

## РЕФЕРАТЫ СТАТЕЙ, ИНДЕКСИРУЕМЫХ В AGRIS

### ABSTRACTS OF ARTICLES INDEXED IN AGRIS

Х. А. АБДУЛМАЖИДОВ, *канд. техн. наук, доцент*

А. С. МАТВЕЕВ, *канд. техн. наук, доцент*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева», Российская Федерация, г. Москва

#### **УТОЧНЕННЫЕ ПРОЧНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА В СИСТЕМЕ INVENTOR PRO**

Цели работы – определение особенностей проектирования рабочих органов машин природообустройства, проведение их прочностных и уточненных прочностных расчетов (ПР), подготовка технической документации в системе Inventor Pro. Используются методы экспериментально-теоретического уровня: твердотельное моделирование, теоретический эксперимент с проведением анализа напряжений и уточненного ПР и анализ результатов исследования. При создании новых деталей машин необходимо проводить ПР. При этом широко применяется метод конечных элементов (МКЭ). Описана методика выполнения ПР МКЭ, которая включает в себя создание детали, задание материала, определение точек опор, задание нагрузок и моментов, получение сетки (разбивка детали на конечные элементы) и расчет. Основной составляющей работы является представленная методика проведения уточненного ПР. Результаты расчетов выдаются программой в виде пиктограмм и таблиц со множеством расчетных данных, основными из которых принято считать запас прочности, предел текучести, окончательный предел прочности при растяжении, напряжения и

деформации. В качестве примера представлено проектирование и расчет ковша каналоочистителя, предназначенного для очистки дна канала от наносов. Проектирование включает в себя следующие этапы: создание трехмерной модели ковша, выполнение чертежей на основе объемной конструкции с размещением стандартных видов, сечений, выносных видов, позиционных представлений, с выполнением разрывов и местных разрезов, исследование напряженно-деформированных состояний рабочего органа, выявление зависимости запаса прочности при различных значениях размеров конечных элементов. Запас прочности для разработанного ковша каналоочистителя находится в допустимых пределах. Проведены уточненные ПР с определением зависимости величины запаса прочности от размеров конечных элементов. С увеличением размеров конечных элементов запас прочности возрастает.

Kh. A. ABDULMAZHIDOV, *Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor*  
A. S. MATVEEV, *Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor*  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education  
"Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy  
named after K. A. Timiryazev", Russian Federation, Moscow

#### UPDATED STRENGTH CALCULATIONS WORKING BODIES OF MACHINES OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING IN THE SYSTEM INVENTOR PRO

Research goal is to define the design features of working bodies of machines of environmental engineering, carrying out their strength and the specified strength calculations (SC), preparation of technical documentation in Inventor Pro system. Methods of experimental and theoretical level were used: solid-state modeling, theoretical experiment with stress analysis and refined PR and analysis of the research results. At creation of new details of cars it is necessary to carry out PR. In this case, the finite element method (FEM) is widely used. The technique of performing the FEM SC which includes the creation of the part, the task of the material, the definition of support points, the task of loads and moments, obtaining a grid (the breakdown of the part into finite elements) and the calculation. The main component of work is the presented technique of carrying out the specified SC. The results of calculations are given by the program in the form of icons and tables with a lot of calculated data which is considered to be the margin of safety, yield strength, ultimate tensile strength, stress and strain. As an example, the design and calculation of the channel cleaner bucket designed to clean the bottom of the channel from sediment. The design includes the following stages: creation of a three-dimensional model of the bucket, drawing on the basis of three-dimensional design with the placement of standard views, sections, remote views, positional representations, with the implementation of breaks and local cuts, the study of stress-strain States of the working body, the identification of the dependence of the safety factor at different values of the size of the finite elements. The safety margin for the developed channel cleaner bucket is within acceptable limits. Held updated the SC with the determination of the dependence of the magnitude of the margin of the size of the finite elements. As the size of the finite elements increases, the safety margin increases.

