

УДК 637.115.6

UDC 637.115.6

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПНЕВМОДВИГАТЕЛЯ, УСТРОЙСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО СНЯТИЯ ПОДВЕСНОЙ ЧАСТИ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

DEFINING THE MAGNETIC FIELD FOR THE ELEMENTS OF AIR MOTORS AND DEVICES FOR AUTOMATIC TAKE-OFF OF THE MILKING MACHINE

Коледов Роман Владимирович
аспирант, кафедры механизации животноводства

Koledov Roman Vladimirovich
postgraduate student, the Department of mechanization of animal husbandry

Хрипин Владимир Александрович
к.т.н., докторант, кафедры механизации животноводства
РИНЦ SPIN код: 9148-2522

Khripin Vladimir Aleksandrovich
Cand.Tech.Sci., doctoral student, the Department of mechanization of animal husbandry
SPIN-code: 9148-2522

Ульянов Вячеслав Михайлович
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой механизация животноводства

Ulyanov Vyacheslav Mihaylovich
Dr.Sci.Tecn., professor, head of the Chair of mechanization of animal husbandry

Утолин Владимир Валентинович
к.т.н., кафедры механизации животноводства
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

Utolin Vladimir Valentinovich
Cand.Tech.Sci., the Department of mechanization of animal husbandry
Ryazan State Agrotechnological University n.a. P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

Эффективность молочного животноводства во многом зависит от технологии содержания и обслуживания животных. Большинство хозяйств используют привязный способ содержания. При таком способе содержания животных, технология машинного доения требует внедрения новых технических средств, для увеличения производительности труда на ферме и снижения себестоимости молочной продукции. Наиболее рациональным является совершенствование конструкций существующих доильных аппаратов. В статье рассматривается устройство для автоматического снятия подвесной части переносного доильного аппарата, его устройство и принцип работы. Основным узлом данного устройства является пневмодвигатель, работающий от вакуумной системы доильной установки. В корпусе пневмодвигателя эксцентрично установлен ротор с криволинейными лопатками, содержащими магнитные элементы, от параметров которых зависит стабильный режим работы устройства для автоматического снятия подвесной части доильного аппарата. Проведены лабораторные исследования, в ходе которых, выявлена зависимость тяговой способности пневмодвигателя от параметров магнитных элементов, а так же установлены необходимые геометрические параметры и величина магнитного поля элементов для стабильной работы устройства

Efficient dairy cattle breeding are largely dependent from technology content and service animals. Most farms use a tethered way content. With this method of milking, the technology requires the introduction of new techniques to increase productivity on the farm and cost reduction of dairy products. The most rational is improving the design of existing milking machines. Regarded device for automatic removal of hanging part of a milking machine, its structure and working principle. The main unit of the device is a pneumatic motor that operates from the vacuum system of the milking plant. In the housing mounted on the shaft of the pneumatic motor rotor with curved vanes, there are magnetic elements. These elements should have the necessary geometrical and force parameters to ensure the normal operation of the device for automatic removal of hanging part of milking machine. The article describes a laboratory research and an analysis of the magnetic elements. In laboratory studies, we have revealed a dependence of the traction capacity of pneumatic motor from linear and power parameters of the magnetic elements, as well as established necessary geometric parameters and the magnetic field strength of the elements for normal operation

