance of movement $L = 100$ meters. The worn rod sinks to a certain depth, moves in the soil at a constant speed. A device was used to determine the abrasive characteristics of the soil. (Results and discussion) The numerical characteristic of the wear capacity of the soil was determined as the physical value of the wear of the standard worn rod when moving in the soil as $A=Q/L$, grams per meter. The lower the value of this ratio, the less abrasive components are in the soil; based on the wear data of a standard rod, it is possible to obtain a characteristic of the wear capacity of various soils. (Conclusions) The proposed method allows us to determine the abrasive and wear characteristics of various types of soils. The results of the study make it possible to install working bodies on tillage machines in accordance with the type and wear capacity of the soil in which they will work, which will reduce the cost of their manufacture and increase the efficiency of the use of equipment.*

Keywords: *technique, formation, abrasive, soil, wear, technique.*

For citation: Lebedev A.T., Ochinskiy V.V., Zhevara Yu.I., Iskenderov R.R., Glebova E.N. Metodologicheskiye podkhody k formirovaniyu abrazivnoy kharakteristiki pochvy i iznosu pochvoobrabatvayushchey tekhniki [Methodological approaches to the formation of the soil abrasive characteristics and wear of tillage machine]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2021. Vol. 68. N2(43). 78-83 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-78-83.

УДК 631.611:631.31:631.51:626.862:631.432.3

DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-84-89

**Методика лабораторного исследования звездчатого дренирующего
почвообрабатывающего рабочего органа**

Филипп Леонидович Блинов,

аспирант, e-mail: fblinov@tvgscha.ru;

Андрей Васильевич Кудрявцев,
кандидат технических наук, доцент

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь, Российская Федерация

***Реферат.** В настоящий момент вопрос создания и позиционирования орудий для глубокого рыхления подпахотного слоя и формирования аэрационного дренажа изучен обстоятельно. Современный рынок предлагает множество различных орудий для глубоко рыхления или кротования, но по анализу машин и орудий, а также перспективных разработок, представленных в виде патентов, можно говорить о том, что системы, способные выполнять операции глубокого рыхления и дренирования объединенно, отсутствуют. (Цель исследования) Создать принципиально новую звездчатую конструкцию дренирующего почвообрабатывающего рабочего органа, который будет способен сформировать оптимальный водно-воздушный режим почвы за счет образования максимального аэрационного дренажа на единицу площади, с одновременным рыхлением подпахотного горизонта, исключая переуплотнение околосредной зоны в составе почвообразующей системы. (Материалы и методы) Провели ряд лабораторных экспериментов и исследований для моделирования процесса прогнозирования и выявления оптимальных параметров и режимов работы, а также для вывода на полевые испытания разрабатываемого рабочего органа. Представили схему лабораторной установки и описали принцип ее работы. (Результаты и обсуждение) Спланировали полный факторный эксперимент с тремя факторами и тремя уровнями варьирования в трехкратной повторности для оценки влияния существующих факторов на работу звездчатого дренирующего рабочего органа, качество обработки подпахотного горизонта и формирования дрен, взаимодействия факторов между собой, а также для создания математической модели процесса комбинированной обработки почвы, включающей процессы глубокого рыхления и аэрационного дренирования. (Выводы) Установили, что предложенная методика позволит более точно и системно выявить оптимальные параметры и режимы работы органа, опираясь на изменения параметров оптимизации.*

***Ключевые слова:** мелиорация, дрена, водно-воздушный баланс, почвообработка, глубокорыхлитель, кротование, аэрационный дренаж.*

Для цитирования: Блинов Ф.Л., Кудрявцев А.В. Методика лабораторного исследования звездчатого дренирующего почвообрабатывающего рабочего органа // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68. N2(43). С. 84-89. DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-84-89.

Methods of Laboratory Studies of the Star Draining Tillage Working Body

Filipp L. Blinov,
postgraduate, e-mail: fblinov@tvgscha.ru;
Andrey V. Kudryavtsev,
Ph.D.(Eng.), associate professor

Tver State Agricultural Academy, Tver, Russian Federation

***Abstract.** At the moment, the issue of creating and positioning tools for deep loosening of the subsurface layer and the formation of aeration drainage has been studied in detail. The modern market offers many different tools for deep loosening or moling, but according to the analysis of machines and tools, as well as promising developments presented in the form of patents, we can say that there are no systems capable of performing deep loosening and drainage operations together. (Research purpose) The*

research purpose is in creating a fundamentally new star-shaped design of a draining tillage working body that will be able to form an optimal water-air regime of the soil due to the formation of maximum aeration drainage per unit area, with simultaneous loosening of the subsurface horizon, excluding over-compaction of the near-drainage zone as part of the soil-forming system. (Materials and methods) To simulate the operation process, predict and identify the optimal parameters and operating modes, as well as to bring the developed working body to field testing, it is necessary to conduct a number of laboratory experiments and studies. The article presents the scheme of the laboratory installation and described the principle of its operation. (Results and discussion) The article presents a full factor experiment with three factors and three levels of variation in three-fold repetition to assess the influence of existing factors on the operation of the star-shaped drainage working body, the quality of the treatment of the subsurface horizon and the formation of drains, the interaction of factors with each other, as well as creation a mathematical model of the process of combined tillage, including the processes of deep loosening and aeration drainage. (Conclusions) The proposed method will allow us to more accurately and systematically identify the optimal parameters and modes of operation of the body, based on changes in the optimization parameters.

Keywords: *drainage, water-air balance, tillage, deep tiller, moling, aeration drainage.*

For citation: Blinov F.L., Kudryavtsev A.V. Metodika laboratornogo issledovaniya zvezdchatogo dreniruyushchego pochvoobrabatyvayushchego rabochego organa [Methods of laboratory studies of the star draining tillage working body]. *Elektrotehnologii i elektrooborudovaniye v APK*. 2021. Vol. 68. N2(43). 84-89 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-84-89.