А. Е. БУТУЗОВ, старший преподаватель

И. Н. ГАСПАРЯН, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

М. Е. ДЫЙКАНОВА, канд. сельскохозяйственных наук, старший преподаватель

О. Н. ИВАШОВА, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева», Российская Федерация, г. Москва

## ВЛИЯНИЕ УКРЫВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА РАННЕГО КАРТОФЕЛЯ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены данные исследований по применению укрывного материала в первый период роста картофеля на продуктивность. Укрывной материал защищает растения от возвращающихся заморозков, холодных туманов, града, а также почва прогревается быстрее и создаются более благоприятные условия для роста и развития растений. Технология возделывания стандартная. Исследования проводились в 2016–2017 годах в РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. Использовали сорта: Удача, Жуковский ранний, Снегирь, Ред Скарлет, Метеор. Сроки посадки – при прогревании почвы до 6...8 °С. При уходе за посевами использовали современные пестициды в борьбе против фитофтороза и колорадского жука. Уборку производили в два срока: 15 и 30 июля. Для защиты ранних посадок от поздних весенних заморозков использовался нетканый укрывной материал 17 г/м<sup>2</sup> (лутрасил). Укрытие производили сразу после посадки. При наблюдении за температурным режимом почвы установлено, что почва под укрывным материалом на глубине 15 см в течение первого месяца вегетации картофеля раннего прогревалась в среднем на 2,4 °С выше, чем в контроле. Растения развивались быстрее, фазы развития и клубнеобразование начиналось раньше. Было выявлено повышение урожайности на 8,7...45 % в зависимости от сорта при уборке в первый срок, при более поздней уборке (увеличение урожайности составило 18...52 %. Увеличение урожайности связано с увеличением средней массы клубней, так как клубнеобразование началось раньше. Корни у картофеля образуются при температуре не ниже 7 °С, укрывной материал снижает перепады температур и положительная температура наблюдается даже при снижении температуры воздуха и почвы. Проведен анализ имеющихся конструкций пленкоукладчиков для дальнейшего внедрения в технологию возделывания и выявления положительных и отрицательных их качеств, так как использование существующих пленкоукладчиков позволит механизировать этот процесс и выращивать ранний картофель на больших площадях.

A. E. BUTUZOV, Senior lecturer

I. N. GASPARYAN, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

M. E. DYYKANOVA, Ph. D. of Agricultural Sciences, Senior Lecturer

O. N. IVASHOVA, Associate Professor

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev", Russian Federation, Moscow

## THE IMPACT OF SHELTERING ON THE EFFICIENCY OF PRODUCTION OF EARLY POTATOES IN MOSCOW REGION

Data of researches on application of covering material in the first period of growth of potatoes on productivity are given. Covering material protects plants from returning frosts, cold fogs, hail, and the soil warms up faster and creates more favorable conditions for the growth and development of plants. Cultivation technology is standard. The studies were conducted in 2016–2017 at the Russian state agrarian University – MTAА named after K. A. Timiryazev. Used varieties: Udacha,

Zhukovskiy ranniy, Snegir', Red Scarlett, Meteor. The timing of planting is when the soil warming up to 6...8 °C. When caring for crops used modern pesticides in the fight against late blight and Colorado potato beetle. Cleaning was carried out in two periods: 15 and 30 July. Nonwoven covering material 17 g/m<sup>2</sup> (lutrasil) was used to protect early plantings from late spring frosts. The shelter was made immediately after landing. When observing the temperature regime of the soil, it was found that the soil under the covering material at a depth of 15 cm during the first month of the growing season of potatoes early warmed up by an average of 2.4 °C higher than in the control. Plants developed faster, development phases and tuber formation began earlier. It was revealed an increase in yield by 8.7...45 % depending on the variety when harvesting in the first period, with a later harvest (yield increase was 18...52 %. The increase in yield is associated with an increase in the average mass of tubers, since the tuber formation began earlier. The roots of potatoes are formed at a temperature not lower than 7 °C, the covering material reduces temperature differences and a positive temperature is observed even with a decrease in air and soil temperature. The analysis of available designs of film layers for further implementation in the technology of cultivation and identification of positive and negative qualities, as the use of existing film layers will mechanize this process and grow early potatoes on large areas.

