УДК 621.315.5:534.4:534.2:534.16:534.87 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-3-11

Усовершенствованная методика расчета звукового давления в проводниках при их идентификации акустическим методом

Алексей Валерьевич Букреев,
младший научный сотрудник, e-mail: alexziend@gmail.com;
Александр Владимирович Виноградов,
доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *Несмотря на то, что операция идентификации проводников кажется легкой и глубоко изученной темой, она может оказаться трудоемкой из-за большого количества неидентифицированных проводников (кабелей). Предлагается метод, основанный на использовании акустического сигнала в качестве носителя, позволяющий облегчить и ускорить процесс идентификации проводников. Ранее разработана методика расчета звукового давления в проводниках при их идентификации, однако она имеет ряд неточностей. Поэтому предложена усовершенствованная методика расчета звукового давления в проводниках. По приведенной методике рассчитывался уровень звукового давления в зависимости от определенной длины проводника, сечения проводника и типа изоляции. Проведенные расчеты выявили возможность идентификации проводников акустическим методом. (Цель исследования) Разработать усовершенствованную методику расчета параметров распространения акустических сигналов в электрических проводниках и их изоляции при идентификации проводов и кабелей акустическим методом. (Материалы и методы) Проанализировали литературные источники и существующие методы идентификации проводников. Раскрыли суть акустического метода идентификации проводов. (Результаты и обсуждение) Описали математическую модель распространения звука в проводниках и изоляции. Выполнили расчеты для определения уровня звукового давления в зависимости от определенной длины проводника, поперечного сечения проводника и типа изоляции. (Выводы) Выявили недостатки существующих способов и средств для идентификации проводников. Провели многофакторный эксперимент, в котором управляемыми и контролируемыми факторами были: сечение проводника, расстояние точки идентификации от источника звука, частота акустического сигнала. Получили уравнение регрессии; поверхности отклика уровня звукового давления в проводниках при частоте акустического сигнала 80 Герц.*

Ключевые слова: *идентификация проводника, акустический сигнал, распространение звука в проводниках и изоляции, уровень звукового давления, устройство идентификации проводников.*

Для цитирования: Букреев А.В., Виноградов А.В. Усовершенствованная методика расчета звукового давления в проводниках при их идентификации акустическим методом // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 3-11. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-3-11. EDN MCKMJA.

Advanced Method of Calculating Sound Pressure in Conductors when They are Identified by Acoustic Method

Aleksey V. Bukreev,
junior researcher, e-mail: alexziend@gmail.com;
Aleksandr V. Vinogradov,
Dr.Sc.(Eng.), associate professor, chief researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *Despite the fact that the operation of identifying conductors seems to be an easy and deeply studied topic, it can be time-consuming due to the large number of unidentified conductors (cables). A method based on the use of an acoustic signal as a carrier is proposed, which makes it easier and faster to identify conductors. Previously, a method for calculating the sound pressure in conductors during their identification was developed, but it has a number of inaccuracies. Therefore, an improved method for calculating sound pressure in conductors is proposed. According to the above method, the sound pressure level was calculated depending on the specific length of the conductor, the cross section of the conductor and the type of insulation. The calculations carried out revealed the possibility of identifying conductors by the acoustic method. (Research purpose) The research purpose is developing an improved methodology for calculating the parameters of acoustic signal propagation in electrical conductors and their*

insulation when identifying wires and cables by acoustic method. (Materials and methods) Analyzed literature sources and existing methods of identification of conductors. Revealed the essence of the acoustic method of wire identification. (Results and discussion) A mathematical model of sound propagation in conductors and insulation was described. Calculations were performed to determine the sound pressure level depending on the specific length of the conductor, the cross-section of the conductor and the type of insulation. (Conclusions) The shortcomings of existing methods and means for identifying conductors have been identified. A multifactorial experiment was conducted in which the controlled and controlled factors were: the cross section of the conductor, the distance of the identification point from the sound source, the frequency of the acoustic signal. The regression equation was obtained; the response surfaces of the sound pressure level in the conductors at an acoustic signal frequency of 80 Hz.
Keywords: *conductor identification, acoustic signal, sound propagation in conductors and insulation, sound pressure level, conductor identification device.*

For citation: Bukreev A.V., Vinogradov A.V. Usovershenstvovannaya metodika rascheta zvukovogo davleniya v provodnikakh pri ikh identifikatsii akusticheskim metodom [Advanced method of calculating sound pressure in conductors when they are identified by acoustic method]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 3-11 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-3-11. EDN MCKMJA.

УДК 621.43.038.772 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-12-17

Применение метода последовательного анализа при выявлении дефектов топливной аппаратуры дизеля

Дмитрий Владимирович Кирдищев,
старший преподаватель, e-mail: pupkin_hate@mail.ru

Брянский государственный аграрный университет, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, Российская Федерация

Реферат. *На диагностирование топливной аппаратуры дизель-ного двигателя затрачивается много времени. Большинство ее методов предполагает частичную разборку двигателя, что уве-личивает себестоимость работ. Поэтому разработка новых методов диагностирования – актуальная задача. На основе большого экспериментального материала показана возможность применения виброакустических характеристик для диагностирования форсунок и топливного насоса во время работы дизеля. (Цель исследования) Выявить дефекты топливной аппаратуры с применением метода последовательного анализа по виброакустическим характеристикам. (Материалы и методы) Показали, что виброакустический метод диагностирования основан на регистрации параметров упругих колебаний, возникающих в механизмах при соударении деталей во время функционирования. Обследовали для получения экспериментального материала более 10 дизельных двигателей с разным сроком эксплуатации: новые тракторы, тракторы с наработкой 300 часов и тракторы с временем наработки более 8000 часов без капитального ремонта. (Результаты и обсуждение) Составили с целью определения вероятности диагнозов методом последовательного анализа диагностическую матрицу топливной аппаратуры, сформированную на основе экспериментального материала. Получили в итоге расчетов, основанных на диагностической матрице топливной аппаратуры, следующие результаты: признак низкая амплитуда на частоте 73 герц свидетельствует о наличии диагноза D_2 – закоксованность сопловых отверстий при наличии; низкая амплитуда на частоте 137 герц признак диагноза D_1 – снижение упругости пружины. (Выводы) Установили, что применение виброакустического компьютерного измерительного комплекса позволяет во время работы дизельного двигателя получить спектры вибрации в диапазоне от 5 до 5000 герц топливной аппаратуры при различных режимах работы; признак низкая амплитуда на частоте 137 герц (основной признак неисправности топливного насоса высокого давления) оказывает влияние на снижение упругости пружины. Выявили, что при наличии статистического материала по дефектам топливной аппаратуры метод последовательного анализа дает возможность повысить достоверность при диагностировании и прогнозировании технического состояния.*
Ключевые слова: *топливная аппаратура, диагностирование, дизель, метод последовательного анализа, виброакустические характеристики.*

Для цитирования: Кирдищев Д.В. Применение метода последовательного анализа при выявлении дефектов топливной аппаратуры дизеля // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 12-17. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-12-17. EDN IVUZZO.

Method of Sequential Analysis in the Defect Detection in Diesel Fuel Equipment

Dmitriy V. Kirdishchev,
senior lecturer, e-mail: e-mail: pupkin_hate@mail.ru

Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Vygonichsky district, Kokino village, Russian Federation

Abstract. *The checking of a fuel equipment of a diesel engine takes a lot of time. Most of methods involve partial disassembly of the engine, which increases the cost of work. Therefore, the development of new diagnostic methods is an urgent task. TAP the possibility of using vibroacoustic characteristics for diagnosing injectors and fuel pump during diesel based on a large experimental material. (Research purpose) The research purpose is identifying defects in fuel equipment using the method of sequential analysis of vibroacoustic characteristics. (Materials and methods) The vibroacoustic diagnostic method is based on recording the parameters of elastic vibrations that occur in mechanisms when parts collide during operation. More than 10 diesel engines with different service life were examined to obtain experimental material: new tractors, tractors with an operating time of 300 hours and tractors with an operating time of more than 8000 hours without major repairs. (Results and discussion) In order to determine the probability of diagnoses by the method of sequential analysis, a diagnostic matrix of fuel equipment formed on the basis of experimental material. As a result of calculations based on the diagnostic matrix of fuel equipment, the following results were obtained: low amplitude at a frequency of 73 hertz indicates the diagnosis D_2 – coking of nozzle holes; low amplitude at a frequency of 137 hertz is a sign of a diagnosis D_1 – decrease in spring elasticity. (Conclusions) The use of a vibroacoustic computer measuring complex allows to obtain vibration spectra in the range from 5 to 5000 hertz of fuel equipment under various operating modes during the operation of a diesel engine; the sign of low amplitude at a frequency of 137 hertz (the main sign of a malfunction of a high-pressure fuel pump) affects the reduction of spring elasticity. The method of sequential analysis makes it possible to increase the reliability in diagnosing and predicting the technical condition on statistical material of fuel equipment defects.*
Keywords: *fuel equipment, diagnostics, diesel, sequential analysis method, vibroacoustic characteristics.*

For citation: Kirdishchev D.V. Primenenie metoda posledovatel'nogo analiza pri vyyavlenii defektov toplivnoy apparatury dizelya [Method of sequential analysis in the defect detection in diesel fuel equipment]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 12-17 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-12-17. EDN IVUZZO.

УДК 631.348:632.982 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-18-24

Эффективность внесения пестицидов механизированным и роботизированным опрыскивателем

Леонид Анатольевич Марченко,
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: marchenko1312@mail.ru;
Артём Юрьевич Спиридонов,
младший научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *Отметили, что, применяя дифференцированное внесение пестицидов в системе точного садоводства и мобильные роботизированные опрыскиватели, а также опрыскиватели с интеллектуальным управлением, можно обеспечить заданный уровень защитных мероприятий в садоводстве, большую экономичность и эффективность их проведения, минимизировать риски загрязнения окружающей среды пестицидами. На стадии разработки новых опрыскивателей необходимо проводить сравнение традиционных и инновационных технических средств по различным критериям, в частности, экономическим, применительно к реальным производственным условиям для оценки эффективности модернизированного технического решения и определения экономического эффекта от его использования. (Цель исследования) Провести сравнительный анализ экономической эффективности применения вентиляторного опрыскивателя для дифференцированного метода внесения пестицидов, смонтированного на мобильном роботизированном энергосредстве, и аналогичного устройства классической компоновки для сплошного опрыскивания, агрегатируемого с трактором. (Материалы и методы) Выполнили сравнение экономической эффективности, рассчитывая основные показатели по стандартизированным методикам, содержание*

которых регламентируется отраслевыми нормативно-техническими документами. (Результаты и обсуждение) Привели перечень исходных технико-эксплуатационных показателей сравниваемых агрегатов. Получили значения показателей, позволяющие определить экономическую эффективность применения двух вариантов технических средств и произвести их сравнительную оценку, в частности: показатели эксплуатационных затрат, их экономию, годовой экономический эффект, размер и срок окупаемости дополнительных капитальных вложений. (Выводы) Установили, что при использовании вентиляторного опрыскивателя для дифференцированного внесения, монтируемого на роботизированном мобильном энергосредстве, эксплуатационные затраты снижаются на 25,03 процента, однако его сменная производительность более чем в 8 раз ниже, чем у аналогичного решения с применением МТЗ-80. Рассчитали, что окупаемость дополнительных капитальных вложений, затрачиваемых на приобретение инновационного технического решения, составит 2,19 года.
Ключевые слова: *опрыскиватели вентиляторный, роботизированный, экономическая эффективность, дифференцированное внесение, опрыскивание, пестициды*

Для цитирования: Марченко Л.А., Спиридонов А.Ю. Эффективность внесения пестицидов механизированным и роботизированным опрыскивателем // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 18-24. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-18-24. EDN BTTTGR.

