

**Аннотации****В. А. Буторин, Л. А. Саплин, К. П. Вовденко, А. Н. Ткачев****Интенсивность изнашивания подшипниковых щитов электродвигателей в животноводстве при ременной передаче крутящего момента (с. 7)**

В работе отмечено, что слабыми звеньями электродвигателя является обмотка и его подшипниковые узлы. На долю этих узлов приходится до 98–99% отказов электродвигателей. Высокая интенсивность отказа электродвигателей в сельскохозяйственном производстве происходит из-за тяжелых условий эксплуатации в этой отрасли. Качество изготовления и ремонта электродвигателей отражает свойство надежности – долговечность. Подшипниковый узел имеет два слабых звена, подшипник и посадочное место в подшипниковом щите под подшипник. Долговечность посадочного места в подшипниковом щите связана с его интенсивностью изнашивания. Целью работы является оценка интенсивности изнашивания посадочного места подшипникового щита под подшипник электродвигателя в условиях животноводства при клиноременной передаче крутящего момента. В работе был выбран объект исследования, определены факторы, влияющие на интенсивность изнашивания посадочного места в подшипниковом щите, установлены уровни их варьирования при испытаниях. На разработанном стенде имитировались воздействия факторов на объект исследования. Испытания проводились согласно активного планирования по плану 2<sup>3</sup>. Полученные результаты при экспериментах проверялись на воспроизводимость по критерию Кохрена, на значимость коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента, на адекватность модели по критерию Фишера. По результатам исследования была получена полиномиальная модель интенсивности изнашивания от воздействующих факторов. Средняя интенсивность изнашивания составила  $1,14 \cdot 10^{-3}$  мкм/ч. В выбранных интервалах варьирования при клиноременной передаче крутящего момента основное влияние на износ оказывает постоянная нагрузка. Статья будет полезна работникам ремонтных и сервисных организаций, занимающихся надежностью электродвигателей.

*Ключевые слова:* электродвигатель, подшипниковый узел, посадочное место, подшипниковый щит, интенсивность износа.

**V. A. Butorin, L. A. Saplin, K. P. Vovdenko, A. N. Tkachev****Wear intensity of bearing shields in electric motors used in animal husbandry with torque belt transmission (p. 7)**

The paper notes that the weak links of the electric motor are the winding and its bearing units. These units account for up to 98-99% of electric motor failures. The high failure rate of electric motors in agricultural production is due to the harsh operating conditions in this industry. The quality of manufacturing and repair of electric motors reflects their reliability, i.e. durability. The bearing assembly has two weak links, a bearing and a seat in the bearing shield for the bearing. The durability of the seat in the endshield is related to its wear rate. The aim of the work is to evaluate the wear intensity of the bearing shield seat under the electric motor bearing in animal husbandry conditions with V-belt torque transmission. In the work, the object of study was chosen, the factors influencing the wear rate of the seat in the bearing shield were determined, and the levels of their variation during testing were established. The developed stand simulated the impact of factors on the object of study. The tests were carried out according to active planning according to the plan 2<sup>3</sup>. The results obtained during the experiments were checked for reproducibility according to Cochran criterion, for the significance of the regression coefficients according to Student's criterion, for the adequacy of the model according to Fisher criterion. Based on the results of

the study, a polynomial model of wear intensity from influencing factors was obtained. The average wear rate was  $1,14 \cdot 10^{-3} \mu\text{m/h}$ . In the selected intervals of variation in the case of V-belt torque transmission, the main influence on wear is exerted by a constant load. The article will be useful to employees of repair and service organizations involved in the reliability of electric motors.

*Keywords:* electric motor, bearing assembly, seat, bearing shield, wear rate.

\* \* \*

**А. А. Веселовский, А. Е. Немцев, В. В. Ерофеев, И. П. Трояновская**

### **Повышение износостойкости чугунных зубчатых колес за счет термодиффузионного покрытия (с. 11)**

Статистика наработок на отказ сельскохозяйственных машин по причине предельного износа шестерен выявила, что предельная величина износа зубьев составляет 0,5–0,8 мм. Замена традиционно применяемых в трансмиссиях и коробках передач транспортно-технологических машин агропромышленного комплекса стальных шестерен на шестерни из высокопрочного чугуна ВЧ 60 экономически выгодна. Для повышения износостойкости и ресурса чугунных зубчатых колес предложено применение термодиффузионных покрытий. Термодиффузионное насыщение прямозубых зубчатых колес проводилось контактным способом в порошковой среде, содержащей ферросплавы основных диффузентов, окись алюминия и хлористый аммоний. В качестве диффундирующих элементов были выбраны ванадий, хром и марганец. Температура насыщения составляла 1020–1050 °С, длительность обработки – 5 часов для ванадиевых покрытий и 10–12 часов для хромовых и марганцевых покрытий. После проводились исследования по оценке износостойкости чугунных шестерен с термодиффузионными карбидными покрытиями хромом, ванадием и марганцем по сравнению с традиционными стальными шестернями после цементации и последующей закалки. Испытания на износостойкость проводились в собранной коробке передач с использованием токарного станка, кинематика которого обеспечивала нагружающий момент сопротивления. Время испытаний соответствовало времени наработки выходным валом коробки передач  $5 \cdot 10^6$  циклов вращения. После выработки необходимого количества циклов шестерни отправлялись на электронно-микроскопические исследования, взвешивались до третьего знака после запятой для определения массового износа до и после испытаний. В результате построены графики зависимости массового износа от числа циклов нагружения. Получено, что износостойкость чугунных шестерен с термодиффузионными карбидными покрытиями в несколько раз превышает износостойкость стальных шестерен после цементации и закалки.

*Ключевые слова:* износ зубчатых колес, термодиффузионные карбидные покрытия, чугунные шестерни; наработка на отказ.