М. Л. ЛАЗАРЕНКО, аспирант

Л. М. ЛАЗАРЕНКО, канд. физ.-мат. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева», Российская Федерация, г. Москва

## РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРЕ ТЕПЛИЧНОГО ХОЗЯЙСТВА

Одной из основных проблем при разработке и реализации автоматических систем является сложность управляемых технологических процессов, проявляющихся в различных неопределенностях внешних воздействий, в частности, спектрального состава возмущений, действующих на управляемый объект, не позволяющих корректно применить методы оптимальной фильтрации, что характерно для АСУ в системах защищенного грунта. Традиционно задачи оптимального синтеза систем автоматического регулирования принято решать с помощью интегро-дифференциальных уравнений в обыкновенных производных. Установлено, что ряд объектов и процессов не вполне соответствуют целочисленным моделям, когда, например, оптимизация передаточных функций регулятора обнаруживает необходимость степенных зависимостей от времени и частот с недельными показателями степеней. Известно имитационное моделирование с формированием амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) с заданной частотой среза и коэффициентом колебательности в среде Mathcad с приложением «Optim-MGA». Использован корневой метод для расчета параметров настройки регулятора вида ПИД, где показатели степеней всегда меньше единицы в целях снижения шумовых компонент в системе обратной связи и одновременным увеличением быстродействия самого контроллера. Передаточная функция объекта регулирования по температуре – камеры проращивания в тепличном хозяйстве РГАУ – ТСХА имени К.А. Тимирязева, необходимая для настройки рабочего режима контроллера, была получена экспериментальным путем записи характеристик кривой разгона в режиме функции записи в разработанном сайте контроллеров Arduino. По результатам записи функции температуры от времени 16 цифровых датчиков с активацией графического интерфейса была получена необходимая постоянная времени и транспортное запаздывание. Корневой метод позволяет на инженерном уровне обслуживающего персонала провести необходимую настройку контроллера в зависимости от температурных режимов и степени адиабатичности стенок камеры проращивания.

M. L. LAZARENKO, *Post-graduate student*

L. M. LAZARENKO, *Ph. D. of Physics and Mathematics, Associate professor*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev", Russian Federation, Moscow

## IMPLEMENTATION OF TEMPERATURE CONTROL AND MONITORING OF MICROCLIMATE PARAMETERS IN THE CLIMATIC CHAMBER OF THE GREENHOUSE

One of the main problems in the development and implementation of automatic systems is the complexity of controlled technological processes, manifested in various uncertainties of external influences, in particular, the spectral composition of the perturbations acting on the controlled object, which do not allow correctly apply the optimal filtering methods, which is typical for ACS in the systems of protected of the soil. Traditionally, it is customary to solve problems of optimal synthesis of automatic control systems with the help of integro-differential equations in ordinary derivatives. It has been established comparatively long ago that a number of objects and processes do not fully correspond to integer models, when, for example, optimization of the controller's transfer functions reveals the need for power dependencies on time and frequencies with weekly exponents. Known work in this area is simulation modeling with the formation of frequency response with a specified cutoff frequency and the oscillation coefficient  $M$  in the Mathcad environment with the "Optim-MGA" application. In the proposed paper, the root method is used to calculate the settings of a controller of the form PID, where the exponents, are always less than unity, in order to reduce the noise components in the feedback system and simultaneously increase the controller's speed. Transfer function of the temperature control object-germination chamber in the greenhouse farm of the RGAU - TSA named after K.A. Timiryazev, needed to adjust the operating mode of the controller, was obtained experimentally by recording the characteristics of the so-called. the acceleration curve in the recording function mode in the developed WEB site of the controllers. Arduino is an application in the Arduino controller. Based on the results of recording the temperature function from time to 16 digital sensors with the activation of the graphic interface, the necessary time constant and transport delay were obtained. It is shown that the root method makes it possible at the engineering level of the maintenance personnel to carry out the necessary adjustment of the controller, depending on the temperature conditions and degree of adiabaticity of the germination chamber walls.