Efficiency of Pesticide Application by Mechanized and Robotic Sprayer

Leonid A. Marchenko,
Ph.D.(Eng.), leading researcher, e-mail: marchenko1312@mail.ru;
Artem Yu. Spiridonov,
junior researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *By differentiated application of pesticides in the precision gardening system, mobile robotic sprayers and sprayers with intelligent control, it is possible to ensure a high level of protective measures in gardening, greater efficiency of their implementation, minimize environmental pollution with pesticides. At the development stage, it is necessary to compare traditional and innovative technical means according to various criteria in relation to real production conditions in order to assess the effectiveness of the upgraded technical solution and calculate the economic effect of its use. (Research purpose) The research purpose is conducting a comparative analysis of the economic efficiency of using a fan sprayer for a differentiated method of applying pesticides mounted on a mobile robotic chassis and a similar device of classical layout for continuous spraying aggregated with a tractor. (Materials and methods) The article presents the main indicators for standardized methods, the content of which is described by industry regulatory and technical documents. (Results and discussion) The article presents a list of initial technical and operational indicators of the compared units. To assess the economic efficiency of the use of two variants of technical means, their comparative assessment was made: indicators of operating costs, their savings, annual economic effect, the size and payback period of additional capital investments. (Conclusions) When using a fan sprayer for differentiated application mounted on a robotic mobile power facility, operating costs are reduced by 25.03 percent, but its shift performance is more than 8 times lower than that of a similar solution using MTZ-80. The payback of additional capital investments spent on the innovative technical solution will be 2.19 years.*
Keywords: *fan sprayers, robotic, economic efficiency, differentiated application, spraying, pesticides.*

For citation: Marchenko L.A., Spiridonov A.Yu. Effektivnost' vneseniya pestitsidov mekhanizirovannym i robotizirovannym opryskivatelem [Efficiency of pesticide application by mechanized and robotic sprayer]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 18-24 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-18-24. EDN BTTTGR.

УДК 631.361:64.011.44 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-25-30

Расчет экономической эффективности оптико-электронной установки для сортировки семян различных зерновых культур

Евгений Александрович Рожков,
старший преподаватель, e-mail: zhenyacool31@yandex.ru

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

Реферат. *Достичь требуемых показателей качества семенного материала возможно при сортировке зерновой массы как после уборки урожая, так и перед высевом сельскохозяйственных культур на полях. Наиболее эффективный метод очистки зерна от примесей – оптико-электронная сортировка за счет применения широкого спектра селективных признаков. Один из главных показателей эффективности оптико-электронной установки для сортировки семенного материала – полученный в результате экономической оценки положительный эффект. (Цель исследования) Оценить размер ущерба от болезней растений, причиняемый хозяйствам, и рассчитать экономический эффект от использования современных оптико-электронных технологий машинного зрения для выявления фитопатологий на ранней стадии развития семян пшеницы. (Материалы и методы) Определили экономическую эффективность разработанного в Кубанском государственном аграрном университете имени И.Т. Трубилина оптико-электронного устройства для сортировки семян в соответствии с ГОСТ Р 57330-2016 «Системы промышленной автоматизации и интеграция. Системы технического обслуживания и ремонта. Ключевые показатели эффективности» и учетом справочных данных. Показали, что достоверность результатов подтверждается многократной повторностью исследований и воспроизводимостью полученных результатов, использованием общепринятых методов, приборов и математической обработкой экспериментальных данных. (Результаты и обсуждение) Установили, что при использовании для высева в полях фракции отсортированных оптико-электронной установкой семян с высокой всхожестью, можно сократить норму высева озимой пшеницы с 192,1 до 182,2 килограмм на гектар, а удельный экономический эффект с одного гектара составит 198 рублей. Выявили, что чистая годовая прибыль с 1200 гектар от внедрения оптико-электронной установки для предпосевной сортировки семян составит 237 600 рублей; срок окупаемости предлагаемой установки – 1 год 3 месяца. (Выводы) Констатировали, что оптико-электронная установка для сортировки семян различных сельскохозяйственных культур эффективна с экономической точки зрения как на зерноочистительных предприятиях, так и в лабораториях по анализу качества зерновой продукции.*

Ключевые слова: *экономическая эффективность, срок окупаемости, прибыль, сортировка, семена, контроль, оптико-электронное зрение.*

Для цитирования: Рожков Е.А. Расчет экономической эффективности оптико-электронной установки для сортировки семян различных зерновых культур // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 25-30. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-25-30. EDN OQKKYA.

Economic Efficiency of the Optoelectronic Installation for Sorting Seeds of Various Agricultural Crops

Evgeniy A. Rozhkov,
senior lecturer, e-mail: zhenyacool31@yandex.ru

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

Abstract. *It is possible to achieve the required quality indicators of seed material when sorting the grain mass both after harvesting and before sowing crops in the fields. The most effective method of grain purification from impurities is optoelectronic sorting due to the use of a wide range of selective features. One of the main indicators of the efficiency of an optoelectronic installation for sorting of seed material is the positive effect obtained as a result of an economic assessment. (Research purpose) The research purpose is assessing the damage caused by plant diseases to farms and calculation the economic effect of using modern optoelectronic technologies of machine vision to identify phytopathologies at an early stage of wheat seed development. (Materials and methods) The economic efficiency of the optoelectronic device for seed sorting developed at the Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin was determined in accordance with GOST R 57330-2016 «Industrial automation systems and integration. Maintenance and repair systems. Key performance indicators» and taking into account reference data. It was shown that the reliability of the results is confirmed by the multiple repetition of studies and the reproducibility of the results obtained, the use of generally accepted methods, instruments and mathematical processing of experimental data. (Results and discussion) It was found that when used for sowing in the fields of a fraction of seeds sorted by an optoelectronic installation with high germination, it is possible to reduce the seeding rate of winter wheat from 192.1 to 182.2 kilograms per hectare, and the specific economic effect per hectare is 198 rubles. It was revealed that the net annual profit per 1200 hectares from the introduction of an optoelectronic installation for pre-sowing sorting of seeds will amount to 237,600 rubles; the payback period of the proposed installation is 1 year 3 months. (Conclusions)*

It was stated that an optoelectronic device for sorting seeds of various agricultural crops is effective from an economic point of view both at grain cleaning enterprises and in laboratories for analyzing the quality of grain products.
Keywords: *economic efficiency, payback period, profit, sorting, seeds, control, optoelectronic vision.*

For citation: Rozhkov E.A. Raschet ekonomicheskoy effektivnosti optiko-elektronnoy ustanovki dlya sortirovki semyan razlichnykh zernovykh kul'tur [Economic efficiency of the optoelectronic installation for sorting seeds of various agricultural crops]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 25-30. (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-25-30. EDN OQKKYA.

УДК 631.311 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-31-36

Расчет тяговых нагрузок посевного агрегата на базе самоходного шасси

Арсен Хасанбиевич Текушев,
кандидат технических наук, kmk3.vim@mail.ru;
Андрей Сергеевич Чулков,
кандидат технических наук

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *Расчет тяговых усилий, возникающих при взаимодействии рабочих органов посевного агрегата на базе самоходного шасси с почвой, с учетом агротехнических требований к выполнению технологической операции селекционного посева позволит обосновать параметры рабочих органов и выбор оптимальных рабочих скоростей движения агрегата. (Цель исследования) Оценить тяговое сопротивление, возникающее при взаимодействии рабочих органов посевного агрегата на базе самоходного шасси ВТЗ-30СШ с почвой. (Материалы и методы) Провели расчет тягового сопротивления посевного агрегата на базе самоходного шасси, используя технические характеристики, справочные данные и математические зависимости. (Результаты и обсуждение) Выполнили с целью комплектования машинно-тракторного агрегата рабочими органами аналитический расчет тягового сопротивления посевного агрегата на базе самоходного шасси ВТЗ-30СШ для посева зерновых, зернобобовых и масличных культур в диапазоне рабочих скоростей шасси с учетом агротехнических требований к технологической операции селекционного посева. Показали, что почвенный фон – поле, подготовленное под селекционный посев. Рассчитали для определения затрат механической энергии селекционной сеялки на базе самоходного шасси тяговое сопротивление, возникающее при взаимодействии рабочих органов с почвой, и механические потери в агрегате. (Выводы) Выявили, что оценка тягового сопротивления рабочих органов для первой, второй и третьей передач составляет до 20 процентов от номинального тягового усилия самоходного шасси или степени загрузки самоходного шасси. Констатировали, что проведенные расчеты тяговых нагрузок посевного агрегата будут использованы для обоснования параметров рабочих органов селекционной сеялки для посева зерновых культур с целью снижения материальных затрат.*
Ключевые слова: *селекционная сеялка, рабочие органы, параметры, режимы работы, посев зерновых, тяговое сопротивление.*

Для цитирования: Текушев А.Х., Чулков А.С. Расчет тяговых нагрузок посевного агрегата на базе самоходного шасси // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 31-36. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-31-36. EDN OQKKYA.

Traction Loads of a Seeding Unit Based on a Self-propelled Chassis

Arsen Kh. Tekushev,
Ph.D.(Eng.), e-mail: kmk3.vim@mail.ru;
Andrey S. Chulkov,
Ph.D.(Eng.)

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The calculation of the traction forces arising from the interaction of the working bodies of the sowing unit based on a self-propelled chassis with the soil, taking into account the agrotechnical requirements for performing the*

technological operation of selective sowing, will allow to justify the parameters of the working bodies and the choice of optimal working speeds of the unit. (Research purpose) The research purpose is evaluating the traction resistance arising from the interaction of the working bodies of the sowing unit based on the self-propelled chassis of the VTZ-30SSH with soil. (Materials and methods) Carried out the calculation of the traction resistance of the sowing unit based on a self-propelled chassis, using technical characteristics, reference data and mathematical dependencies. (Results and discussion) In order to complete the machine-tractor unit with working bodies, an analytical calculation of the traction resistance of the sowing unit based on the VTZ-30SSH self-propelled chassis for sowing cereals, legumes and oilseeds, in the range of operating speeds of the chassis, taking into account the agrotechnical requirements for the technological operation of selective sowing. It was shown that the soil background is a field prepared for selective sowing. In order to determine the mechanical energy costs of a selective seeder based on a self-propelled chassis, the traction resistance arising from the interaction of working bodies with the soil and mechanical losses in the unit were calculated. (Conclusions) It was found that the evaluation of the traction resistance of the working bodies for the first, second and third gears is up to 20 percent of the nominal traction force of the self-propelled chassis or the degree of loading of the self-propelled chassis. It was stated that the calculations of the traction loads of the sowing unit will be used to justify the parameters of the working bodies of the breeding seeder for sowing grain crops in order to reduce material costs.
Keywords: *breeding seeder, working bodies, parameters, operating modes, grain sowing, traction resistance.*

For citation: Tekushev A.Kh., Chulkov A.S. Raschet tyagovykh nagruzok posevnogo agregata na baze samokhodnogo shassi [Traction loads of a seeding unit based on a self-propelled chassis]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 31-36 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-31-36. EDN OQKKYA.

УДК 631.243 **DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-37-43**

Способы передвижения транспортного средства в поле при подборе груза

Михаил Евгеньевич Чаплыгин,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник;
Андрей Сергеевич Чулков,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник;
Кирилл Александрович Степанов,
младший научный сотрудник, e-mail: 89999878895@mail.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *Рассматривается аналитическая, расчетная возможность реализации подбора груза после уборки со сплошных посевов питомников предварительного размножения селекционных семян зерновых культур независимо от работы селекционно-семеноводческого комбайна. Отличительная особенность независимого подбора груза в питомниках предварительного размножения – значительные площади уборки, с которых перевозка уже фасованного урожая требует фиксированных подходов к построению маршрута для минимизации значительных перепробегов, количество вариантов которых определяется факториальной зависимостью. (Цель исследования) Научно обосновать способы передвижения транспортных средств в поле при ручном подборе мешкотары в условиях технологически независимой уборки сплошных посевов селекционных семян зерновых культур. (Материалы и методы) Использовали известные способы движения машинно-тракторного агрегата, которые возможно адаптировать под подбор заполненных от комбайна проб зерна. Выявили, что расчетное решение задачи может подразумевать наиболее удобную адаптацию генератора перестановок чисел под расчет кратчайших маршрутов. (Результаты и обсуждение) Предложили аналитические способы кругового движения транспортного средства и челночного, при необходимости соблюдения последовательности выполнения технологической операции уборки. Представили при наличии расчетной базы способ движения через ближайшие точки, а при необходимости соблюдения последовательности выполнения технологической операции уборки – через последовательность точек. (Выводы) Установили, что наличие расчетной базы маршрутов прохождением ближайших точек сокращает пробег в 1,27-2 раза по сравнению с аналитическим способом кругового движения. Определили, что применение расчетной базы данных маршрутов прохождением последовательности точек сокращает пробег по сравнению с аналитическим челночным способом в 2,19-3,23 раза. Показали, что часть параметров округляется в большую сторону, поэтому на этом этапе рекомендуется использовать полученные данные в рамках инженерных расчетов циклорейса транспортного средства.*

Ключевые слова: *первичное семеноводство, поле, транспортное средство, подбор груза, кратчайший маршрут, генератор перестановок.*

Для цитироваеия. Чаплыгин М.Е., Чулков А.С., Степанов К.А. Способы передвижения транспортного средства в поле при подборе груза // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 37-43. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-37-43. EDN HMNFJZ.