Ключевые слова: ДОЕНИЕ, ДОИЛЬНЫЙ

Keywords: MILKING, MILKING MACHINE, AIR

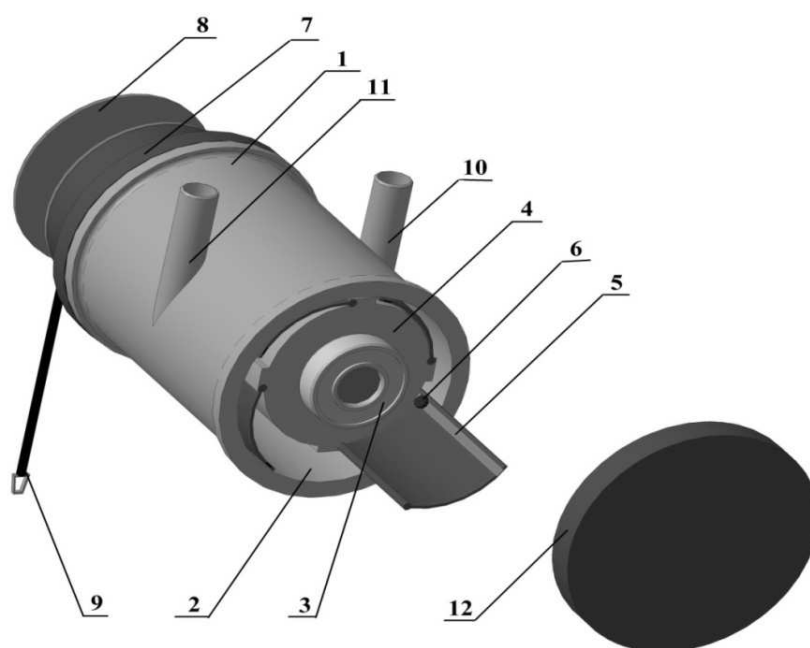
АППАРАТ, ПНЕВМОДВИГАТЕЛЬ, МАГНИТЫ MOTOR, MAGNETS

Обеспечение потребностей населения страны в качественных продуктах отечественного производства, при одновременном снижении доли импортированных является весьма актуальной задачей в настоящее время, в решение которой значительную роль играет молочное животноводство. Эффективность этой отрасли зависит от технологии содержания и обслуживания животных.

На сегодняшний день привязный способ содержания коров остается достаточно распространенным и в ближайшие годы останется основным. Применяемая на практике технология машинного доения требует значительных затрат труда, так как операции по подготовке вымени животного к доению, контроль за доением, а также заключительные операции, включающие в себя машинное додаивание и снятие доильного аппарата выполняются вручную. Кроме того, качество проведения ручных операций во многом зависит от квалификации оператора и его отношения к труду. Часто при доении наблюдаются передержки доильных аппаратов на вымени выдоившихся животных, что приводит к стрессам у коров и заболеваниям. У коров тормозится рефлекс молокоотдачи, и они порой выдаиваются не полностью, что ведет к снижению продуктивности коров и преждевременной их выбраковке. Исключение человеческого фактора, обеспечение адекватной реакции организма и машины на всех стадиях процесса доения коров и полного опорожнения вымени будет способствовать быстрому росту удоев животных, увеличит срок их использования, улучшит воспроизводство стада и создаст условия для роста генетического потенциала коров. Поэтому эффективное ведение хозяйства на современном этапе немыслимо без оснащения предприятий совершенной доильной техникой. [1,2].

На наш взгляд, наиболее рациональным направлением совершенствования доения коров на линейных установках с молокопроводом, является комплектование их переносными доильными аппаратами, снабженными устройствами для слежения за процессом молоковыделения и своевременного снятия доильных стаканов с вымени животного по завершению процесса доения.

На кафедре «Механизация животноводства» ФГБОУ ВПО РГАТУ разработано устройство для автоматического снятия подвесной части переносного доильного аппарата (рис.1).



1 – корпус, 2 – роторная камера, 3 – шарикоподшипники, 4 – вал ротора, 5 – криволинейные лопатки, 6 – магнитные элементы, 7 – редуктор, 8 – барабан, 9 – шнур, 10 – впускной патрубок, 11 – выпускной патрубок.

Рисунок 1 - Устройство для автоматического снятия подвесной части переносного доильного аппарата.

Корпус 1 пневмодвигателя образует цилиндрическую роторную камеру 2, с эксцентрично, установленным на шарикоподшипниках 3 валом ротора 4, на котором установлены криволинейные лопатки 5, с закрепленными на них магнитными элементами 6. Вал ротора соединен с

закрепленным редуктором с барабаном 8, на который наматывается шнур 9, соединенный с коллектором доильного аппарата. Корпус 1 имеет впускной 10 и выпускной 11 патрубки для сообщения с атмосферой и источником вакуума. [3]

Устройство для автоматического снятия подвесной части доильного аппарата при помощи кронштейна устанавливается на вакуумпровод доильной установки. По завершению доения при помощи блока управления приводится в действие пневмодвигатель посредством сообщения выпускного патрубка 11 с вакуумпроводом. Лопатки 5, прижимаются к внутренней поверхности роторной камеры 2 корпуса 1 пневмодвигателя, поочередно попадая под воздействие вакуума, это приводит к вращению вала ротора 4, соединенного через редуктор 7 с барабаном 8. При вращении барабана 8 шнур 9 наматывается на его наружную поверхность и стягивает подвесную часть доильного аппарата с сосков вымени животного, предварительно отключив подсосковый вакуум. [4]