**A. A. Veselovsky, A. E. Nemtsev, V. V. Erofeev, I. P. Troyanovskaya**

### **Increased wear resistance of cast iron gears due to thermal diffusion coating (p. 11)**

The statistics of the time between failures of agricultural machines due to the limiting wear of gears revealed that the limiting value of tooth wear is 0.5-0.8 mm. Replacing steel gears traditionally used in transmissions and gearboxes of transport and technological machines of the agro-industrial complex with gears made of high-strength cast iron VCh 60 is economically beneficial. To increase the wear resistance and service life of cast iron gears, the use of thermal diffusion coatings is proposed. Thermal diffusion saturation of spur gears was carried out by the contact method in a powder medium containing ferroalloys of the main diffusants, aluminum oxide and ammonium chloride. Vanadium, chromium and manganese were chosen as diffusing elements. The saturation temperature was 1020-1050°C, the treatment duration was 5 hours for vanadium coatings and 10-12 hours for chromium and manganese coatings. After that, studies were carried out to evaluate the wear resistance of cast iron gears with thermal diffusion carbide coatings of chromium, vanadium and manganese compared to traditional steel gears after carburizing and

subsequent hardening. Wear resistance tests were carried out in the assembled gearbox using a lathe, the kinematics of which provided the loading moment of resistance. The test time corresponded to the operating time of the output shaft of the gearbox  $5 \times 10^6$  cycles of rotation. After the required number of cycles was completed, the gears were sent for electron microscopic examination, weighed to the third decimal place to determine mass wear before and after testing. As a result, graphs of the dependence of mass wear on the number of loading cycles were constructed. It has been found that the wear resistance of cast iron gears with thermal diffusion carbide coatings is several times higher than the wear resistance of steel gears after carburizing and hardening.

*Keywords:* gear wear, thermal diffusion carbide coatings, cast iron gears, time to failure.

\* \* \*

**А. А. Веселовский, А. Е. Немцев, И. П. Трояновская, В. В. Ерофеев**

**Обоснование эффективности замены стальных червяков на чугунные червяки с диффузионным покрытием на примере редуктора 1Ч63 (с. 18)**

Червяки для силовых передач изготавливают из углеродистых или легированных сталей с соответствующей термообработкой, обеспечивающей высокую твердость рабочих поверхностей. Производство стальных червяков характеризуется значительными трудозатратами на изготовление, термическую обработку и доводочные операции. В настоящее время в сельскохозяйственном машиностроении широко применяется чугун, что объясняется его высокой прочностью и износостойкостью. Поэтому весьма актуальным аспектом является снижения себестоимости червячных редукторов за счет замены стальных червяков чугунными с термодиффузионным карбидным слоем и последующей закалкой. Целью исследования являлась экономическое обоснование такой замены. В работе представлена методика расчета экономической эффективности изготовления червяков из серого чугуна СЧ 20 по сравнению с червяками из стали 45. Стальные червяки подверглись термической обработке в виде закалки и последующего отпуска. Доводочные операции представляли собой тонкую шлифовку. Упрочнение чугунных червяков осуществлялось путем диффузионного покрытия в порошковой среде. В статье рассмотрено три вида покрытия: ванадием, хромом и марганцем. Доводочные операции чугунных червяков с диффузионным покрытием представляли собой механическую металлизацию алюминием. В результате расчетов доказано, что замена стальных червяков на чугунные экономически выгодна. На изготовлении каждого чугунного червяка с диффузионным покрытием и последующей металлизацией поверхности экономится около 200 рублей по сравнению с изготовлением стального аналога. Чугунные червяки с диффузионным покрытием обладают более высокой износостойкостью: с ванадиевым покрытием в 5 раз, с хромовым покрытием в 3 раза, с марганцевым покрытием в 2 раза. С учетом предполагаемой наработки червяка до отказа полный эффект от замены составил для червяка: с ванадиевым покрытием 4336,16 руб., с хромовым покрытием 2290,06 руб. и с марганцевым покрытием 1247,89 руб.

*Ключевые слова:* экономический эффект, червячный редуктор, диффузионное покрытие, технологические операции.

**A. A. Veselovsky, A. E. Nemtsev, I. P. Troyanovskaya, V. V. Erofeev**

**Substanting the effectiveness of replacing steel worms with cast-iron worms with a diffusion coating exemplified with a 1Ch63 gearbox (p. 18)**

Worms for power transmission are made of carbon or alloy steels with appropriate heat treatment to ensure high hardness of working surfaces. The production of steel worms is characterized by significant labor costs for manufacturing, heat treatment and finishing operations. Currently, cast iron is widely used in agricultural engineering, due to its high strength and wear resistance. Therefore, a very relevant aspect is to reduce the cost of worm gears by replacing steel worms with cast iron worms with a thermal diffusion carbide layer and subsequent hardening. The purpose of the study was the economic substantiation of

such replacements. The paper presents a method for calculating the economic efficiency of manufacturing worms from SCh 20 gray cast iron in comparison with worms from steel 45. Steel worms were treated with heat in the form of hardening and subsequent tempering. Finishing operations were fine grinding. Hardening of cast iron worms was carried out by diffusion coating in a powder medium. The article considers three types of coating: with vanadium, chromium and manganese. Finishing operations of cast iron worms with diffusion coating were mechanical metallization with aluminum. Due to the calculations, it was proved that the replacement of steel worms with cast iron ones is economically profitable. About 200 rubles are saved when manufacturing each cast-iron worm with a diffusion coating and subsequent surface metallization compared to manufacturing a steel one. Diffusion-coated cast iron worms have higher wear resistance: for vanadium-coated ones 5 times, for chromium-coated ones 3 times, for manganese-coated ones 2 times. Taking into account the expected time of the worm to failure, the full effect of the replacement for the worm was: with vanadium coating 4336.16 rubles, with chrome coating 2290.06 rubles and with manganese coating 1247.89 rubles.