Movement of the Vehicle in the Field When Picking Up Cargo

Mikhail E. Chaplygin,
Ph.D.(Eng.), chief researcher;
Andrey S. Chulkov,
Ph.D.(Eng.); chief researcher;
Kirill A. Stepanov,
junior researcher; e-mail: 89999878895@mail.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The analytical, calculated possibility of realization of the picking of cargo after harvesting solid crops of breeding seeds, regardless of the operation of the selection and seed harvester, is considered. A distinctive feature of independent cargo selection in pre–breeding is significant harvesting areas, from which the transportation of already packed crops requires fixed approaches to route construction to minimize significant over-runs, the number of options of which is determined by factorial dependence. (Research purpose) The research purpose is scientifically substantiate the methods of movement of vehicles in the field with manual selection of sacks in conditions of technologically independent harvesting of continuous crops of breeding seeds of grain crops. (Materials and methods) Used well-known methods of movement of the machine-tractor unit, which can be adapted to the selection of grain samples filled from the combine. It was revealed that the computational solution of the problem may imply the most convenient adaptation of the number permutation generator for the calculation of shortest routes. (Results and discussion) Analytical methods of circular movement of the vehicle and shuttle, if necessary, compliance with the sequence of the technological operation of cleaning, were proposed. Presented, if there is a calculation base, a method of movement through the nearest points, and if necessary, compliance with the sequence of the technological cleaning operation – through a sequence of points. (Conclusions) It was found that the presence of a calculated base of routes by passing the nearest points reduces the mileage by 1.27-2 times compared to the analytical method of circular motion. It was determined that the use of a calculated database of routes by passing a sequence of points reduces mileage in comparison with the analytical shuttle method by 2.19-3.23 times. It was shown that some of the parameters are rounded up, so at this stage it is recommended to use the data obtained in the framework of engineering calculations of the vehicle's cycleway.*
Keywords: *primary seed production, field, vehicle, cargo selection, shortest route, permutation generator.*

For citatiom. Chaplygin M.E., Chulkov A.S., Stepanov K.A. Sposoby peredvizheniya transportnogo sredstva v pole pri podbore gruza [Movement of the vehicle in the field when picking up cargo]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 37-43 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-37-43. EDN HMNFJZ.

УДК 004.01:004.04:330.3 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-44-52

Технические средства электронного документооборота на полевых работах по уборке зерна и их правовое регулирование

Петр Алексеевич Елизаров[1],
системный аналитик-исследователь, e-mail: peterelisarov@yahoo.com;
Игорь Константинович Волков[2],
кандидат юридических наук, доцент;
Дмитрий Владимирович Рудой[2],
кандидат технических наук, доцент, декан

[1]ООО «Селектек», г. Краснодар, Российская Федерация;
[2]Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Реферат. *Рассмотрены особенности правового регулирования электронного документооборота на полевых работах по уборке зерна. Приведены возможные риски на данном виде работ, предложен механизм их минимизации с применением RFID-технологии. Дана оценка возможности применения систем электронного документооборота в рамках законодательства о прослеживаемости зерна. (Цель исследования) Изучить законодательную базу для применения электронных документов при передаче уборочной информации с поля, а также найти оптимальное техническое решение для осуществления безопасной передачи таких данных. (Материалы и методы) Описали алгоритм взаимодействия участников процесса. Обосновали формат и структуру различных типов данных, в том числе времени и координат операции, для обмена сообщениями между узлами. Проанализировали существующие криптографические алгоритмы, которые можно применить для решения поставленных задач в ограниченных возможностях программно-аппаратного комплекса. (Результаты и обсуждение) Сформулировали требования к аппаратной части носителя электронной подписи и к модулю шифрования. Привели действующие требования к применяемым шифрам. Определили основные критерии системы: асимметричное шифрование на основе логарифмирования эллиптических кривых с размером ключа 256 бит, аппаратное средство криптографической защиты информации с объемом памяти не менее 1 килобайта, исполнение его в форм-факторе карты с RFID-интерфейсом. Предложили для применения аппаратные комплексы криптографической защиты информации, отвечающие обозначенным требованиям и доступные на российском рынке в настоящее время. (Выводы) Показали, что внедрение разработанной системы позволит не только ускорить документооборот при полевых работах, но также предотвратит противоправные действия и станет основой для электронного документооборота, в том числе первичных документов.*

Ключевые слова: *прослеживаемость зерна, учет зерна, уборка зерна, определение местоположения, RFID, цифровое сельское хозяйство, цифровизация, криптография, правовое регулирование АПК, электронная подпись, блокчейн-технологии, электронный документооборот.*

Для цитирования: Елизаров П.А., Волков И.К., Рудой Д.В. Технические средства электронного документооборота на полевых работах по уборке зерна и их правовое регулирование // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 44-52. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-44-52. EDN VHJLDB.

Hardware for Electronic Document Management for Grain Harvesting and It Legal Regulation

Petr A. Elizarov[1],
system research analyst, e-mail: peterelisarov@yahoo.com;
Igor' K. Volkov[2],
Ph.D.(Jur.), docent;
Dmitriy V. Rudoy[2],
Ph.D.(Eng.), docent

[1]Selectec LTD, Krasnodar, Russian Federation;
[2]Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Absrtact. *The features of the legal regulation of electronic document management in field work on grain harvesting are considered. Possible risks in this type of work are presented, a mechanism for minimizing them using RFID technology is proposed. The assessment of the possibility of using electronic document management systems within the framework of grain traceability legislation is given. (Research purpose) The research purpose is studying the legislative framework for the use of electronic documents in the transmission of harvesting information from the field, as well as to find the optimal technical solution for the safe transmission of such data. (Materials and methods) Described the algorithm of interaction of participants in the process. The format and structure of various types of data, including the time and coordinates of the operation, for the exchange of messages between nodes were justified. We analyzed the existing cryptographic algorithms that can be applied to solve the tasks in the limited capabilities of the hardware and software complex. (Results and discussion) We formulated the requirements for the hardware of the electronic signature carrier and for the encryption module. The current requirements for the ciphers used were given. The main criteria of the system were determined: asymmetric encryption based on the logarithm of elliptic curves with a key size of 256 bits, hardware for cryptographic protection of information with a memory capacity of at least 1 kilobyte, its execution in the form factor of a card with an RFID interface. We have proposed hardware complexes for cryptographic protection of information that meet the specified requirements and are currently available on the Russian market. (Conclusions) They have shown that the implementation of the developed system will not only speed up the document flow during field work, but also prevent illegal actions and will become the basis for electronic document management, including primary documents.*

Keywords: *grain traceability, grain accounting, grain harvesting, location determination, RFID, digital agriculture, digitalization, cryptography, legal regulation of agriculture, electronic signature, blockchain technologies, electronic document management.*

For citation: Elizarov P.A., Volkov I.K., Rudoy D.V. Tekhnicheskie sredstva elektronnogo dokumentooborota na polevykh rabotakh po uborke zerna i ikh pravovoe regulirovanie [Hardware for electronic document management for grain harvesting and it legal regulation]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 44-52 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-44-52. EDN VHJLDB.

УДК 004:636.2.034 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-53-58

Разработка системы индивидуальной выпойки телят на основе RFID-технологий

Геннадий Николаевич Самарин,
доктор технических наук, главный научный сотрудник, e-mail: samaringn@yandex.ru;
Александр Алексеевич Кудрявцев,
научный сотрудник;
Михаил Владимирович Беляков,
доктор технических наук, ведущий научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *Проблема оптимизации выращивания телят в первые дни жизни, в том числе их выпойки, остается одной из главных. Выпойка телят молозивом матери своевременно и в достаточном количестве – принципиально важна для здорового начала жизни теленка. Отслеживание выпойки телят материнским молозивом возможно с помощью RFID-технологий. Они актуальны сегодня с появлением все большего количества новых контекстов приложений и более эффективных меток и интеграции новых возможностей. (Цель исследования) Разработать систему индивидуальной выпойки телят молозивом на основе RFID-технологий. (Материалы и методы) Применили методы, базирующиеся на отработке стабильной работы комплектующих и программного обеспечения, с целью имитации работы системы в лабораторных условиях. (Результаты и обсуждение) Предложили схему распределения надоя молозива посредством использования средств доставки на основе роботизированного модуля. Показали, что технология даст возможность безошибочно доставлять материнское молозиво к теленку, автоматизировать процесс без применения сложных коммуникационных систем, требующих больших затрат и сложностей при установке на фермах. Создали прототип автоматизированной системы, позволяющий регистрировать RFID-метки в базе данных для дальнейшей обработки информации. Разработали программное обеспечение с целью получения и обобщения данных с RFID-меток, полученных с прототипа автоматизированной системы. (Выводы) Рекомендовали использование низкочастотных меток, так как они обладают лучшей помехозащищенностью, устойчивы к воздействию жидкостей и металлов. Выявили, что за счет малого расстояния детекции (которое и требуется) уменьшается вероятность ошибочного считывания соседней метки.*

Ключевые слова: *система идентификации, выпойка телят, RFID-технологии.*

Для цитирования: Самарин Г.Н., Кудрявцев А.А., Беляков М.В. Разработка системы индивидуальной выпойки телят на основе RFID-технологий // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 53-58. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-53-58. EDN KZZWYT.

Development of a System of Individual Calf Drinking Based on RFID Technologies

Gennadiy N. Samarin,
Dr.Sc.(Eng.), chief researcher, e-mail: samaringn@yandex.ru;
Aleksandr A. Kudryavtsev,
researcher;
Mikhail V. Belyakov,

Dr.Sc.(Eng.), leading researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The problem of optimizing the breeding of calves in the first days of life, including their drinking, remains one of the main ones. The drinking of calves with colostrum of the mother timely and in sufficient quantity is fundamentally important for a healthy start of their life. Tracking the drinking of calves with colostrum is possible with the use of RFID technologies. They are relevant today with the emergence of an increasing number of new application contexts, more effective labels and integration of new features. (Research purpose) The research purpose is developing a system of individual drinking of calves with colostrum based on RFID technologies. (Materials and methods) During the research the methods based on testing the stable operation of components and software were used in order to simulate the operation of the system in laboratory conditions. (Results and discussion) The article presents a scheme for the distribution of milk colostrum through the delivery vehicles based on a robotic module. This technology will make it possible to deliver maternal colostrum to the calf, automate the process without the use of complex communication systems of high costs and difficulties when installed on farms. The article described a prototype of an automated system that allows registering RFID tags in a database for further information processing and software to obtain and summarize data from RFID tags obtained from a prototype of an automated system. (Conclusions) The use of low-frequency RFID-tags is preferred, as they have better noise immunity, resistant to liquids and metals. Due to the small detection distance (which is required), the probability of errors during reading of the neighboring label decreases.*

Keywords: *identification system, calf drinking, RFID technology.*

For citation: Samarin G.N., Kudryavtsev A.A., Belyakov M.V. Razrabotka sistemy individual'noy vypoyki telyat na osnove RFID-tekhnologiy [Development of a system of individual calf drinking based on RFID technologies]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 53-58 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-53-58. EDN KZZWYT.