Для постоянного сопряжения криволинейных лопаток 5 с внутренней поверхностью корпуса 1 на них установлены магнитные элементы из неодима ($Nd_2Fe_{14}B$). Неодимовые магнитные элементы являются самыми мощными постоянными магнитами в настоящее время и теряют всего порядка 1% своей магнитной энергии в течение 10 лет. [5] Основными характеристика магнитов являются: остаточная магнитная индукция (B_r , Тесла или Гаусс, G), намагниченность, оставшаяся после намагничивания материала, из которого изготовлен постоянный магнит, измеренная на его поверхности, в замкнутой системе; магнитная индукция, (B , Тесла или Гаусс, G) - результат приборного измерения (гауссметром/тесламетром или магнитометром) реального, фактического поля магнита на каком-то расстоянии от него или на его поверхности. [6]

Для выбора параметров магнитных элементов на лопадки пневмодвигателя необходимо определить, как сила остаточной индукции магнита влияет на тяговое усилие пневмодвигателя (потери мощности на внутреннее трение деталей пневмодвигателя). Для выбора параметров были проведены исследования, цель которых, установить зависимость влияния магнитного поля устанавливаемых на лопадки магнитов на тяговую мощность пневмодвигателя.

Из конструктивных особенностей использовались неодимовые магнитные диски класса N38, диаметром 8мм., толщиной 1,2,3,4,5 мм соответственно. [7] С помощью магнитометра АТЕ-8702 была измерена фактическая величина магнитного поля магнитных дисков. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Величина магнитного поля неодимовых магнитных дисков

Характеристика	Толщина магнитов, мм				
	1	2	3	4	5
Величина магнитного поля магнита, В (мТл)	172.0	254.1	320.6	372.2	433.1

Определив величины магнитного поля используемых магнитов, приступили к нахождению силы сопротивления пневмодвигателя в зависимости от величины магнитного поля магнита (Рис. 2)

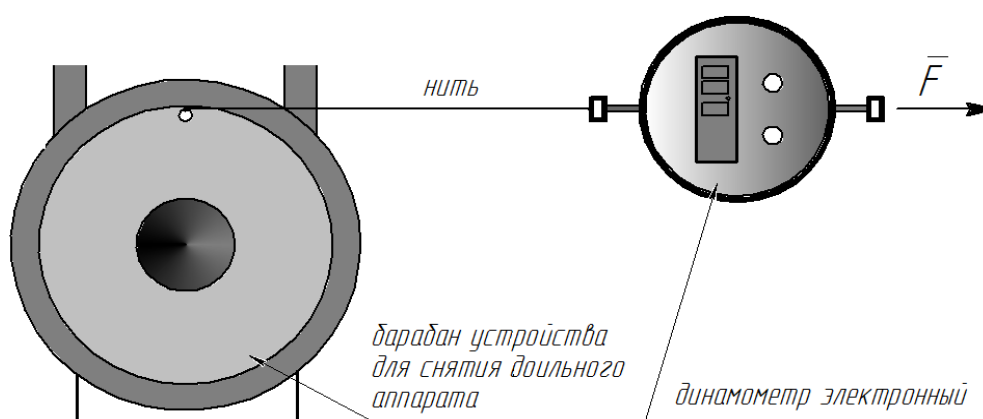


Рисунок 2 – Схема опыта по определению силы сопротивления.

Пневмодвигатель закреплялся на горизонтальной поверхности. На криволинейные лопасти поочередно устанавливались магнитные диски толщиной 1мм-5мм, нить барабана закреплялась к крюку динамометра. К барабану, согласно оси его вращения, через нить прикладывалась сила F , в момент начала вращения вала катушки с помощью электронного динамометра измерялось тяговое усилие, необходимое для придания вращения валу-ротору с барабаном. Опыты проводились с различной величиной магнитного поля с повторностью 10 раз. Результаты измерений представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты измерений тягового усилия