*Keywords:* economic effect, worm gear, diffusion coating, technological operations.

\* \* \*

**О. В. Гордеев, Р. М. Латыпов**

**Ротационный рабочий орган для обработки почвы между кустами  
в рядах ягодных культур (с. 26)**

Для качественного рыхления почвы в рядах ягодных культур в статье предложена усовершенствованная схема асимметричного рабочего органа с роторным рыхлителем. Привод асимметричного устройства для доставки роторного почворыхлителя в пространство между кустами ягодных культур осуществляется от приводного колеса. Длина производящей циклоиду окружности равна расстоянию между кустами в рядах. Привод роторного рыхлителя, установленного на асимметричной лопасти, осуществляется от гидромотора. В статье представлено уравнение траектории зуба роторного рыхлителя, движущегося по кривой удлиненной циклоиды в параметрической форме. Обоснованы обороты роторного рыхлителя. При радиусе вращения рыхлительных зубьев ротора 0,08 м и оборотах гидромотора 500 об/мин окружная скорость роторных зубьев 4 м/с, как на серийных вертикально-фрезерных культиваторах. Разработана последовательность определения радиуса вращения и установки зубьев на роторном рыхлителе в зависимости от ширины защитной зоны около растений и их габитуса по мере роста, расстояния между кустами в рядах и ширины петли удлиненной циклоиды.

*Ключевые слова:* роторный рабочий орган, обработка почвы в рядах, ягодные культуры, петля удлиненной циклоиды, асимметричная лопасть.

**O. V. Gordeev, R. M. Latypov**

**Rotary working body for tillage between bushes in the rows of berry crops (p. 26)**

For high-quality loosening of the soil in the rows of berry crops, the article proposes an improved scheme of an asymmetric working body with a rotary cultivator. The drive of the asymmetric device for delivering the rotary tiller into the space between the bushes of berry crops is carried out from the drive wheel. The length of the circle generating the cycloid is equal to the distance between the bushes in the rows. The rotary cultivator mounted on an asymmetric blade is driven by a hydraulic motor. The article presents the equation of the trajectory of a tooth of a rotary cultivator moving along a curve of an elongated cycloid in parametric form. The revolutions of the rotary cultivator are substantiated. With a radius of rotation of the loosening rotor teeth of 0.08 m and a hydraulic motor speed of 500 rpm, the circumferential speed of the rotor teeth is 4 m/s, as on serial vertical milling cultivators. A sequence has been developed for determining the radius of rotation and installing teeth on a rotary cultivator depending on

the width of the protective zone around plants and their habit as they grow, the distance between bushes in rows, and the width of the loop of an elongated cycloid.

*Keywords:* rotary working body, tillage in rows, berry crops, elongated cycloid loop, asymmetric blade.

\* \* \*

**М. Н. Калимуллин, Р. М. Латыпов, Н. Р. Саврасова,  
А. Н. Козлов, Р. Р. Латыпов**

**Движение клубня картофеля, покинувшего барабан высаживающего аппарата  
дискового типа (с. 30)**

Обеспечение равномерности раскладки клубней является главным требованием в технологии возделывания и уборки картофеля. В работе предложен усовершенствованный высаживающий аппарат дискового типа. Анализ полученных результатов от момента попадания клубня в барабан до падения на почву показывает, что определяющим фактором равномерности посадки является разница в геометрических размерах клубней, в частности в радиусах. В статье представлено уравнение движения центра масс клубня относительно высаживающего аппарата дискового типа при посадке. Увеличение радиуса клубня на 2 мм увеличивает расстояние  $r_0$  на 8 мм при фиксированном угле между дисками  $\alpha = 30$  град. Чтобы обеспечить равномерность посадки для одной фракции, необходимо установить такое расстояние между дисками барабана, чтобы разница между расстояниями  $r_0$  для клубней одной фракции не превышала разницу между их радиусами. Разница в радиусах клубней в 5 мм дает смещение в борозде не более 1 см от заданного параметра ( $k = 25$  см).

*Ключевые слова:* аппарат, барабан, клубень, скорость, траектория, параметр, расстояние, уравнение.

**M. N. Kalimullin, R. M. Latypov, N. R. Savrasova,  
A. N. Kozlov, R. R. Latypov**

**The movement of a potato tuber left the drum of a disc-type planter (p. 30)**

Ensuring the uniform distribution of tubers is the main requirement in the technology of growing and harvesting potatoes. The paper proposes an improved disk-type planting apparatus. An analysis of the results obtained from the moment the tuber hits the drum until it falls on the soil shows that the determining factor in the uniformity of planting is the difference in the geometric dimensions of the tubers, in particular, in radii. The article presents the equation of motion of the center of mass of a tuber relative to a disk-type planter during planting. An increase in the tuber radius by 2 mm increases the distance  $r_0$  by 8 mm at a fixed angle between the disks  $\alpha = 30$  deg. To ensure uniform planting for one fraction, it is necessary to set such a distance between the drum disks that the difference between the distances  $r_0$  for tubers of one fraction does not exceed the difference between their radii. A difference in tuber radii of 5 mm gives a displacement in the furrow of no more than 1 cm from the specified parameter ( $k = 25$  cm).

*Keywords:* apparatus, drum, tuber, speed, trajectory, parameter, distance, equation.