УДК 338.436.33:004.04 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-59-63

Разработка системы автоматического управления насосным оборудованием в котельной для предприятий АПК

Татьяна Николаевна Стерхова,
кандидат технических наук, доцент;
Надежда Александровна Шихова,
ассистент, e-mail: tatiana.sterh@mail.ru

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Российская Федерация

Реферат. *Современный уровень развития объектов теплоэнергетики требует высокой степени автоматизации и электромеханизации производственных процессов, способных обеспечивать надежность системы, безопасность работы обслуживающего персонала, снижение затрат на потребление тепловой энергии, что особенно важно для объектов сельского хозяйства. К техническим средствам автоматизации относятся все устройства, входящие в систему управления и предназначенные для приема, передачи и хранения информации, а также выполнения управляющих, контролирующих и регулирующих воздействий на процесс выработки тепла и его подачи потребителям. (Цель исследования) Разработать систему автоматического управления насосным оборудованием в котельной для обеспечения необходимой надежности оборудования, улучшения условий работы обслуживающего персонала и снижения себестоимости тепловой энергии. (Материалы и методы) Рассмотрели возможность автоматического управления системой управления насосным оборудованием в котельной с максимально возможным использованием современных микроконтроллеров российского производства с впечатляющей экономией затрат. (Результаты и обсуждение) Предложили для реализации проекта приобретение приборов и средств автоматизации компании ОВЕН, а также программное обеспечение OWEN Logic, предназначенное для программирования приборов, относящихся к классу «программируемых реле». (Выводы) Определили, что в связи с сокращением затрат на элементы оборудования, заменяемых при ремонтах, и заработной платы ремонтного персонала, срок окупаемости предварительно составит от двух до четырех лет при дисконтированной ставке Центрального банка России, равной на сегодняшний день 10 процентов. Показали, что предложенная система управления насосным оборудованием может быть использована в котельных,*

предназначенных для теплоснабжения потребителей промышленных предприятий, предприятий агропромышленного комплекса и населенных пунктов.
Ключевые слова: *теплоэнергетика, автоматизация, программное обеспечение, срок окупаемости, технические средства.*

Для цитирования: Стерхова Т.Н., Шихова Н.А. Разработка системы автоматического управления насосным оборудованием в котельной для предприятий АПК // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2022. Т. 69. N4(49). С. 59-63. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-59-63. EDN KXVWFP.

Automatic Control System for Pumping Equipment in a Boiler Room

Tatyana N. Sterkhova,
Ph.D.(Eng.), associate professor;
Nadezhda A. Shikhova,
assistant, e-mail: tatiana.sterh@mail.ru

Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation

Abstract. *The current level of development of heat power facilities requires a high automation and electromechanization of processes to ensure the reliability of the system, the safety of maintenance personnel, reduce the cost of heat energy, which is especially important for agricultural facilities. Automatic technical means include all devices in the control system and intended for receiving, transmitting and storing information, as well as performing control and managing of the process of heat generation and its supply to consumers. (Research purpose) The research purpose is developing an automatic control system for pumping equipment in a boiler room to ensure the reliability of equipment, improve the working conditions of service personnel and reduce the cost of thermal energy. (Materials and methods) The article considers the possibility of automatic control of the pumping equipment control system in the boiler room with the maximum possible use of modern Russian-made microcontrollers with impressive cost savings. (Results and discussion) For the implementation of the project, authors proposed the OWEN devices and automation tools, as well as OWEN Logic software designed for programming devices belonging to the class of programmable relays. (Conclusions) Due to the reduction in the cost of equipment elements being replaced during repairs and the wages of repair personnel, the payback period will be from two to four years at a discounted rate of the central bank of Russia equal to 10 percent today. The proposed control system of pumping equipment can be used in boiler houses intended for heat supply to consumers of industrial enterprises, enterprises of the agro-industrial complex and settlements.*
Keywords: *thermal energy, automation, software, payback period, technical means.*

For citation: Sterkhova T.N., Shikhova N.A. Razrabotka sistemy avtomaticheskogo upravleniya nasosnym oborudovaniem v kotel'noy dlya predpriyatiy APK [Automatic control system for pumping equipment in a boiler room]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 59-63 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-59-63. EDN KXVWFP.

УДК 631.171:004.3:681.587.78 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-64-69

Автоматизация процесса контроля данных динамометрии сил резания при фрезеровании и сверлении

Николай Григорьевич Филиппенко,
кандидат технических наук, доцент, e-mail: ifpi@mail.ru;
Александр Валерьевич Лившиц,
доктор технических наук, профессор

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

Реферат. *Ввод в эксплуатацию изделий из новых композитных материалов значительно снижает вес конструкции, что служит важнейшим показателем при транспортостроении и изготовлении специальной техники, используемой в сельском хозяйстве. Так, например, снижение веса машины на 1 кг экономит до 100 литров топлива в год. Существующие проблемы обусловлены определением сил резания, связанных с*

отсутствием экспериментальных значений ряда коэффициентов, используемых при расчетах. (Цель исследования) Разработать устройство по измерению сил резания и автоматизированной системы управления процессом контроля, передачи и хранения информации. (Материалы и методы) Показали, что решение данной проблемы построено и подтвердилось на основе использования метода реинжиниринга существующей конструкции динамометра с вводом недокументированных возможностей основания динамометра по определению сил резания по всем трем координатам P_x, P_y, P_z и крутящего момента, возникающего в процессе резания. (Результаты и обсуждение) Привели результаты выбора полимерного материала заготовки и аддитивной технологии при изготовлении динамометра. Обосновали метод выбора датчиков контроля деформации и разработали методику настройки и калибровки системы сбора и контроля данных. Разработали автоматизированную систему управления устройством по измерению сил резания, обработки, передачи и хранения информации. (Выводы) Выявили, что проведенные экспериментально-промышленные исследования конструкций динамометров позволили разработать бюджетное устройство для измерения сил резания с автоматизированной системой управления процессом контроля, передачи и хранения, что дает возможность оптимизировать производство, сохранить ресурсы оборудования и инструмента.
Ключевые слова: *динамометр, расчет силы резания, прибор для измерения силы при фрезеровании и сверлении.*

Для цитирования: Филиппенко Н.Г., Лившиц А.В. Автоматизация процесса контроля данных динамометрии сил резания при фрезеровании и сверлении // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 64-69. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-64-69. EDN CUKKEF.

Automation Monitoring of Cutting Forces During Milling and Drilling

Nikolay G. Filippenko,
Ph.D.(Eng.), associate professor, e-mail: ifpi@mail.ru;
Aleksandr V. Livshits,
Dr.Sc.(Eng.), professor

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. *Commissioning of products made of new composite materials significantly reduces the weight of the structure, which is an important indicator in the transport construction and manufacture of special equipment used in agriculture. For example, reducing the weight of the car by 1 kg saves up to 100 liters of fuel per year. Nevertheless, there are problems associated with the measuring of cutting forces associated with the absence of experimental values of a number of coefficients used in calculations. (Research purpose) The research purpose is developing a device for measuring cutting forces and an automated control system for measuring, transmission and storage of data. (Materials and methods) The solution to this problem was constructed on the basis of the method of reengineering the existing dynamometer design with the introduction of undocumented capabilities of the dynamometer base to determine the cutting forces at all three coordinates P_x, P_y, P_z and the torque that occurs during cutting. (Results and discussion) The article presents the polymer material and the additive technology used to manufacture the dynamometer. The method of selection of deformation control sensors was substantiated and a methodology for setting up and calibrating the data collection and control system was described. The article presents an automated control system for measuring cutting forces, processing, transmitting and storing information. (Conclusions) The experimental and industrial studies of dynamometer designs made it possible to develop a cheap device for measuring cutting forces with an automated control system for monitoring, transmission and storage, which makes it possible to optimize production, and save equipment and tool resources.*
Keywords: *photopolymer, additive technologies, automation, controlled parameters.*

For citation: Filippenko N.G., Livshits A.V. Avtomatizatsiya protsessa kontrolya dannykh dinamometrii sil rezaniya pri frezerovanii i sverlenii [Automation monitoring of cutting forces during milling and drilling]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 64-69. (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-64-69. EDN CUKKEF.

УДК 631.171:004.3:681.587.78 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-70-75

Автоматизация технологического процесса обработки изделий из фотополимерных материалов

Николай Григорьевич Филиппенко,
кандидат технических наук, доцент, e-mail: ifpi@mai.ru;
Александр Валерьевич Лившиц,
доктор технических наук, профессор;
Тамара Темуриевна Чумбадзе,
аспирант

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

Реферат. *Использование новых современных конструкционных материалов, которые позволили бы улучшить физико-механические свойства изделий, агрегатов и узлов сельскохозяйственных машин, поможет сократить массовую долю металлов в их конструкции. Определили, что применению аддитивных технологий в машиностроении препятствует низкое качество продукции, связанное с отсутствием автоматизированного контроля процесса полимеризации при производстве 3D-изделий. (Цель исследования) Разработать алгоритмическое решение процесса автоматизированного управления технологией изготовления продукции из фотополимеров. (Материалы и методы) Обосновали комплекс контролируемых параметров процесса фотополимеризации при изготовлении деталей с применением аддитивных технологий, в качестве которых приняли: время полимеризации и динамику температурных изменений в материале. (Результаты и обсуждение) Привели результаты использования автоматизированного процесса фотополимеризации и провели его анализ на примере типового технологического процесса получения образцов полимерных композитов, сходных с природными органическими материалами. Описали тепловые явления, проявляющиеся при воздействии ультрафиолетового излучения в процессе полимеризации. Выполнили экспериментально-промышленные испытания физико-механических свойств базисных фотополимерных смол, которые на практике позволили исследовать работу алгоритма системы управления процессом и сделать заключение, что все показатели испытанных образцов превосходят по качеству значения образцов из акриловых пластмасс, изготовленных традиционным способом. (Выводы) Разработали алгоритм автоматизированной системы экстремального управления технологическими процессами изготовления изделий с помощью аддитивных технологий с использованием фотополимеров и их композитов. Идентифицировали в автоматическом режиме начало и окончание процесса полимеризации, повысив механические характеристики изделий. Показали, что при производстве деталей машиностроения и, в частности, сельскохозяйственного машиностроения, возможно применение аддитивных технологий.*
Ключевые слова: *фотополимер, аддитивные технологии, автоматизация, контролируемые параметры.*

Для цитирования: Филиппенко Н.Г., Лившиц А.В., Чумбадзе Т.Т. Автоматизация технологического процесса обработки изделий из фотополимерных материалов // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 70-75. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-70-75. EDN OQKKYA.

Automation of Technological Processing of Products Made of Photopolymer Materials

Nikolay G. Filippenko,
Ph.D.(Eng.), associate professor, e-mail: ifpi@mai.ru;
Aleksandr V. Livshits,
Dr.Sc.(Eng.), associate professor;
Tamara T. Chumbadze,
postgraduate

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. *The use of new modern structural materials that would improve the physical and mechanical properties of products, aggregates and components of agricultural machines will help to reduce the mass fraction of metals in their design. It was determined that the use of additive technologies in mechanical engineering is hindered by poor product quality due to the lack of automated control of the polymerization process in the production of 3D products. (Research purpose) The research purpose is developing an algorithm to the process of automated control of the technology of manufacturing products from photopolymers. (Materials and methods) A set of controlled parameters of the photopolymerization process was substantiated in the manufacture of parts using additive technologies, which were taken as polymerization time and the dynamics of temperature changes in the material. (Results and discussion) The results of the use of an automated photopolymerization process were given and its analysis was carried out on the example of a typical technological process for obtaining samples of polymer composites similar to natural organic materials. Thermal phenomena that occur when exposed to ultraviolet radiation during polymerization are described. We carried out experimental and industrial tests of the physical and mechanical properties of basic photopolymer*

resins, which in practice allowed us to investigate the operation of the algorithm of the process control system and conclude that all the indicators of the tested samples exceed in quality the values of samples from acrylic plastics made by the traditional method. (Conclusions) We have developed an algorithm for an automated system of extreme control of technological processes of manufacturing products using additive technologies using photopolymers and their composites. The beginning and end of the polymerization process were identified automatically, increasing the mechanical characteristics of the products. It has been shown that in the production of machine-building parts and, in particular, agricultural engineering, it is possible to use additive technologies.
Keywords: *photopolymer, additive technologies, automation, controlled parameters.*

For citation: Filippenko N.G., Livshits A.V., Chumbadze T.T. Avtomatizatsiya tekhnologicheskogo protsessa obrabotki izdeliy iz fotopolimernykh materialov [Automation of technological processing of products made of photopolymer materials]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 70-75 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-70-75. EDN OQKKYA.