№ п/п	Толщина магнита, мм														
	1			2			3			4			5		
	Тяговое усилие			Тяговое усилие			Тяговое усилие			Тяговое усилие			Тяговое усилие		
	кгс	Н	ср.зн.	кгс	Н	ср.зн.	кгс	Н	ср.зн.	кгс	Н	ср.зн.	кгс	Н	ср.зн.
1	0,42	4,12	0,36/ 3,54	0,53	5,20	0,51/ 5,04	0,62	6,08	0,67/ 6,50	0,77	7,55	0,77/ 7,54	0,87	8,53	0,87/ 8,51
2	0,35	3,43		0,5	4,91		0,67	6,57		0,76	7,46		0,85	8,34	
3	0,36	3,53		0,49	4,81		0,73	7,16		0,77	7,55		0,9	8,83	
4	0,34	3,34		0,52	5,10		0,65	6,38		0,78	7,65		0,86	8,44	
5	0,34	3,34		0,53	5,20		0,67	6,57		0,77	7,55		0,87	8,53	
6	0,35	3,43		0,51	5,00		0,65	6,38		0,75	7,36		0,87	8,53	
7	0,35	3,43		0,51	5,00		0,65	6,38		0,77	7,55		0,85	8,34	
8	0,37	3,63		0,53	5,20		0,7	6,87		0,78	7,65		0,87	8,53	
9	0,38	3,73		0,52	5,10		0,62	6,08		0,77	7,55		0,86	8,44	
10	0,35	3,43		0,5	4,91		0,65	6,38		0,77	7,55		0,87	8,53	

На основании полученных данных, приведенных в таблицах 1 и 2, был построен график зависимости тягового усилия от величины магнитного поля неодимового магнитного диска (рис. 3).

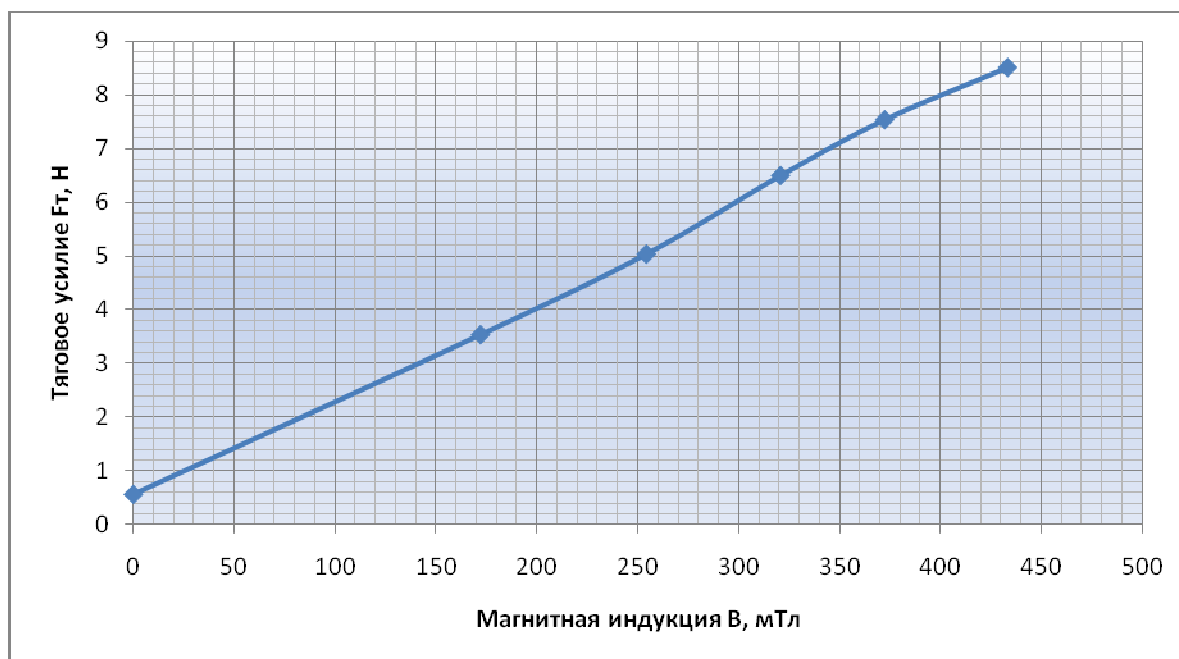
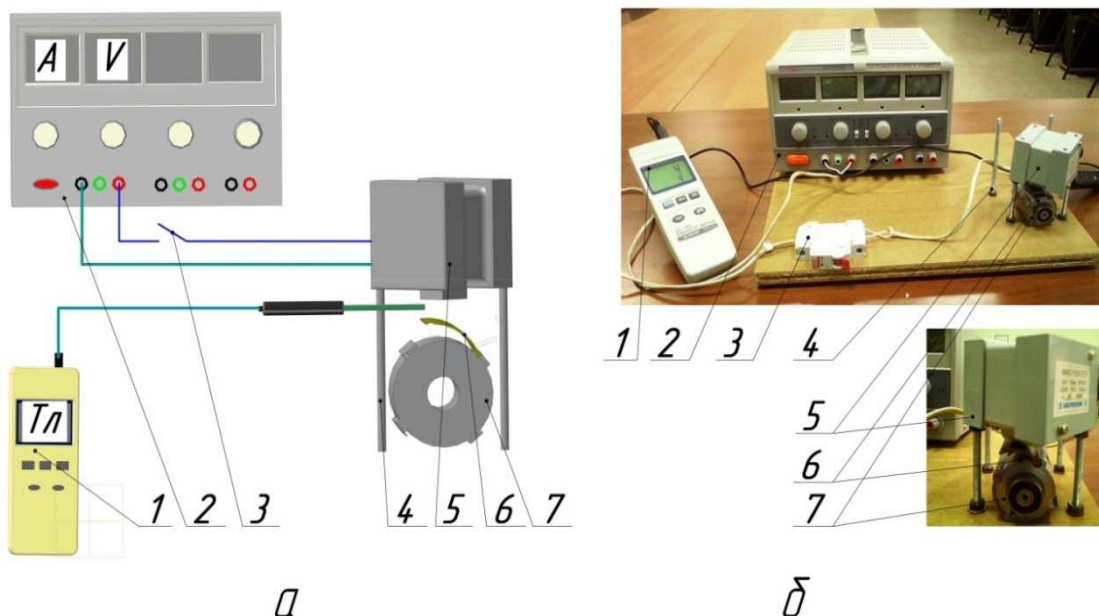