\* \* \*

**А. Ф. Курносков, Ю. А. Гуськов, В. Н. Корниенко, А. А. Галынский**

**Совершенствование способа оценки технического состояния цилиндропоршневой группы  
на основе внешней импульсно-силовой характеристики двигателя (с. 36)**

Исследования, направленные на разработку и внедрение новых методов оперативной диагностики двигателя внутреннего сгорания в процессе производственной эксплуатации транспор-

тно-технологических машин, позволяющих совершенствовать процесс диагностирования за счет повышения достоверности полученных диагностических данных, является актуальной задачей. В работе приведены результаты исследований по обоснованию нового метода диагностирования цилиндропоршневой группы двигателей внутреннего сгорания. Преимуществом предложенного метода является возможность проводить измерения в процессе производственной эксплуатации машин. Установлено, что оценку параметров технического состояния цилиндропоршневой группы следует проводить на такте расширения соответствующего цилиндра при прокручивании коленчатого вала стартером и на такте сжатия соответствующего цилиндра при работе двигателя в режиме холостого хода.

*Ключевые слова:* импульсно-силовая характеристика, двигатель, техническое состояние цилиндропоршневой группы, диагностирование.

**A. F. Kurnosov, Yu. A. Guskov, V. N. Kornienko, A. A. Galynsky**

### **Improving the method for assessing the technical condition of the cylinder-piston group based on the external impulse-power characteristic of the engine (с. 36)**

Research aimed at developing and implementing new methods of operational diagnostics of an internal combustion engine during the production operation of transport and technological machines, which makes it possible to improve the diagnostic process by increasing the reliability of the obtained diagnostic data, is an urgent task. The paper presents the results of research on the justification of a new method for diagnosing the cylinder-piston group of internal combustion engines. The advantage of the proposed method is the ability to carry out measurements during the production operation of machines. It has been established that the assessment of the parameters of the technical condition of the cylinder-piston group should be carried out on the expansion stroke of the corresponding cylinder when the crankshaft is turned by the starter and on the compression stroke of the corresponding cylinder when the engine is idling.

*Keywords:* impulse-power characteristic, engine, technical condition of the cylinder-piston group, diagnostics.

**А. П. Моисеев, А. В. Волгин, В. А. Каргин, В. И. Чарыков, К. М. Усанов**

### **Система автоматического управления силовым электромагнитным приводом для оглушения скота (с. 42)**

При производстве мяса и мясной продукции с целью сохранения качества и вкусовых свойства мяса необходимо внедрение инновационных технологий гуманного оглушения и убоя сельскохозяйственных животных и птицы. На современных предприятиях используется ударное воздействие для достижения эффекта состояния обморока животных. В качестве ударной машины применение импульсного линейного электромагнитного двигателя (ЛЭМД) является наиболее предпочтительным, позволяющим исключить промежуточные преобразователи энергии, свойственные пневматическим и гидравлическим установкам. С целью автоматического регулирования энергии удара предложена система управления электромагнитным приводом с программируемым логическим контроллером. Обратную связь по напряжению в данной системе автоматического управления обеспечивает тензометрический датчик. Силовой электромагнитный привод для оглушения скота обеспечивает срабатывание ЛЭМД с управлением в функции времени по заданному циклу. Повышение напряжения подаваемого импульса на обмотку ЛЭМД пропорционально количеству циклов в функции времени. Аварийная остановка системы происходит вне наличия объекта и при превышении температуры обмотки ЛЭМД. Питание устройства с ЛЭМД для оглушения скота производится от секционированного конденсаторного источника при срабатывании транзисторных коммутаторов MOSFET. Первая секция конденсаторного источника получает заряд  $0,6U_m$ . Условием подключения добавочной секции конденсаторного источника является масса животного более 250 кг (заряд секции  $0,8U_m$ ). Условием включения всех секций конденсаторного источника является масса животного более 650 кг, энергия ударного воздействия при этом максимальна. Включение

световой и звуковой сигнализации происходит после оглушения животного. Защита при неисправности одного из транзисторных коммутаторов, приводящей к резкому повышению температуры обмотки, производится датчиком положения якоря, при подаче управляющего сигнала которого более 3 с на дискретный вход ПЛК происходит отключение электромагнитного привода.

*Ключевые слова:* линейный электромагнитный привод, оглушение скота, энергия удара, система автоматического управления.

**A. P. Moiseev, A. V. Volgin, V. A. Kargin, V. I. Charykov, K. M. Usanov**

#### **Automatic control system of power electromagnetic drive for livestock stunning (с. 42)**

In the production of meat and meat products, in order to preserve the quality and taste of meat, it is necessary to introduce innovative technologies for humane stunning and slaughter of farm animals and poultry. At modern enterprises, impact is used to achieve the effect of a state of fainting in animals. As a shock machine, the use of a pulsed linear electromagnetic motor (LEMM) is the most preferable, which makes it possible to exclude intermediate energy converters inherent in pneumatic and hydraulic installations. In order to automatically control the impact energy, an electromagnetic drive control system with a programmable logic controller is proposed. Voltage feedback in this automatic control system is provided by a strain gauge. The power electromagnetic drive for stunning livestock ensures the operation of the LEMM with control as a function of time according to a given cycle. The voltage increase of the applied pulse to the LEMM winding is proportional to the number of cycles as a function of time. An emergency stop of the system occurs outside the presence of the object and when the temperature of the LEMM winding is exceeded. The device with LEMM for stunning livestock is powered from a sectioned capacitor source when MOSFET transistor switches are triggered. The first section of the capacitor source receives a charge of  $0.6U_m$ . The condition for connecting the additional section of the capacitor source is the weight of the animal is more than 250 kg (the charge of the section is  $0.8U_m$ ). The condition for the inclusion of all sections of the capacitor source is the mass of the animal is more than 650 kg, the impact energy is maximum. The inclusion of light and sound alarm occurs after stunning the animal. Protection in the event of a malfunction of one of the transistor switches, leading to a sharp increase in the temperature of the winding, is carried out by an armature position sensor, when the control signal of which is applied to the discrete input of the PLC for more than 3 s, the electromagnetic drive is turned off.

*Keywords:* linear electromagnetic drive, livestock stunning, impact energy, automatic control system.