УДК 635.657: 631.675 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-76-83

Разработка алгоритма создания региональных регистров агротехнологий Чеченской Республики

Анди Султанович Магомадов,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Нурбек Ломалиевич Адаев,
доктор биологических наук, заведующий кафедрой, e-mail: mr.adaev61@mail.ru;
Асет Ганиевна Амаева,
кандидат биологических наук, доцент

Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова, г. Грозный, Российская Федерация

Реферат. *Базовые технологии производства сельскохозяйственных культур должны быть привязаны к конкретным условиям агроландшафта. На основании этой методологии разрабатываются регистры технологий производства продукции растениеводства. (Цель исследования) Разработать реестр агротехнологий с учетом оценки сортов по результатам широких производственных испытаний, экологической устойчивости, урожайности, качества продукции, экономической эффективности при различных уровнях интенсификации их возделывания. (Материалы и методы) Исследовали возможность создания паспорта сортов зерновых культур и формирования реестра сортов зерновых культур для Чеченской Республики с формализованными в виде математических показателей характеристиками. Разработали алгоритм создания региональных регистров агротехнологий Чеченской Республики и реестр агротехнологий зерновых культур. (Результаты и обсуждение) Отметили, что разработанный регистр агротехнологий формировался на основе и в дополнение регионального реестра агроэкологических видов земель и реестра районированных сортов сельскохозяйственных культур. Описали звенья, блоки и операции базовых технологий и технологических модулей возделывания сельскохозяйственной культуры с указанием условий их применения, технологических требований и затрат на условный гектар для четырех категорий интенсивности: экстенсивный – нормальный – интенсивный – точный. (Выводы) Определили, что при агроэкологической паспортизации сортов зерновых плодовых культур важнейшим критерием служит отношение растений к влагообеспеченности и в первую очередь их засухоустойчивость, которая устанавливается по 9-балльной шкале. Показали, что отобранные сорта имеют широкий потенциал распространения в Северо-Кавказском регионе, в Чеченской Республике, обладают высокой продуктивностью, отзывчивы на повышение уровня интенсификации технологий возделывания. Выявили, что в составленном реестре агротехнологий сортов зерновых культур, районированных в Чеченской Республике, наиболее засухоустойчивы и характеризуются меньшим коэффициентом водопотребления сорта озимой пшеницы: Ахмат, Тимирязевка 150, Лилит, Батя.*
Ключевые слова: *алгоритм, реестр, агротехнологии, сорта, агроэкологический паспорт, урожайность.*

Для цитирования: Магомадов А.С., Адаев Н.Л., Амаева А.Г. Разработка алгоритма создания региональных регистров агротехнологий Чеченской Республики // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 76-83. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-76-83. EDN CUKKEF.

Development of an Algorithm for Creating Regional Registers of Agricultural Technologies of the Chechen Republic

Andi S. Magomadov,
Dr.Sc.(Agri.), professor;
Nurbek L. Adaev,
Dr.Sc.(Bio.), head of department, e-mail: mr.adaev61@mail.ru;
Aset G. Amaeva,
Ph.D.(Bio.), associate professor

Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russian Federation

Abstract. *The basic technologies of crop production should be tied to the specific conditions of the agricultural landscape. On the basis of this methodology, registers of crop production technologies are being developed. (Research purpose) The research purpose is building a register of agricultural technologies, taking into account the evaluation of varieties based on the results of extensive production tests, environmental sustainability, yield, product quality, economic efficiency at various levels of intensification of their cultivation. (Materials and methods) Investigated the possibility of creating a passport of grain varieties and forming a register of grain varieties for the Chechen Republic with formalized characteristics in the form of mathematical indicators. We have developed an algorithm for creating regional registers of agricultural technologies of the Chechen Republic and a register of agricultural technologies of grain crops. (Results and discussion) It was noted that the developed register of agricultural technologies was formed on the basis of and in addition to the regional register of agroecological types of land and the register of zoned varieties of agricultural crops. The links, blocks and operations of basic technologies and technological modules of agricultural cultivation were described, indicating the conditions of their application, technological requirements and costs per conditional hectare for four intensity categories: extensive – normal – intensive – accurate. (Conclusions) It was determined that during agroecological certification of varieties of grain fruit crops, the most important criterion is the ratio of plants to moisture availability and, first of all, their drought resistance, which is set on a 9-point scale. It was shown that the selected varieties have a wide distribution potential in the North Caucasus region, in the Chechen Republic, have high productivity, are responsive to increasing the level of intensification of cultivation technologies. It was revealed that in the compiled register of agricultural technologies, varieties of grain crops zoned in the Chechen Republic are the most drought-resistant and are characterized by a lower coefficient of water consumption of winter wheat varieties: Akhmat, Timiryazevka 150, Lilit, Batya.*
Keywords: *algorithm, register, agrotechnologies, varieties, agroecological passport, yield.*

For citation: Magomadov A.S., Adaev N.L., Amaeva A.G. Razrabotka algoritma sozdaniya regional'nykh registrov agrotekhnologiy Chechenskoy Respubliki [Development of an algorithm for creating regional registers of agricultural technologies of the Chechen Republic]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 76-83 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-76-83. EDN CUKKEF.

УДК 62-752 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-84-92

Обоснование конструктивно-режимных параметров вибровозбудителя в виде неуравновешенной массы тела

Сергей Геннадьевич Щукин[1,2],
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: shykin.sergei@mail.ru;
Олег Владимирович Ивакин[1,2],
доктор технических наук, ведущий научный сотрудник;
Николай Степанович Яковлев[1,2],
доктор технических наук, заведующий лабораторией;
Борис Дмитриевич Докин[1,2],
доктор технических наук, главный научный сотрудник

[1]Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Новосибирская область, рабочий пос. Краснообск, Российская Федерация;
[2]Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирская область, рабочий пос. Краснообск, Российская Федерация

Реферат. *Разрушение структуры переуплотненных почв на вибрирующих поверхностях рабочих органов чизельных глубокорыхлителей, это технологический процесс, происходящий быстрее и более эффективно, чем при перемещении рабочих органов чизелей внутри сыпучей среды глубокорыхлителей в спокойном состоянии. Важное значение получают вибрационные режимы, оказываемые на технологический процесс, позволяющие воспроизводить колебания заданных амплитуд и при высокой частоте вибрационных колебаний вибровозбудителя, передаваемых на активные части рабочих органов чизельных глубокорыхлителей. (Цель исследования) Обосновать и разработать программно-аппаратные и технические средства для цифрового мониторинга, автоматизации и роботизации продукционных и технологических процессов в технологиях возделывания хлебных зерновых культур. (Материалы и методы) Использовали методы анализа и моделирования процесса. (Результаты и обсуждение) Определили, что применение вибрационных колебаний для разрушения антропогенной переуплотненной почвы позволяет разрушать плотные фрагменты почвы и превращать структуру разрушенной почвы в плодородный слой, в котором формируется развитая корневая система, пригодная для получения высоких урожаев. Установили, что интенсивные технологии, передающие вибрационные колебания на активный рабочий орган сельскохозяйственной машины посредством использования в вибрационном механизме неуравновешенной массы, интенсивно вращаемой внутри корпуса вибровозбудителя от внешней силы трактора, возбуждают вибрационные колебания, передаваемые на активные рабочие органы чизельных машин, возбуждающие вибрационную обработку антропогенно переуплотненной почвы. (Выводы) Выявили, что к числу интенсивных технологий, передающих вибрационные колебания на рабочий орган сельскохозяйственной машины, следует отнести машины с неуравновешенной массой, , которые возбуждают вибрационные колебания, передаваемые на рабочий орган, возбуждающий вибрационную обработку обрабатываемой технологической среды. Представили расчетные значения преобразуемой неуравновешенной массы, средней мощности.*

Ключевые слова: *вибрационные машины, амплитуда и частота колебаний вибровозбудителя, колебания пассивных рабочих органов от вибровозбудителя, вибрация на активной поверхности рабочих органов, колебания вибровозбудителя, режим вибрации, амплитуда и частота колебаний, технологическая операция глубокорыхлителей, влияющая на снижение сил сцепления и внутреннего трения внутри почвы.*

Для цитирования: Щукин С.Г., Ивакин О.В., Яковлев Н.С., Докин Б.Д. Обоснование конструктивно-режимных параметров вибровозбудителя в виде неуравновешенной массы тела // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 84-92. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-84-92. EDN MRRNNX.

Substantiation of the Design Parameters of the Vibration Exciter in the Form of an Unbalanced Body Weight

Sergey G. Shchukin[1,2],
Ph.D.(Eng.), leading researcher, e-mail: shykin.sergei@mail.ru;
Oleg V. Ivakin[1,2],
Dr.Sc.(Eng.), leading researcher;
Nikolay S. Yakovlev[1,2],
Dr.Sc.(Eng.), head of the laboratory;
Boris D. Dokin[1,2],
Dr.Sc.(Eng.), chief researcher

[1]Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, Novosibirsk region, Krasnoobsk, Russian Federation;
[2]Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk region, Krasnoobsk, Russian Federation

Abstract. *The destruction of the structure of over-compacted soils on the vibrating surfaces of the working bodies of chisel deep-diggers is a technological process that occurs faster and more efficiently than when moving the working bodies of chisels inside the bulk medium of deep-diggers in a calm state. Of great importance are the vibration modes exerted on the technological process, which allow reproducing vibrations of the specified amplitudes and at a high frequency of vibration vibrations of the vibration exciter transmitted to the active parts of the working bodies of chisel deep heaters. (Research Purpose) The research purpose is developing software, hardware and technical means for digital monitoring, automation and robotization of production and technological processes in the technologies of cultivation of grain crops. (Materials and methods) Used methods of analysis and modeling of the process. (Results and discussion) It was determined that the use of vibration vibrations for the destruction of anthropogenic over-compacted soil makes it possible to destroy dense fragments of soil and turn the structure of the destroyed soil into a fertile layer in which a developed root system is formed, suitable for obtaining high yields. It has been established*

that intensive technologies that transmit vibration vibrations to the active working organ of an agricultural machine by using an unbalanced mass in the vibration mechanism, intensively rotated inside the body of the vibration exciter from the external force of the tractor, excite vibration vibrations transmitted to the active working organs of chisel machines, which excite the vibration treatment of anthropogenically over-compacted soil. (Conclusions) It was revealed that among the intensive technologies that transmit vibration vibrations to the working body of an agricultural machine, it is necessary to include machines with NM that excite vibration vibrations transmitted to the working body that excites the vibration treatment of the processed technological medium. The calculated values of the converted NM average power were presented.
Keywords. *vibration machines, amplitude and frequency of vibration exciter vibrations, vibrations of passive working bodies from the vibration exciter, vibration on the active surface of the working bodies, vibration exciter vibrations, vibration mode, amplitude and frequency of vibrations, the technological operation of subsoilers, affecting the reduction of adhesion forces and internal friction inside the soil.*

For citation: Shchukin S.G., Ivakin O.V., Yakovlev N.S., Dokin B.D. Obosnovanie konstruktivno-rezhimnykh parametrov vibrovozbuditelya v vide neuravnoveshennoy massy tela [Substantiation of the design parameters of the vibration exciter in the form of an unbalanced body weight]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 84-92 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-84-92. EDN MRRNNX.