Рисунок 3 - График зависимости тягового усилия от величины магнитной индукции неодимового магнита.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что величина магнитной индукции магнита оказывает значительное влияние на силу сопротивления пневмодвигателя, данная зависимость линейная, чем больше величина магнитной индукции установленного магнитного элемента, тем больше сила внутреннего сопротивления пневмодвигателя и соответственно будет ниже его тяговая мощность. Поэтому устанавливаемые на криволинейные лопатки постоянные магниты, должны иметь величину магнитной индукции минимальную, но достаточную для удержания криволинейной лопатки у стенки цилиндрической роторной камеры во время начала движения.

Чтобы определить величину магнитной индукции, которой должны обладать магнитные элементы была собрана установка. Она состоит из источника питания НУ3002D-32 с функциями регулировки и измерения силы тока и напряжения, магнитометра АТЕ-8702 1 для измерения величины магнитного поля, электромагнита МИС 1100 5, для создания

магнитной силы, четырех стоек 4 для фиксации электромагнита, выключателя 3 и проводников (рис. 4).



а –принципиальная схема; б –общий вид; 1 – магнитометр АТЕ-8702, 2 – источник питания НУ3002D-3, 3 – выключатель, 4 – стойки, 5 электромагнит МИС 1100, 6 – криволинейная лопатка пневмодвигателя, 7 – вал ротора пневмодвигателя.

Рисунок 4 – Установка для определения необходимой величины магнитной индукции

Вал ротора 7 с криволинейной лопаткой 6 и металлическим элементом с обратной стороны устанавливали под электромагнитом 5, закрепленном на стойках 4. Электромагнит 5 подключали к источнику питания 2, и подавали ток на электромагнит. Под действием магнитного поля электромагнита 5 криволинейная лопатка 6 примагничивалась, (принимала рабочее положение относительно вала ротора 7). Далее, уменьшали величину тока, до тех пор, пока лопатка 6 не падала на вал ротора 7. В момент, когда это произойдет, измеряли величину магнитного поля в зоне взаимодействия лопатки 6 с электромагнитом 5 магнитометром 1. Из-за действия остаточной магнитной индукции, для точности определения магнитного поля измерения проводили с 20-ти кратной повторностью. Результаты измерений представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты измерений магнитного поля