\* \* \*

**Г. А. Окунев, А. П. Зырянов, М. В. Пятаев**

#### **Влияние конструктивных и эксплуатационных параметров агрегата на рациональное положение центра тяжести дополнительного прицепного ведущего моста (с. 48)**

Использование машинно-тракторных агрегатов при производстве сельскохозяйственных культур приводит к негативному воздействию их ходовых систем на почву и снижению урожайности. Одним из способов снижения ее уплотнения является применение с трактором дополнительной прицепной ведущей оси, позволяющей распределить массу агрегата и нагрузку на крюке на большее количество движителей. Это позволяет также улучшить его тягово-сцепные показатели. Наилучший эффект при этом достигается при равномерном распределении нагрузок по осям колес. Результаты теоретических исследований показали, что для обеспечения равномерного распределения нагрузок по осям колес трактора с дополнительным прицепным ведущим мостом требуется изменение положения его центра тяжести. Для уменьшения диапазона варьирования данного параметра необходимо устанавливать величину угла действия усилия на крюке относительно опорной поверхности близкого к нулю, а также ниже размещать точку присоединения орудия к трактору.

*Ключевые слова:* трактор, дополнительный мост, центр тяжести, распределение нагрузки.

G. A. Okunev, A. P. Zyryanov, M. V. Pyataev

**The influence of the design and operational parameters of the unit on the rational position of the center of gravity of the additional trailed drive axle (p. 48)**

The use of machine-tractor units in the production of crops leads to a negative impact of their running systems on the soil and a decrease in productivity. One way to reduce its compaction is to use an additional trailed drive axle with the tractor, which makes it possible to distribute the mass of the unit and the load on the hook to a larger number of propellers. This also improves its traction performance. The best effect is achieved with a uniform distribution of loads along the axles of the wheels. The results of theoretical studies have shown that in order to ensure uniform distribution of loads along the axles of the wheels of a tractor with an additional trailed drive axle, a change in the position of its center of gravity is required. To reduce the range of variation of this parameter, it is necessary to set the value of the angle of action of the force on the hook relative to the supporting surface close to zero, and also to place the point of attachment of the implement to the tractor lower.

*Keywords:* tractor, additional axle, center of gravity, load distribution.

\* \* \*

A. M. Плаксин, С. Д. Шепелёв, Д. Б. Власов, Е. Н. Кравченко

**Результаты расчетно-экспериментального метода установления показателей использования и надежности агрегатов в растениеводстве (с. 54)**

В статье представлены обширные материалы многолетних экспериментальных исследований показателей использования и надежности комбинированных посевных агрегатов (КПА), зерноуборочных комбайнов (ЗУК) при эксплуатации в сельхозпредприятиях Челябинской области. На основе обобщения заводских технических характеристик, анализа фактических параметров механизированных процессов, показателей безотказности и ремонтпригодности технических средств, в целом эксплуатационных свойств машинно-тракторных агрегатов установлено значимое количественное несоответствие (снижение) их потенциально высоких потребительских свойств. Выявлено противоречие посевных и уборочных процессов в темпах их реализации.

*Ключевые слова:* комбинированные посевные агрегаты, зерноуборочные комбайны, рядовая эксплуатация, надежность, ресурсосбережение.

A. M. Plaksin, S. D. Shepelev, D. B. Vlasov, E. N. Kravchenko

**The results of the calculation-experimental method for establishing indicators for the use and reliability of aggregates in crop production (p. 54)**

The article presents extensive materials of long-term experimental studies of the indicators of the use and reliability of combined seeding units (CPA), grain harvesters (ZUK) during operation in agricultural enterprises of the Chelyabinsk region. Based on the generalization of factory technical characteristics, analysis of the actual parameters of mechanized processes, indicators of reliability and maintainability of technical means, in general, the operational properties of machine-tractor units, a significant quantitative discrepancy (decrease) in their potentially high consumer properties was established. The contradiction of sowing and harvesting processes in the pace of their implementation is revealed.

*Keywords:* combined sowing units, combine harvesters, ordinary operation, reliability, resource saving.

\* \* \*



А. Г. Попова, В. О. Апаликов

**Установка рекуперации паров бензина адсорбционного типа  
для автозаправочных станций (с. 62)**

Выбросы паров бензина, содержащие летучие органические соединения, становятся серьезной экологической проблемой. В работе предложена установка рекуперации паров бензина для автозаправочных станций (АЗС). Система рекуперации паров углеводородов основана на хорошо известном процессе адсорбции силикагелем. Актуальной проблемой современной химии неорганических сорбционных материалов является изучение строения и структуры гелей оксигидратных соединений тяжелых металлов. Исследование данных систем вносит в науку некоторые фундаментальные положения, которые в существенной степени могут изменить существующие представления. Это относится к вопросам о природе гелей неорганических полимеров, к синтезу неорганических макромолекул и химическим превращениям в полимерных цепях, к модификации ряда свойств гелей и их характеристике. Для оксигидратных материалов эти вопросы осложняются явлениями структурирования и образования мезофаз, подобных существующим в органических полимерных жидких кристаллах, поэтому необходима работа по систематическому исследованию *эволюции* свойств гелей оксигидратов тяжелых металлов. Изучение механизмов структурообразования позволит в конечном итоге синтезировать с большой долей вероятности гели с заданными сорбционными свойствами. Активированный уголь является хорошим сорбентом паров бензина, но его применение затрудняется из-за легкой окисляемости, что может привести к сильному разогреву и даже к возгоранию угля. Силикагель по адсорбционным свойствам несколько уступает углю, но он более прочен и не окисляется кислородом, может подвергаться многократной регенерации, относительно дешев. Авторы исследовали динамическую вязкость оксигидратного геля кремниевой кислоты во времени. В соответствии с поставленной целью были решены следующие задачи: 1) изучены зависимости вязкости гелей кремниевой кислоты от времени при приложении деформации сдвига в зависимости от условий синтеза и скорости сдвига; 2) установлено соответствие полученных зависимостей структурно-морфологическим особенностям гелеобразования; 3) произведена математическая обработка полученных данных и проанализированы экспериментальные отображения первого и второго возвращения.