УДК 621.313.17 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-93-97

Разработка схем автономного гибридного электротехнического комплекса с системой перепада температур

Владимир Алексеевич Челухин,
доктор технических наук, заведующий кафедрой, e-mail: Cheluhin-va@mail.ru;
Александр Владимирович Васильев,
аспирант;
Елизавета Владимировна Абрамсон,
старший преподаватель;
Пьей Зон Аунг,
аспирант

Комсомольский-на-Амуре государственный университет, г. Комсомольск-на-Амуре, Российская Федерация

Реферат. *В последнее время в связи с прогрессом в области разработки ветрогенераторов и солнечных панелей для надежного электроснабжения удаленных поселений используются автономные гибридные энергетические системы на основе возобновляемых источников энергии, в составе которых работают солнечные панели, ветрогенераторы и агрегаты питания. Уязвимое место гибридной энергоустановки – ее зависимость от внешних климатических условий и агрегаты питания требуют топлива. Для решения этой проблемы предлагается дополнить гибридные системы применением энергосистем на основе перепада температур день-ночь. Сегодня нет разработанных схемных решений структуры гибридного электротехнического комплекса на основе возобновляемых источников энергии с системой суточного перепада температур в его составе по схеме с общей шиной переменного тока. (Цель исследования) Разработать электросхемы автономной гибридной энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии с системой перепада температур с учетом нагрузки и определения времени включения бензинового генератора. (Материалы и методы) Рассмотрели электротехнический комплекс гибридного типа с четырьмя источниками электрической энергии, в состав которого включена система суточного перепада температур. (Результаты и обсуждение) Разработали схемы автономного гибридного электротехнического комплекса на основе возобновляемых источников энергии с системой перепада температур и шиной переменного тока для электроснабжения удаленных сельскохозяйственных объектов. Показали проблемы комплекса при использовании в схеме нескольких инверторов, работающих на одну шину переменного тока, и пути их решения. Выполнили расчет нагрузок по каждой энергосистеме и вывели условие включения бензинового агрегата питания при неблагоприятных погодных условиях. (Выводы) Определили, что разработанные электрические схемы с блоком контроля нагрузки и общим задающим генератором гибридной энергетической системы на основе возобновляемых источников энергии с энергосистемой перепада температур позволяют создавать оптимальный режим ее эксплуатации и более эффективно управлять всей гибридной системой.*
Ключевые слова: *система управления, перепад температур, сельское хозяйство, энергоснабжение, преобразователь энергии, экологическая безопасность, система управления, схема.*

Для цитирования: Челухин В.А., Васильев А.В., Абрамсон Е.В., Пьей Зон Аунг. Разработка схем автономного гибридного электротехнического комплекса с системой перепада температур // *Электротехнологии и электро-оборудование в АПК*. 2022. .Т. 69N4 .С. 93-97 .(49)DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-93-97. EDN OQKKYA.

Development of an Autonomous Hybrid Electrical Complex with a Temperature Change System

Vladimir A. Chelukhin,
Dr.Sc.(Eng.), professor, head of the department, e-mail: Cheluhin-va@mail.ru;
Aleksandr V. Vasiliev,
postgraduate;
Elizaveta V. Abramson,
senior lecturer;
Pyey Zon Aung,
postgraduate

Komsomolsk-on-Amur State University, Komsomolsk-on-Amur, Russian Federation

Abstract. *Recently, due to the progress in the development of wind generators and solar panels, autonomous hybrid energy systems based on renewable energy sources, which include solar panels, wind generators and power units, have been used for reliable power supply to remote settlements. The vulnerability of a hybrid power plant is its dependence on external climatic conditions and power units require fuel. To solve this problem, it is proposed to supplement hybrid systems with the use of power systems based on the day-night temperature difference. Today, there are no developed circuit solutions for the structure of a hybrid electrical complex based on renewable energy sources with a system of daily temperature difference in its composition according to a scheme with a common AC bus. (Research purpose) The research purpose is developing electric circuits of an autonomous hybrid power plant based on renewable energy sources with a temperature change system taking into account the load and determining the turn-on time of the gasoline generator. (Materials and methods) Considered an electrical complex of hybrid type with four sources of electrical energy, which includes a system of daily temperature difference. (Results and discussion) We have developed schemes for an autonomous hybrid electrical complex based on renewable energy sources with a temperature change system and an alternating current bus for power supply to remote agricultural facilities. The problems of the complex when using several inverters operating on one AC bus in the circuit and ways to solve them were shown. We calculated the loads for each power system and deduced the condition for switching on the gasoline power unit in adverse weather conditions. (Conclusions) It was determined that the developed electrical circuits with a load control unit and a common master generator of a hybrid energy system based on renewable energy sources with a temperature difference power system allow creating an optimal mode of its operation and managing the entire hybrid system more efficiently.*

Keywords: *control system, temperature difference, agriculture, energy supply, energy converter, environmental safety, control system, circuit.*

For citation : Chelukhin V.A., Vasiliev A.V., Abramson E.V., Pyey Zon Aung. Razrabotka skhem avtonomnogo gibridnogo elektrotekhnicheskogo kompleksa s sistemoy perepada temperatur [Development of an autonomous hybrid electrical complex with a temperature change system .[*Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK* .2022 .Vol. 69. N4(49). 93) 97-In Russian .(DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-93-97. EDN OQKKYA.

УДК 621.311.243 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-98-103

Исследование возможностей использования режима наката в электрическом транспортном средстве

Леонид Юрьевич Юферев,
доктор технических наук, главный научный сотрудник;
Валентин Александрович Гусаров,
доктор технических наук, главный научный сотрудник;
Антон Павлович Споров,

аспирант, e-mail: antonspo@yandex.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *В настоящее время наблюдается активное использование электротранспорта, который может применяться в том числе на фермах с целью выполнения технологических процессов, в помещениях для содержания животных и выращивания растений. Появляется необходимость изменения технических характеристик такого транспорта, в частности, экономии заряда тяговой батареи с помощью режима наката. (Цель исследования) Определить возможности и проблемы режима наката мобильного транспортного средства сельскохозяйственного назначения. (Материалы и методы) Установили основные узлы электромобиля (мобильного транспортного средства): шасси; тяговая аккумуляторная батарея; контрольно-зарядное устройство; электропривод, включающий многоскоростные коробки передач. (Результаты и обсуждение) Разработали схему подключения двигателя к частотному преобразователю с режимом наката и провели экспериментальные исследования. (Выводы) Выяснили, что для обеспечения режима холостого хода мобильного транспортного средства при отключении двигателя от частотного преобразователя необходимо контролировать разницу частот двигателя и частотного преобразователя, так как большая разность может привести к значительным перегрузкам и выходу из строя частотного преобразователя. Провели экспериментальные исследования зависимости пусковых токов от разницы частоты преобразователя и электрического двигателя. Построили графики, которые показали, что на основе проведенных экспериментов при использовании двигателя мощностью 11 киловатт в час полученные значения токов будут в 4 раза больше, что приведет к перегрузке частотного преобразователя. Показали, что без дополнительных способов и приемов такой режим применять опасно и не рекомендуется. Выявили вариант уменьшения пусковых токов – это установка дополнительной индуктивности между двигателем и частотным преобразователем, при правильном ее подборе по формуле можно уменьшить пусковой ток до предельно допустимого.*

Ключевые слова: *электромобиль, электропривод, транспортное средство с электроприводом, энергетическое оборудование, асинхронный электродвигатель, аккумуляторы.*

Для цитирования: Юферев Л.Ю., Гусаров В.А., Споров А.П. Исследование возможностей использования режима наката в электрическом транспортном средстве // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 98-103. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-98-103. EDN ITTMZZ.

Possibilities of Using the Coasting Mode in an Electric Vehicle

Leonid Yu. Yuferev,
Dr.Sc.(Eng.), chief researcher;
Valentin A. Gusarov,
Dr.Sc.(Eng.), chief researcher;
Anton P. Sporov,
postgraduate, e-mail: antonspo@yandex.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *There is an active use of electric transport, including on farms, for performing technological processes, in premises for keeping animals and growing plants. There is a need to change the technical characteristics of such transport, in particular, saving the charge of the traction battery using the coasting mode. (Research purpose) The research purpose is studying the possibilities and problems of the coasting mode of a mobile agricultural vehicle. (Materials and methods) The main components of an electric vehicle are: chassis; traction battery; charger; electric drive, including multi-speed gearboxes. (Results and discussion) The article presents a circuit for connecting the drive to a frequency converter with a coasting mode and results of experimental studies. (Conclusions) In order to ensure the coasting mode of a mobile vehicle when the engine is disconnected from the frequency converter, it is necessary to control the frequency difference between the engine and the frequency converter, since a large difference can lead to significant overloads and failure of the frequency converter. Experimental studies of the dependence of starting currents on the frequency difference between the converter and the electric motor were carried out. The article presents the diagrams based on the experiments conducted using an 11 kilowatt motor, the current values will be 4 times greater, which will lead to an overload of the frequency converter. Without additional methods, such a mode is dangerous to use and is not recommended. A variant of reducing the starting currents is the installation of an additional inductance between the motor and the frequency converter, with justified inductance according to the equation, the starting current can be reduced to the permissible values.*

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

For citation: Yuferev L.Yu., Gusarov V.A., Sporov A.P. Issledovanie vozmozhnostey ispol'zovaniya rezhima nakata v elektricheskom transportnom sredstve [Possibilities of using the coasting mode in an electric vehicle]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 98-103 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-98-103. EDN ITTMZZ.

УДК 631.331 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-104-108

Разработка схемы размещения элементов автоматизированного управления и контроля селекционной сеялки

Андрей Сергеевич Чулков,
кандидат технических наук, e-mail: andrei.chulkov@mail.ru;
Арсен Хасанбиевич Текушев,
кандидат технических наук;
Марсель Марселевич Шайхов,
ведущий специалист

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *Выбор и разработка схемы компоновки элементов автоматизированного управления и контроля селекционной сеялки направлены на повышение технического уровня посевной машины для обеспечения требуемого качества посева на селекционных и семеноводческих делянках, и улучшение условий труда оператора посевного агрегата. Использование элементов автоматизированного контроля и управления технологическим процессом предполагает автоматизацию работы высевающих аппаратов, контроль пролета семян в семяпроводах, эксплуатационных параметров работы агрегата. (Цель исследования) Разработать схему компоновки элементов автоматизированного управления и контроля селекционной сеялки для 2-3 этапов работ, обеспечивающих повышение качества посева зерновых, зернобобовых и масличных культур. (Материалы и методы) Провели сравнительный анализ передовых технологий, технических средств, различных конструктивных решений для выбора наиболее рациональных элементов автоматизированного управления и контроля работы селекционной сеялки. (Результаты и обсуждение) Предложили схему размещения средств автоматизации селекционной сеялки на базе шасси типа ВТЗ-30СШ для посева зерновых, зернобобовых и масличных культур на 2-3 этапах работ. Показали, что средства автоматизации сеялки предназначены для контроля и управления работой порционного высевающего аппарата и кассетного загрузочного устройства, контроля пролета семян, а также индикации на мониторе скорости движения и времени работы агрегата, количества засеянной площади. (Выводы) Подобрали средства автоматизации селекционной сеялки на базе шасси типа ВТЗ-30СШ с целью контроля высева семян, вращения высевающего вала, средства измерения и индикации эксплуатационных параметров: скорости движения, количества засеянной площади, времени работы агрегата. Разработали схему их установки на селекционной сеялке на базе самоходного шасси.*

Ключевые слова: *селекционная сеялка, посев зерновых, автоматизированное управление высевом, средства автоматизации, схема компоновки, высевающее устройство.*

Для цитирования: Чулков А.С., Текушев А.Х., Шайхов М.М. Разработка схемы размещения элементов автоматизированного управления и контроля селекционной сеялки // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 104-108. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-104-108. EDN CWQCER.

Development of the Layout of Automated Control and Monitoring System of Breeding Seeder

Andrey S. Chulkov,
Ph.D.(Eng.), e-mail: andrei.chulkov@mail.ru;
Arsen Kh. Tekushev,
Ph.D.(Eng.);
Marsel' M. Shaykhov,
leading specialist

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The development of the layout of the automated control of the breeding seeder are aimed at improving the technical level of the sowing machine to ensure the required quality of sowing on breeding and seed plots, and improving the working environment of the operator of the sowing unit. The use of automated control of the technological process involves automation of the operation of sowing machines, control of the flight of seeds in seed ducts, operational parameters of the unit. (Research purpose) The research purpose is developing a layout scheme for the automated control of a breeding seeder for the second and the third stages of work that improve the quality of sowing of cereals, legumes and oilseeds. (Materials and methods) The article presents a comparative analysis of advanced technologies, technical means, various design solutions to select the most appropriate elements of automated control of the breeding seeder. (Results and discussion) The article proposes a layout of automation tools for a breeding seeder based on a VTZ-30SSH chassis for sowing grain, legumes and oilseeds at the second and the third stages of work. The automation tools of the seeder are designed to monitor and control the operation of the batch seeding machine and the cassette loading device, control the flight of seeds, as well as display the speed and operating time of the unit, the sown area. (Conclusions) The article presents automation tools for a breeding seeder based on a VTZ-30SSH chassis type in order to control seed sowing, rotation of the sowing shaft, measurement and indication of operational parameters: movement speed, sown area, operating time of the unit. The article also presents a scheme for their installation on a breeding seeder based on a self-propelled chassis.*
Keywords: *breeding seeder, grain sowing, automated seeding control, automation tools, layout scheme, seeding device.*

For citation: Chulkov A.S., Tekushev A.Kh., Shaykhov M.M. Razrabotka skhemy razmeshcheniya elementov avto-matizirovannogo upravleniya i kontrolya selektsionnoy seyalki [Development of the layout of automated control and monitoring system of breeding seeder]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 104-108 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-104-108. EDN CWQCER.