№	Сила тока I, А	Магнитное поле В, Тл	№	Сила тока I, А	Магнитное поле В, Тл
1	4,85	0,253	1	4,82	0,251
2	5,00	0,260	2	4,83	0,252
3	4,75	0,247	3	4,80	0,250
4	4,80	0,250	4	4,80	0,250
5	4,81	0,250	5	4,79	0,249
6	4,83	0,252	6	4,81	0,250
7	4,80	0,250	7	4,81	0,250
8	4,81	0,250	8	4,78	0,249
9	4,81	0,250	9	4,78	0,249
1	4,79	0,249	10	4,80	0,250

Анализ полученных данных, показывает, что коэффициент вариации составил 0,9%, что говорит об однородности совокупности данных. Среднее значение величины магнитного поля составляет $B = 0,251$ Тл, исходя из представленных данных в таблице 1, для установки на криволинейные лопатки устройства для снятия подвесной части переносного доильного аппарата, выбираем магнитные элементы толщиной 2 мм, с величиной магнитного поля 0,2541 Тл или 254,1 мТл.

Данные элементы обеспечивают надежное сопряжение лопаток с поверхностью роторной камеры устройства при минимальной силе сопротивления.

Литература

1. Морозов Н.М. Эффективность комплексной механизации животноводческих ферм. – М.: Колос, 1972, 327 с. Андреев П.В. К вопросу об эксплуатации сосковой резины доильного аппарата // Записки Ленинградского СХИ, 1970. – С. 17...19.
2. Карташов Л.П., Соловьев С.А. Повышение надежности системы человек-машина-животное. – Екатеринбург: УрО РАН, 2000.
3. Ульянов В.М., Хрипин В.А., Коледов Р.В. Устройство для автоматического снятия доильного аппарата//Патент России № 2534511 С1; заявл. 02.04.2013; опубл. 27.11.2014 бюл. №33.
4. Ульянов В.М., Коледов Р.В., Хрипин В.А. Устройство для автоматического снятия подвесной части доильного аппарата//Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения. Изд-во: Рязанский ГАТУ, Рязань, 2013. - с 104 – 106.
5. Новые материалы/ под науч. ред. Ю.С. Карабасова, - М.: Мисис, 2002. 235-237 с.

6. Магниты и магнитные поля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kakras.ru/doc/magnets-and-magnetic-fields.html> (дата обращения 15.01.2015).
7. Плетнев С.В. Магнитное поле: свойства, применение. СПб.: Гуманистика, 2004. – 52-54 с

References

1. Morozov N.M. Jefferktivnost' kompleksnoj mehanizacii zhivotnovodcheskih ferm. – M.: Kolos, 1972, 327 s. Andreev P.V. K voprosu ob jekspluatacii soskovoju reziny doil'nogo apparata // Zapiski Leningradskogo SHI, 1970. – S. 17...19.
2. Kartashov L.P, Solov'ev S.A. Povyshenie nadezhnosti sistemy chelovek-mashina-zhivotnoe. – Ekaterinburg: UrO RAN, 2000.
3. Ul'janov V.M., Hripin V.A., Koledov R.V. Ustrojstvo dlja avtomaticheskogo snjatija doil'nogo apparata//Patent Rossii № 2534511 C1; zajavl. 02.04.2013; opubl. 27.11.2014 bjul. №33.
4. Ul'janov V.M., Koledov R.V., Hripin V.A. Ustrojstvo dlja avtomaticheskogo snjatija podvesnoj chasti doil'nogo apparata//Aktual'nye problemy agroinzhenerii i ih innovacionnye reshenija. Izd-vo: Rjazanskij GATU, Rjazan', 2013. - s 104 – 106.
5. Novye materialy/ pod nauch. red. Ju.S. Karabasova, - M.: Misis, 2002. 235-237 s.
6. Magnity i magnitnye polja [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.kakras.ru/doc/magnets-and-magnetic-fields.html> (data obrashhenija 15.01.2015).
7. Pletnev S.V. Magnitnoe pole: svojstva, primenenie. SPb.: Gumanistika, 2004. – 52-54 s