*Ключевые слова:* адсорбент, силикагель, рекуперация, пары бензина.

A. G. Popova, V. O. Apalikov

**Gasoline vapor recovery unit of adsorption type for petrol stations (p. 62)**

Gasoline vapor emissions containing volatile organic compounds are becoming a serious environmental problem. The paper proposes an installation for the recovery of gasoline vapors for gas stations (gas stations). The hydrocarbon vapor recovery system is based on the well-known silica gel adsorption process. An urgent problem of modern chemistry of inorganic sorption materials is the study of the structure and structure of gels of oxyhydrate compounds of heavy metals. The study of these systems introduces some fundamental provisions into science, which can significantly change existing ideas. This applies to questions about the nature of gels of inorganic polymers, to the synthesis of inorganic macromolecules and chemical transformations in polymer chains, to the modification of a number of properties of gels and their characterization. For oxyhydrate materials, these issues are complicated by the phenomena of structuring and formation of mesophases similar to those existing in organic polymeric liquid crystals; therefore, work is needed to systematically study the evolution of the properties of heavy metal oxyhydrate gels. The study of the mechanisms of structure formation will ultimately make it possible to synthesize, with a high degree of probability, gels with desired sorption properties. Activated carbon is a good sorbent for gasoline vapors, but its use is difficult due to its easy oxidization, which can lead to severe heating and even ignition of coal. Silica gel is somewhat inferior to coal in terms of adsorption properties, but it is more durable and is not oxidized by oxygen, can be subjected to multiple regeneration, and is relatively cheap. The authors investigated the dynamic viscosity of oxyhydrate silicic acid gel over time. In accordance with the stated goal, the following tasks were solved: 1) the dependences of the

viscosity of silicic acid gels on time were studied under the application of shear deformation depending on the synthesis conditions and shear rate; 2) the correspondence of the obtained dependences to the structural and morphological features of gelation was established; 3) mathematical processing of the received data is carried out and experimental mappings of the first and second returns are analyzed.

*Keywords:* adsorbent, silica gel, recuperation, gasoline vapors.

\* \* \*

**Л. А. Саплин, В. А. Буторин, А. М. Молчан**

#### **Модель долговечности обмоток погружных электродвигателей (с. 66)**

В работе рассмотрено построение математической модели долговечности погружных водо-заполненных электродвигателей с учетом скорости изменения тока утечки и показателя характера его изменения от наработки при двух различных испытательных напряжениях. При этом предварительный анализ существующих параметров технического состояния их изоляция, включая сопротивление, коэффициент абсорбции, емкость – частота, тангенс угла диэлектрических потерь, частичные разряды, ток утечки, позволил выбрать основной – относительные приращения тока утечки при изменении прикладываемого напряжения от 600 В до 1000 В. В технической литературе известны функции описания изменения параметра технического состояния от наработки, к ним относятся линейная, экспоненциальная, логарифмическая, степенная и другие. Из этих функций наиболее универсальной является степенная, нашедшая широкое распространение при описании надежности объектов электрооборудования. На основании этой функции были описаны зависимости величины тока утечки от скорости его изменения и показателя характера взаимосвязи тока утечки от наработки. При достижении предельного значения относительного приращения тока утечки наработка погружного электродвигателя будет являться его ресурсом. В дальнейшем выражение для определения ресурса можно будет использовать при проведении контрольных испытаний на надежность отремонтированных погружных электродвигателей и оценки их соответствия техническим требованиям на капитальный ремонт.

*Ключевые слова:* погружной электродвигатель, надежность, ремонт, долговечность, контрольные испытания.

#### **Winding durability model for submersible motors (p. 66)**

**L. A. Saplin, V. A. Butorin, A. M. Molchan**

The paper considers the construction of a mathematical model of the durability of submersible water-filled electric motors, taking into account the rate of change in the leakage current and the indicator of the nature of its change from operating time at two different test voltages. At the same time, a preliminary analysis of the existing parameters of the technical condition of their insulation, including resistance, absorption coefficient, capacitance – frequency, dielectric loss tangent, partial discharges, leakage current, made it possible to choose the main one - the relative increments of the leakage current when the applied voltage changes from 600 V to 1000 V. In the technical literature, there can be found functions for describing the change in the parameter of the technical condition from the operating time, these include linear, exponential, logarithmic, power, and others. Among these functions, the most universal is the power function, which is widely used in describing the reliability of electrical equipment. Based on this function, the dependencies of the leakage current value on the rate of its change and the indicator of the nature of the relationship between the leakage current and the operating time were described. When the limit value of the relative increment of the leakage current is reached, the operating time of the submersible motor will be its resource. In the future, the expression for determining the resource can be used when conducting

control tests for the reliability of repaired submersible electric motors and assessing their compliance with the technical requirements for overhaul.

*Keywords:* submersible motor, reliability, repair, durability, control tests.