УДК 620.91:624.92 **DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-109-113**

Экономия электроэнергии, как показатель энергоэффективного производства

Залимхан Русланович Кудаев,
старший преподаватель, e-mail: zalimhan007@mail.ru;
Аслан Анатольевич Кумахов,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Олеся Хаутиевна Кильчукова,
кандидат технических наук, доцент;
Елена Анатольевна Кушаева,
доцент

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, г. Нальчик, Российская Федерация

Реферат. *Рост цен на коммунальные услуги в России происходит каждый год, поэтому в современном обществе, так же как в производственной сфере, экономия – главный показатель успешного развития. (Цель исследования) Проанализировать автоматизированную систему по техническому учету энергетических ресурсов, которая призвана помочь предприятию перераспределять нагрузку из основного времени, когда тарифы высокие, на ночное, когда цена имеет наименьшие показатели. (Материалы и методы) Показали, что производственные предприятия стараются уменьшить свои расходы на электроэнергию, следить за всеми сберегающими нововведениями и применять их в своей деятельности. (Результаты и обсуждение) Определили, что предприятие устанавливает: жесткие требования контроля над режимом горения осветительных приборов во всем здании, приборы автоматического отключения, постоянно обновляет оборудование. Выявили, что предприятия в основном используют одни и те же технологии для экономии электроэнергии. Выяснили, что некоторые предприятия используют прямую экономию электрической энергии, что приводит к уменьшению расходов за счет оборудования; установка такого оборудования может осуществляться только при имеющихся данных энергопотребления. Отметили, что для выявления этих данных на производстве размещают специальную автоматизированную информационно-измерительную систему. (Выводы) Установили, что выбор каждого электропривода должен быть индивидуальным, только при соблюдении заданных параметров и реализации целей по экономии электроэнергии, предприниматель может рассчитывать на ведущие позиции на*

конкурентном рынке. Констатировали, что автоматизированная информационно-измерительная система открывает ряд преимуществ для экономии электрической энергии.
Ключевые слова: *энергоэффективность, электроэнергия, электропривод, экономия энергии, автоматизированные системы, осветительные приборы, преобразователи частоты.*

Для цитирования: Кудаев З.Р., Кумахов А.А., Кильчукова О.Х., Кушаева Е.А. Экономия электроэнергии, как показатель энергоэффективного производства // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 109-113. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-109-113. EDN MATHAT.

Energy Saving as an Indicator of Energy Efficient Production

Zalimkhan R. Kudaev,
senior lecturer, e-mail: zalimhan007@mail.ru;
Aslan A. Kumakhov,
Ph.D.(Agri.), associate professor;
Olesya K. Kil'chukova,
Ph.D.(Eng.), associate professor;
Elena A. Kushaeva,
associate professor

Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, Nalchik, Russian Federation

Abstract. *The increase in utility prices in Russia occurs every year. In modern society, as well as in the production sector, saving are the main indicator of successful development. (Research purpose) The research purpose is analyzing an automated system for the technical accounting of energy resources, which is designed to help the enterprise redistribute the load from the main time, when the price is high, to the night, when the price is lower. (Materials and methods) Manufacturing enterprises are trying to reduce their energy costs, monitor all saving innovations and use them in their activities. (Results and discussion) The companies try to use: strict requirements for control over the lighting in the entire building, automatic shutdown devices, constantly updates the equipment. Enterprises mainly use the same technologies to save electricity. Some enterprises use direct savings of electric energy, which leads to a reduction in costs due to equipment; installation of such equipment can only be carried out with available energy consumption data. In order to get these data, a special automated information and measurement system is used. (Conclusions) The choice of each electric motor should be individual, only if the specified parameters are met and the goals for saving electricity are realized, an entrepreneur can count on leading positions in a competitive market. The automated information and measurement system opens up a number of advantages for saving electrical energy.*
Keywords: *energy efficiency, electric power, electric motor, energy saving, automated systems, lighting devices, frequency converters.*

For citation: Kudaev Z.R., Kumakhov A.A., Kil'chukova O.K., Kushaeva E.A. Ekonomiya elektroenergii, kak pokazatel' energoeffektivnogo proizvodstva [Energy saving as an indicator of energy efficient production]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 109-113 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-109-113. EDN MATHAT.

УДК 631.171 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-114-119

Расчет параметров теплообменника для вторичного использования теплоты в процессе гидротермической обработки сои

Анатолий Михайлович Шувалов[1],
доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник;
Алексей Николаевич Машков[1],
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;
Дмитрий Анатольевич Тихомиров[2,3],
доктор технических наук, главный научный сотрудник, e-mail: tihda@mail.ru

[1]Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Российская Федерация;
[2]Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация;
[3]Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина, Москва, Российская Федерация

Реферат. *В условиях постоянного роста цен на потребляемую энергию и конкуренции на внутреннем рынке у сельских товаропроизводителей существует проблема по снижению затрат энергии, так как они составляют значительную долю в себестоимости сельскохозяйственной продукции. Особенно велики затраты энергии при гидротермической обработке сельхозпродукции. Снизить затраты энергии на тепловые цели можно вторичным отбором теплоты и применением ее в конкретном технологическом процессе. (Цель исследования) Предложить конструкцию и привести методику расчета поверхности теплообмена устройства вторичного отбора теплоты, расположенного в теплоизолированном бункере – температоре. (Материалы и методы) Применили методы системного анализа и синтеза существующих знаний по расчету теплообменника, установленного в устройстве для темперирования сои. Использовали для расчета теплообменника основные положения теории теплопередачи. (Результаты и обсуждение) Предложили конструкцию устройства вторичного отбора теплоты – теплообменного аппарата, расположенного в нижней части теплоизолированного бункера – температора. Установили, что отобранную вторичную теплоту можно применять на нагрев воды, которая требуется для увлажнения сои перед началом ее термической обработки. Определили, что сократить время увлажнения сои в 3-5 раз можно с помощью подогретой до 60-80 градусов Цельсия воды. Привели и апробировали для конкретного случая методику расчета параметров теплообменника, обеспечивающего вторичное применение теплоты от термически обработанной сои. (Выводы) Обосновали и реализовали конструкцию устройства вторичного отбора теплоты – теплообменного аппарата в процессе темперирования сои, расположенного в нижней части теплоизолированного бункера – температора. Предложили и апробировали методику расчета теплообменного аппарата. Выявили, что вторичное использование теплоты в процессе темперирования сои на нагрев воды для увлажнения сои снижает время увлажнения продукта и уменьшает затраты на тепловую энергию.*

Ключевые слова: *энергозатраты, энергосбережение, термическая обработка, темперирование сои, теплообменник.*

Для цитирования: Шувалов А.М., Машков А.Н., Тихомиров Д.А. Расчет параметров теплообменника для вторичного использования теплоты в процессе гидротермической обработки сои // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 114-119. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-114-119. EDN JIFNZQ.

Calculation of Heat Exchanger Parameters for Heat Recovery During the Soybean Hydrothermal Treatment

Anatoliy M. Shuvalov[1],
Dr.Sc.(Eng.), chief researcher;
Aleksey N. Mashkov[1],
Ph.D.(Eng.), leading researcher;
Dmitriy A. Tikhomirov[2,3],
Dr.Sc.(Eng.), chief researcher, , e-mail: tihda@mail.ru
[1]All Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, Russian Federation;
[2]Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation;
[3]Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin, Moscow, Russian Federation

Abstract. *In the conditions of constant growth of prices for energy and competition in the domestic market, rural producers have a problem of reducing energy costs, since they make up a significant share in the cost of agricultural products. Energy costs are especially high during hydrothermal processing of agricultural products. It is possible to reduce energy costs for thermal purposes by secondary heat extraction and its application in a specific technological process. (Research purpose) The research purpose is constructing a method for calculating the heat exchange surface of a secondary heat extraction device located in a thermally insulated hopper – temperator. (Materials and methods) Methods of system analysis and synthesis of existing knowledge were used for the calculation of a heat exchanger installed in a device for tempering soybeans. The main provisions of the theory of heat transfer were used to calculate the heat exchanger. (Results and discussion) The article presents the design of a secondary heat extraction device located in the lower part of a heat-insulated hopper – temperator. The selected secondary heat can be used to water heating, which is required to moisten soybeans before starting its heat treatment. It is possible to reduce the humidification time of soy by 3-5 times with the use of water heated to 60-80 degrees Celsius. A method for calculating*

the parameters of a heat exchanger providing secondary use of heat from heat-treated soybeans was presented and tested for a specific case. (Conclusions) The design of a secondary heat extraction device in the process of soybean tempering, located in the lower part of a thermally insulated temperator hopper, was substantiated and implemented. A method for calculating the heat exchanger was described and tested. The secondary use of heat in the soybeans tempering for heating water to moisten soybeans reduces the time of humidification of the product and reduces the cost of thermal energy.
Keywords: *energy consumption, energy saving, heat treatment, soybean tempering, heat exchanger.*

For citation: Shuvalov A.M., Mashkov A.N., Tikhomirov D.A. Raschet parametrov teploobmennika dlya vtorichnogo ispol'zovaniya teploty v protsesse gidrotermicheskoy obrabotki soi [Calculation of heat exchanger parameters for heat recovery during the soybean hydrothermal treatment]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 114-119 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-114-119. EDN JIFNZQ.

УДК 62-83:621.311:621.316:621.341.572 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-120-130

Обоснование эффективности использования систем накопления электрической энергии в сельских электрических сетях 0,4 кВ

Александр Владимирович Виноградов,
доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник, e-mail: winaleksandr@gmail.com;
Александр Александрович Лансберг,
специалист;
Алина Васильевна Виноградова,
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. *В настоящее время в распределительные электрические сети 0,4 киловольт электросетевых компаний Публичных акционерных обществ «Россети Центр» и «Россети Центр и Приволжье» внедрены системы накопления электроэнергии, предназначенные для повышения качества электрической энергии в сельских электрических сетях 0,4 киловольт. Оценка эффективности их работы представляет практическую значимость. (Цель исследования) Обосновать эффективность использования системы накопления электрической энергии, установленной в сельской электрической сети 0,4 киловольт. (Материалы и методы) Использовали данные по количеству жалоб потребителей в электрических сетях 0,4 киловольт с накопителями электроэнергии. Применили для обоснования экологической эффективности сведения по суточным циклам разряда систем накопления электроэнергии, количеству выданной ими электроэнергии за период эксплуатации, представленные в оперативно-информационном комплексе Systel филиала ПАО «Россети Центр» «Орелэнерго», а также суточный график выдачи мощности Орловской теплоэлектроцентрали, предоставленный специалистами филиала ПАО «Квадра»-«Орловская генерация». (Результаты и обсуждение) Выявили, что использование систем накопления электроэнергии за весь период их эксплуатации позволило сократить выбросы углекислого газа на 3130 и 4385 тонн в зависимости от применяемого на Орловской теплоэлектроцентрали первичного топлива. Определили на примере эксплуатации системы накопления электроэнергии в Орловском районе электрических сетей, что она позволяет сократить издержки электросетевой компании от несоответствия качества электроэнергии на 8 500 076 рублей в год. (Выводы) Показали, что социальный эффект от накопителей электроэнергии заключается в снижении жалоб потребителей на качество электроэнергии, а технический – в обеспечении соответствия показателей качества электроэнергии требованиям нормативных документов.*
Ключевые слова: *накопитель электрической энергии, сельские электрические сети, качество электроэнергии, эффективность применения накопителей электроэнергии.*

Для цитирования: Виноградов А.В., Лансберг А.А., Виноградова А.В. Обоснование эффективности использования систем накопления электрической энергии в сельских электрических сетях 0,4 кВ // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 120-130. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-120-130. EDN BTTTGR.