Е. В. БЫКОВА, канд. техн. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева», Российская Федерация, г. Москва

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПЕРФТОРИРОВАННЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СОХРАНЯЕМОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Цель исследований – экспериментальное изучение оборудования для нанесения лакокрасочных покрытий (ЛКП), модифицированных перфторированными наноматериалами (ПФНМ), на защищаемые поверхности сельскохозяйственных машин; анализ особенностей его работы; подбор конструкции распылителя для нанесения ЛКП на сельскохозяйственную технику для улучшения ее сохраняемости, безотказности и надежности. Приведены свойства перфторированных нанодобавок и защитных лакокрасочных материалов (ЛКМ), модифицированных ими. Показана эффективность ЛКМ, модифицированных (ПФНМ), в защите сельскохозяйственных машин и тракторов от атмосферных воздействий и коррозии. Рассмотрены способы нанесения ЛКМ, модифицированных ПФНМ. Практически проверена гипотеза об эффективности распылителя для нанесения ПФНМ, имеющего параболическую камеру распыла. Она вытекает из особенностей физических (гидродинамических) свойств ПФНМ. Приведены результаты испытаний распылителей при нанесении ЛКМ, модифицированных ПФНМ, на сельскохозяйственные машины. О качестве полученного на поверхности покрытия, об эффективности тех или иных распылителей для ЛКМ, модифицированных ПФНМ, судили по величине изменения поверхностной энергии, количественно измеряемой величиной краевого угла смачивания. Увеличение угла смачивания при проведении испытаний с использованием описанной установки свидетельствует о формировании более плотной упаковки молекул перфторированных соединений на поверхности пластины. Установка, обеспечивающая создание ультразвукового потока воздуха и распыляемых капель раствора модифицированного ЛКМ, позволила достичь технического результата: получение более равномерной и качественной пленки ЛКП, эффективно защищающей поверхности сельскохозяйственной техники, повышающей сохраняемость, безотказность и надежность сельскохозяйственной техники. По результатам испытаний можно рекомендовать ультразвуковые распылители с параболической камерой распыла как оборудование, позволяющее получать наиболее качественное защитное ЛКП.

E. V. БУКОВА, *Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev", Russian Federation, Moscow

## **EQUIPMENT FOR APPLICATION OF PERFLUORINATED PROTECTIVE COATINGS TO IMPROVE THE PRESERVATION OF AGRICULTURAL MACHINERY**

The purpose of research – experimental study of the equipment for the application of paint and varnish coatings (PVC), modified by perfluorinated nanomaterials (PFNM), on the protected surfaces of agricultural machines; analysis of the features of its work; selection of the spray design for the application of PVC on agricultural machinery to improve its preservation, reliability and reliability. The properties of perfluorinated nano-additives and protective varnish-and-paint materials (PVC) modified by them are given. The efficiency of coatings, modified (PVC, to protect the agricultural machinery and tractors from weathering and corrosion. Methods of applying coatings modified by PFNM have been considered. The hypothesis of the efficiency of the spray for the application of PFNM having a parabolic spray chamber has been practically tested. It follows from the peculiarities of physical (hydrodynamic) properties of PFNM. The results of testing sprayers when applying coatings, modified PFNM, on agricultural machines. The quality of the obtained coating on the surface, the efficiency of those other sprayers for coatings, modified PFNM, was judged by the magnitude of the change in surface energy, quantitatively measured by the value of the contact angle. An increase in the wetting angle during testing with the use of the described installation indicates the formation of a denser packing of molecules of perfluorinated compounds on the surface of the plate. The installation, which provides the creation of ultrasonic air flow and sprayed drops of modified PVC solution, allowed to achieve the technical result: obtaining a more efficient and high-quality coating, effectively protecting the surface of agricultural machinery, increasing the safety, security and reliability of agricultural machinery. According to the results of the research, ultrasonic atomizers with a parabolic spray chamber can be recommended as equipment that allows to obtain the highest quality protective PVC.