\* \* \*

**А. Н. Миронов, В. А. Плешков, Т. В. Зубова**

#### **Стимуляция резистентности новорожденных телят (с. 70)**

В статье представлены результаты исследования по действию иммуномодулирующего препарата Ронколейкин на организм новорожденных телят черно-пестрой породы в условиях товарного хозяйства Кемеровской области. Целью проведения исследования являлось изучение эффективности воздействия препарата на параметры крови, характеризующие резистентность организма телят, а также их продуктивные показатели. Проводили взвешивание животных и учитывали следующие зоотехнические показатели: живую массу на начало и конец опыта, абсолютный прирост живой массы, среднесуточный прирост живой массы и относительный прирост. Особенности формирования прироста живой массы изучали при проведении индивидуального взвешивания в начале и конце учетного периода. Для проведения исследования было сформировано 2 группы телят (контрольная и опытная) по 10 голов в каждой. Новорожденным телятам вводили препарат согласно инструкции, прилагаемой к препарату (в первые сутки после рождения подкожное введение препарата Ронколейкин в дозе 100 000 МЕ на голову однократно), затем вели наблюдение за экспериментальным поголовьем до 30-дневного возраста. При использовании препарата отмечается положительное влияние на формирование показателей резистентности организма телят. У телят из опытной группы за период исследования увеличение лизоцимной активности сыворотки крови составило 14,4% ( $p < 0,05$ ), бактерицидной активности сыворотки крови 16,7% ( $p < 0,05$ ). Разница между показателями бактерицидной активности сыворотки крови в экспериментальных группах в возрасте 30 дней составила 13,9% ( $p < 0,05$ ). В конце исследования телята из опытной группы по абсолютному приросту превосходили аналогов из контрольной группы на 6,23% или 2,3 кг ( $p < 0,05$ ), по относительному приросту на 6,89% ( $p < 0,05$ ). В контрольной группе за период проведения исследования было выявлено 4 теленка с расстройствами желудочно-кишечного тракта, в опытной группе 3 теленка. Сохранность экспериментального поголовья в опытной группе составила 100%, в то время как в контрольной группе 2 теленка пало, и сохранность составила 80%.

*Ключевые слова:* новорожденные телята, иммуномодулятор, Ронколейкин, скорость роста, резистентность.

**A. N. Mironov, V. A. Pleshkov, T. V. Zubova**

#### **Stimulation of resistance in newborn calves (p. 70)**

The article presents the results of a study on the effect of the immunomodulatory drug Roncoleukin on the body of newborn calves of the Black-and-White breed in the commercial economy of Kemerovo region. The purpose of the study was to study the effectiveness of the drug on blood parameters that characterize the resistance of the body of calves, as well as their productive indicators. Animals were weighed and the following zootechnical indicators were taken into account: live weight at the beginning and end of the experiment, absolute live weight gain, average daily live weight gain and relative gain. The formation features of live weight gain were studied during individual weighing at the beginning and end of the accounting period. For the study, 2 groups of calves (the control and experimental ones) were formed, 10 animals in each. Newborn calves were treated with the drug according to the instructions attached to the drug (on the first day after birth, Roncoleukin was injected subcutaneously at a dose of 100,000 IU per head once), then the experimental livestock was monitored until 30 days of age. When using the drug, there is a positive effect on the formation of indicators of the resistance of the body of calves. In calves from the experimental group during the study period, the increase in lysozyme activity

of blood serum was 14.4% ( $p < 0.05$ ), the bactericidal activity of blood serum was 16.7% ( $p < 0.05$ ). The difference between the indicators of bactericidal activity of blood serum in the experimental groups at the age of 30 days was 13.9% ( $p < 0.05$ ). At the end of the study, calves from the experimental group were superior in absolute gain to the ones from the control group by 6.23% or 2.3 kg ( $p < 0.05$ ), in relative gain by 6.89% ( $p < 0.05$ ). In the control group, during the period of the study, 4 calves with disorders of the gastrointestinal tract were identified, in the experimental group were 3 calves. The safety of the livestock in the experimental group was 100%, while in the control group 2 calves died, thus, the safety was 80%.

*Keywords:* newborn calves, immunomodulator, Roncoleukin, growth rate, resistance.

\* \* \*

**Э. Р. Сайфульмулюков, А. В. Мифтахутдинов,  
Е. А. Ноговицина, М. Б. Ребезов**

**Биохимический профиль крови и химический состав мяса птицы  
в условиях развития транспортного и теплового стрессов у цыплят-бройлеров  
на фоне применения фармакологических средств (с. 78)**

Факторы транспортного и теплового стрессов сопровождают промышленный откорм птицы, так как убою цыплят-бройлеров всегда предшествует перевозка. Уровень стрессирования зависит от того, насколько бережное было обращение с птицей во время ловли, погрузки и выгрузки, от плотности посадки, микроклимата, движения транспортного средства, продолжительности пути. Исходя из этого и итог может быть разным – от невидимых адаптационных изменений до гибели птиц. Применение специализированных средств фармакологической поддержки позволяет нивелировать негативное проявление стресса в организме. Результаты проведенных исследований выявили статистически значимые изменения в биохимических показателях крови опытной птицы – снижение уровня альфа-глобулинов на 2,0%, глюкозы на 14,7%, повышение бета- и гамма-глобулинов на 1,7 и 2,6%, кальция на 13,0% и минеральном составе мяса – снижение концентрации цинка на 17,2 и повышение марганца на 11,1%.

*Ключевые слова:* кровь, мясо, цыплята-бройлеры, транспортный стресс, тепловой стресс, фармакологические средства.

**E. R. Saifulmulyukov, A. V. Miftakhutdinov,  
E. A. Nogovitsina, M. B. Rebezov**

**Biochemical profile of blood and chemical composition of poultry meat in the conditions  
of development of transport and heat stresses in broiler chickens against the background  
of the use of pharmacological agents (p. 78)**

Factors of transport and heat stress accompany the industrial fattening of poultry, since the slaughter of broiler chickens is always preceded by transportation. The level of stress depends on how carefully the bird was handled during catching, loading and unloading, on stocking density, microclimate, vehicle movement, and travel time. Based on this, the outcome may be different – from invisible adaptive changes to the death of birds. The use of specialized means of pharmacological support allows neutralizing the negative manifestation of stress in the body. The results of the studies revealed statistically significant changes in the biochemical parameters of the blood of an experimental bird – a decrease in the level of alpha globulins by 2.0%, glucose by 14.7%, an increase in beta and gamma globulins by 1.7 and 2.6%, calcium by 13.0% and the mineral composition of meat – a decrease in the concentration of zinc by 17.2 and an increase in manganese by 11.1%.