Efficiency of the Electric Energy Storage Systems in Rural Electric Grids 0.4 kV

Aleksandr V. Vinogradov,

Dr.Sc.(Eng.), associate professor, e-mail: winaleksandr@gmail.com;
Alexandr A. Lansberg,
engineer;
Alina V. Vinogradova,
Ph.D.(Eng.), associate professor

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *Currently, electricity storage systems designed to improve the quality of electrical energy in rural power grids of 0.4 kilovolts have been introduced into the distribution electrical networks of 0.4 kilovolt electric grid companies of Public Joint Stock Companies Rosseti Center and Rosseti Center and Volga Region. Evaluation of the effectiveness of their work is of practical importance. (Research purpose) The research purpose is calculation of the efficiency of using an electric energy storage system installed in a rural 0.4 kilovolt electric grid. (Materials and methods) Used data on the number of consumer complaints in 0.4 kilovolt electrical networks with electricity storage devices. To substantiate the ecological efficiency, we applied information on the daily discharge cycles of electricity storage systems, the amount of electricity issued by them during the period of operation, presented in the operational information complex Systel of the branch of PJSC Rosseti Center «Orelenergo», as well as the daily schedule for the output of the Oryol thermal power plant, provided by specialists of the branch of PJSC Quadra-Oryol Generation. (Results and discussion) It was revealed that the use of electricity storage systems for the entire period of their operation allowed to reduce carbon dioxide emissions by 3130 and 4385 tons, depending on the primary fuel used at the Orel thermal power plant. It was determined by the example of the operation of an electric power storage system in the Oryol district of electric networks that it allows to reduce the costs of an electric grid company from a discrepancy in the quality of electricity by 8,500,076 rubles per year. (Conclusions) It has been shown that the social effect of electricity storage devices is to reduce consumer complaints about the quality of electricity, and the technical effect is to ensure that electricity quality indicators meet the requirements of regulatory documents.*
Keywords: *electric energy storage, rural electric networks, electricity quality, efficiency of electric energy storage.*

For citation: Vinogradov A.V., Lansberg A.A., Vinogradova A.V. Obosnovanie effektivnosti ispol'zovaniya sistem nakopleniya elektricheskoy energii v sel'skikh elektricheskikh setyakh 0,4 kV [Efficiency of the electric energy storage systems in rural electric grids 0.4 kV]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 120-130 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-120-130. EDN BTTTGR

УДК 620.91 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-131-136

Сложнозамкнутые системы электроснабжения и расчет их электрических режимов

Георгий Иванович Кольниченко,
профессор кафедры, доктор технических наук, профессор, академик АЭН РФ;
Яков Викторович Тарлаков,
доцент кафедры, кандидат технических наук, e-mail: tarlakov@mgul.ac.ru

Мытищинский филиал Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Мытищи, Российская Федерация

Реферат. *При создании и совершенствовании систем электроснабжения расчеты установившихся режимов – самые распространенные, они содержат нелинейные элементы в виде генераторов и нагрузок, поэтому их установившийся режим описывается нелинейными уравнениями. Решение подобных уравнений возможно только итерационными методами, что связано с проблемой сходимости итерационного процесса. В связи с некоторыми особенностями электрических систем, которые присущи в том числе системам электроснабжения агро- и лесного комплекса, сходимость итерационного процесса может быть замедленной и даже не обеспеченной. (Цель исследования) Разработать метод расчета установившихся режимов систем электроснабжения, отвечающий условию удобства реализации на электронной вычислительной машине и снимающий проблему сходимости итерационного процесса счета. (Материалы и методы) Предложили прямой метод расчета с цикличной корректировкой исходной для каждого цикла информации с целью учета нелинейности элементов систем электроснабжения. (Результаты и обсуждение) Приведены расчетные формулы для определения собственных и взаимных сопротивлений,*

которые лежат в основе предлагаемого метода, их главная особенность заключается в том, что они определяются при включенных в узлы элементах, соответствующих источникам и нагрузкам, и получены авторами как результат преобразования и решения узловых уравнений. Метод реализуется посредством работы следующих алгоритмов: расчета собственных и взаимных сопротивлений; расчета токораспределения, то есть определения токов в ветвях сети; расчета напряжений во всех узлах системы электроснабжения; расчета потокораспределения мощностей с целью последующего определения потерь мощности и расхода электрической энергии. (Выводы) Предложенный метод и реализующие его алгоритмы сравнительно легко программируются и обеспечивают необходимую быстроту и точность вычислений; они предназначены для решения практических задач, связанных с проектированием и эксплуатацией сложнозамкнутых систем электроснабжения, повышением их надежности и экономичности.
Ключевые слова: *электрические системы, электроснабжение, алгоритм расчета, установившийся режим, нелинейные элементы, итерационные методы, собственные и взаимные сопротивления.*

Для цитирования: Кольниченко Г.И., Тарлаков Я.В. Сложнозамкнутые системы электроснабжения и расчет их электрических режимов // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 131-136. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-131-136. EDN CWQCER.

Complex-closed Power Supply Systems and Calculation of Their Electrical Modes

Georgy I. Kolnichenko,
Dr.Sc.(Eng.), professor, deputy director, Academician of the AEN of the Russian Federation;
Yakov V. Tarlakov,
associate professor, Ph.D.(Eng.), e-mail: tarlakov@mgul.ac.ru

Mytischi Branch of Bauman Moscow State Technical University, Mytischi, Russian Federation

Abstract. *When creating and improving power supply systems, steady–state calculations are the most common, they contain nonlinear elements in the form of generators and loads, therefore their steady-state mode is described by nonlinear equations. The solution of such equations is possible only by iterative methods, which is associated with the problem of convergence of the iterative process. Due to some features of electrical systems, which are inherent, including power supply systems of the agro- and forestry complex, the convergence of the iterative process may be slow and not even secured. (Research purpose) The research purpose is developing a method for calculating the steady-state modes of power supply systems that meets the condition of convenience of implementation on an electronic computer and removes the problem of convergence of the iterative counting process. (Materials and methods) Proposed a direct calculation method with cyclic correction of the initial information for each cycle in order to take into account the nonlinearity of elements of power supply systems. (Results and discussion) The calculation formulas for determining the intrinsic and mutual resistances that underlie the proposed method are given, their main feature is that they are distributed with elements included in the nodes corresponding to sources and loads, and obtained by the authors as a result of the transformation and solution of nodal equations. It was established that the method is implemented through the operation of the following algorithms: calculation of intrinsic and mutual resistances; calculation of current distribution, that is, determination of currents in the branches of the network; calculation of voltages in all nodes of the power supply system; calculation of power flow distribution in order to subsequently identify power losses and electric energy consumption. (Conclusions) It was shown that the derived universal calculation expressions can also be used for equivalence purposes. It was revealed that the proposed method and the algorithms implementing it are relatively easy to program and provide the necessary speed and accuracy of calculations; they are designed to solve practical problems related to the design and operation of complex closed power supply systems, increasing their reliability and efficiency.*
Keywords: *electrical systems, power supply, calculation algorithm, steady state, nonlinear elements, iterative methods, intrinsic and mutual resistances.*

For citation: Kolnichenko G.I., Tarlakov Ya.V. Slozhnozamknutye sistemy elektrosnabzheniya i raschet ikh elektricheskikh rezhimov [Complex-closed power supply systems and calculation of their electrical modes]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 131-136 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-131-136. EDN CWQCER.

УДК 338.46:621.31 DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-137-143

Влияние высших гармоник на работу электрооборудования в сельских распределительных сетях

Геннадий Сергеевич Кудряшев,
доктор технических наук, профессор;
Александр Николаевич Третьяков,
кандидат технических наук, доцент, e-mail: tretyakov_alex@mail.ru

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

Реферат. *Системы электроснабжения агропромышленного комплекса насыщены электрооборудованием, требующим для нормальной работы питающее напряжение, соответствующее ГОСТу. Режимы работы, вызванные наличием нелинейной нагрузки, оказывают негативное влияние на работу силового электрооборудования, релейных защит, элементов автоматики и коммутационных аппаратов. Дополнительные потери мощности, связанные с высшими гармониками тока, появляются при работе всех типов электродвигателей и в электроустановках в условиях несинусоидального напряжения. Технические параметры работы электрооборудования, а также количественные и качественные свойства производимой продукции во многом зависят от качества электрической энергии в системах электрического снабжения предприятий агропромышленного сектора. Правильное использование методов и средств повышения качества электрической энергии позволит точнее рассчитать экономический ущерб от несинусоидальных и несимметричных режимов работы. Эти условия следует учитывать при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения предприятий. Необходимость определения ущерба возникает при разработке и корректировке нормативных документов на качество электроэнергии при обосновании предельных значений показателей качества электроэнергии. (Цель исследования) Определить влияние высших гармоник на режимы работы электрооборудования в сельских распределительных сетях. (Материалы и методы) Рассмотрели основные источники искажения синусоидальности напряжения, провели расчет потерь мощности в распределительных сетях сельскохозяйственных потребителей. (Результаты и обсуждение) Привели результаты измерения несинусоидальности напряжения в распределительных сетях сельскохозяйственного предприятия. Установили превышение коэффициентов гармонических составляющих в спектре гармоник напряжения. (Выводы) Определили наличие потерь, связанных с низким качеством питающего напряжения, вызванных электромагнитными и технологическими составляющими.*
Ключевые слова: *несинусоидальность напряжения, потери электрической энергии, эффективность производства, методы, параметры электрической сети.*

Для цитирования: Кудряшев Г.С., Третьяков А.Н. Влияние высших гармоник на работу электрооборудования в сельских распределительных сетях // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N4(49). С. 137-143. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-137-143. EDN RLKSBA.

The Influence of Higher Harmonics on the Operation of Electrical Equipment in Rural Distribution Grids

Gennadiy S. Kudryashev,
Dr.Sc.(Eng.), professor;
Aleksandr N. Tretyakov,
Ph.D.(Eng.), associate professor, e-mail: tretyakov_alex@mail.ru

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky, Molodezhny village, Irkutsk district, Irkutsk region, Russian Federation

Abstract. *The power supply systems of the agro-industrial complex are full with electrical equipment that requires a supply voltage corresponding to GOST for normal operation. Operating modes caused by the nonlinear load have a negative impact on the operation of power electrical equipment, relay protections, automation elements and switching devices. Additional power losses associated with higher current harmonics appear during operation of all types of electric motors and in electrical installations in conditions of non-sinusoidal voltage. The technical parameters of the operation of electrical equipment, as well as the quantitative and qualitative properties of the products largely depend on the quality of electrical energy in the electrical supply systems of enterprises of the agro-industrial sector. The correct use of methods and means of improving the quality of electric energy will allow us to calculate more accurately the economic damage from non-sinusoidal and asymmetric operating modes. These conditions should be taken into account when designing and operating power supply systems. The need to determine the damage arises during the development and adjustment of standard documents on the quality of electricity when justifying the limit*

values of the quality indicators. (Research purpose) The research purpose is studying the influence of higher harmonics on the operating modes of electrical equipment in rural distribution networks. (Materials and methods) The article presents the main sources of voltage distortion, calculations on power losses in distribution grids of agricultural consumers. (Results and discussion) The article presents the results of measuring the non-sinusoidal voltage in the distribution grids of agricultural enterprises. The coefficients of the harmonic components in the voltage harmonics spectrum is higher than it should be. (Conclusions) The losses associated with the low quality of the supply voltage caused by electromagnetic and technological components.
Keywords: *non-sinusoidal voltage, loss of electrical energy, production efficiency, methods, parameters of the electric network.*

For citation: Kudryashev G.S., Tretyakov A.N. Vliyanie vysshikh garmonik na rabotu elektrooborudovaniya v sel'skikh raspredelitel'nykh setyakh [The influence of higher harmonics on the operation of electrical equipment in rural distribution grids]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 137-143 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-137-143. EDN RLKSBA.