А. И. МАТВЕЕВ, аспирант

С. А. АНДРЕЕВ, канд. техн. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева», Российская Федерация, г. Москва

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССА РАЗРЯДА КОНДЕНСАТОРОВ НА ПЕРЕМЕННУЮ НАГРУЗКУ

Автономное электропитание слаботочных потребителей с возможностью периодического пополнения запасенной энергии обычно осуществляется с помощью химических аккумуляторов. Анализ тенденций развития электронакопительных устройств показал, что расширяется сфера применения конденсаторов сверхбольшой емкости (ионисторов). Такие конденсаторы допускают произвольные режимы разрядки, безопасны в эксплуатации, не требуют дополнительных мер предосторожности при утилизации, выдерживают большое количество циклов «заряд-разряд», а их характеристики практически не зависят от температуры. В то же время эти устройства способны накапливать энергию весьма низкой плотности, что определяет необходимость совершенствования способов ее отбора. Использование параметрических стабилизаторов напряжения в цепях разряда конденсаторов неэффективно, так как часть накопленной энергии при заниженном напряжении не используется. При завышенном напряжении внутреннее сопротивление стабилитрона уменьшается, ток растет, а вместе с ним растут тепловые потери. В статье проанализировано распределение энергии на различных элементах цепи разряда конденсаторов при параметрической стабилизации напряжения. Увеличение разности между начальным и конечным значениями напряжения на конденсаторе приводит к росту используемого количества запасенной энергии. Графики снижения напряжения располагаются между кривой разряда конденсатора без изменения сопротивления и линией, являющейся касательной к этой кривой в точке начала разряда. При бесконечном уменьшении продолжительности интервала разряда кривая снижения напряжения стремится к линии касательной. Выделены и рассчитаны следующие энергетические составляющие: полная энергия, запасенная конденсатором; энергия, отданная конденсатором; энергия, полезно используемая нагрузкой; энергия, теряемая на эквивалентном сопротивлении (на стабилитроне). Для повышения эффективности использования конденсаторов необходим иной способ отбора накопленной энергии, обеспечивающий снижение потерь при пониженном напряжении и исключение тепловых потерь при повышенном.



A. I. MATVEEV, *Postgraduate student*

S. A. ANDREEV, *Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev", Russian Federation, Moscow

## STUDY THE ENERGY PARAMETERS OF THE DISCHARGE PROCESS OF THE CAPACITORS IN VARIABLE LOAD

Autonomous power supply of low-current consumers with the possibility of periodic replenishment of stored energy is usually carried out with the help of chemical batteries. To date, such batteries are produced in a wide range and are characterized by a wide variety of chemical reactions used. Analysis of trends in the development of electric accumulator devices has shown that along with the use of chemical batteries, the sphere of application of capacitors of extra-large capacity (ionistors) is expanding. Such capacitors allow arbitrary discharge modes, are safe in operation, do not require additional precautions for disposal, withstand a large number of charge-discharge cycles, and their characteristics are practically independent of temperature. At the same time, these devices are able to accumulate energy of very low density, which determines the need to improve the methods of its selection. The use of parametric voltage regulators in capacitor discharge circuits has been found to be ineffective, since part of the accumulated energy with underestimated voltage is not used. When the voltage is too high, the internal resistance of the zener diode decreases, the current increases, and with it the heat losses increase. The article analyzes the energy distribution on various elements of the capacitor discharge circuit for parametric voltage stabilization. It is established that an increase in the difference between the initial and final values of the voltage on the capacitor leads to an increase in the amount of stored energy used. Voltage reduction graphs are located between the discharge curve of the capacitor without changing the resistance and a line that is tangent to this curve at the point where the discharge begins. It is shown that with an infinite decrease in the duration of the discharge interval, the voltage decrease curve tends to the tangent line. The following energy components have been singled out and calculated: the total energy stored by the capacitor; energy released by the capacitor; energy, useful for loading; the energy lost on the equivalent resistance (on the zener diode). It is concluded that in order to increase the efficiency of the use of capacitors, a different method of selecting the accumulated energy is needed, which ensures a reduction in losses at a reduced voltage and the elimination of heat losses at higher voltages.