*Keywords:* blood, meat, broiler chickens, transport stress, heat stress, pharmacological agents.

\* \* \*

**Б. А. Идырышев, А. Н. Нургазезова, М. Б. Ребезов, С. К. Касымов,  
А. В. Мифтахутдинов, Ж. М. Атамбаева**

**Качественные показатели полуфабриката рубленого мясосодержащего  
со жмыхом кедрового ореха (семян *Pinus sibirica*) (с. 83)**

Мясная промышленность является важной отраслью в производстве продуктов питания. В пищевом производстве очень большое место занимает мясоперерабатывающая отрасль. Международный рынок мясной продукции динамично развивается и переживает устойчивый процесс роста. Обеспечение населения высококачественными продуктами питания является одним из основных положений Концепции государственной политики в области здоровья населения Республики Казахстан и Российской Федерации. В статье представлены результаты исследования химического состава жмыха, полученного двумя различными методами из жмыха кедрового ореха (семян сосны сибирской), произрастающего в восточном регионе Республики Казахстан. Исследовано и проанализировано влияние жмыха кедрового ореха на качественные показатели образцов, включенных в состав мясосодержащего полуфабриката в различных комбинациях. Авторами исследован минеральный состав мясосодержащего полуфабриката со жмыхом кедрового ореха. Представлены результаты исследований по пищевой безопасности разработанного перспективного мясосодержащего продукта.

*Ключевые слова:* жмых кедрового ореха, функциональный продукт, показатели безопасности, мясной полуфабрикат.

**B. A. Idyryshev, A. N. Nurgazezova, M. B. Rebezov, S. K. Kasymov,  
A. V. Miftakhutdinov, Zh. M. Atambaeva**

**Qualitative indicators of a semi-finished product of chopped meat-containing  
pine nuts with cake (*Pinus sibirica* seeds) (p. 83)**

The meat industry is an important industry in food production. The meat processing industry occupies a very important place in food production. The international market for meat products is developing dynamically and is experiencing a steady growth process. Providing the population with high-quality food products is one of the main provisions of the Concept of the state policy in the field of public health of the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation. The article presents the results of a study of the chemical composition of cake obtained by two different methods from the cake of cedar nuts (seeds of Siberian pine), growing in the eastern region of the Republic of Kazakhstan. The influence of cedar nut cake on the quality indicators of samples included in the meat-containing semi-finished product in various combinations has been investigated and analyzed. The authors studied the mineral composition of the meat-containing semi-finished product with cedar nut cake. The results of studies on food safety of the developed promising meat-containing product are presented.

*Keywords:* pine nut cake, functional product, safety indicators, semi-finished meat product.

\* \* \*

**В. Г. Шелепов, В. А. Углов, Е. В. Бородай, В. М. Позняковский**

**Мясо копытных животных – перспективный стратегический резерв  
производства мясной продукции массового и специализированного назначения (с. 90)**

В настоящее время проблема использования нетрадиционного мясного сырья остается актуальной, учитывая перспективу развития производства говядины и свинины. Эта проблема может быть частично решена за счет рационального применения: оленины, мяса яков, лося, различных гибридов (хайнаки, например), маралов, кроликов, страусов, боровой дичи, а также овцебыка, поголовье которого растет на Крайнем Севере. Цель исследования – сравнительное изучение биохимических и физико-химических показателей мяса оленей, лося и овцебыка, обитающих в рай-

онах Енисейского Севера, и обоснование рецептур по производству специализированной мясной продукции в качестве полноценного белка. Готовые мясопродукты сочетают в себе свойства мяса и растительные компоненты, обладающие комплексом биологически активных веществ. Установлена высокая биологическая и пищевая ценность мяса этих животных по величине белково-качественного показателя, содержанию витаминов Е, группы В, микро- и макроэлементов. Исследования выполнены на базе НИИСХ Крайнего Севера. Научная новизна работы состоит в получении новых данных о пищевой ценности и качестве мяса аборигенных животных. В работе использованы общепринятые и специальные методы исследований. Полученные результаты обработаны методом математической статистики с привлечением компьютерного моделирования.

*Ключевые слова:* мясо копытных животных, белково-качественный показатель, аминокислоты, витамины, макроэлементы, микроэлементы.

**V. G. Sheleпов, V. A. Uglov, E. V. Borodai, V. M. Poznyakovsky**

**Meat of ungulates as a promising strategic reserve for the production of meat products for mass and specialized purposes (p. 90)**

At present, the problem of using non-traditional meat raw materials remains relevant, given the prospect of developing the production of beef and pork. This problem can be partially solved through the rational use of: venison, yak meat, elk, various hybrids (haynaki, for example), deer, rabbits, ostriches, upland game, as well as musk ox, whose population is growing in the Far North. The purpose of the study is a comparative study of the biochemical and physicochemical parameters of meat of deer, elk and musk ox living in the regions of the Yenisei North, and substantiation of recipes for the production of specialized meat products as a complete protein. Finished meat products combine the properties of meat and plant components with a complex of biologically active substances. The high biological and nutritional value of the meat of these animals was established in terms of the protein-quality index, the content of vitamins E, group B, micro- and macroelements. The studies were carried out on the basis of the Research Institute of Agriculture of the Far North. The scientific novelty of the work lies in obtaining new data on the nutritional value and quality of the meat of native animals. The work used conventional and special research methods. The results obtained were processed by the method of mathematical statistics with the involvement of computer simulation.

*Keywords:* meat of ungulates, protein-quality index, amino acids, vitamins, macro- and microelements.