

требованием времени практической необходимостью, вызванной современным состоянием дел в молочной отрасли.

Литература:

1. Шилин В.А. Энергосберегающая система с частотно-регулируемым приводом для пастбищных комплексов // Вестник ВНИИМЖ. 2012. №1. УДК 637.11

The article provides a theoretical basis for the parameters and operating modes of water ring vacuum pumps with energy-saving drive, used for milking cows on pasture complexes.

Keywords: water ring vacuum pump, gasliquid component, sealing liquid.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МОЛОЧНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В ДОИЛЬНОМ АППАРАТЕ

С.И. Павленко, кандидат технических наук, доцент, зав. лабораторией

Э.Б. Алиев, кандидат технических наук

Институт механизации и электрификации сельского хозяйства, г. Запорожье

Ю.А. Линник, ст. преподаватель

Днепропетровский ГАЭУ

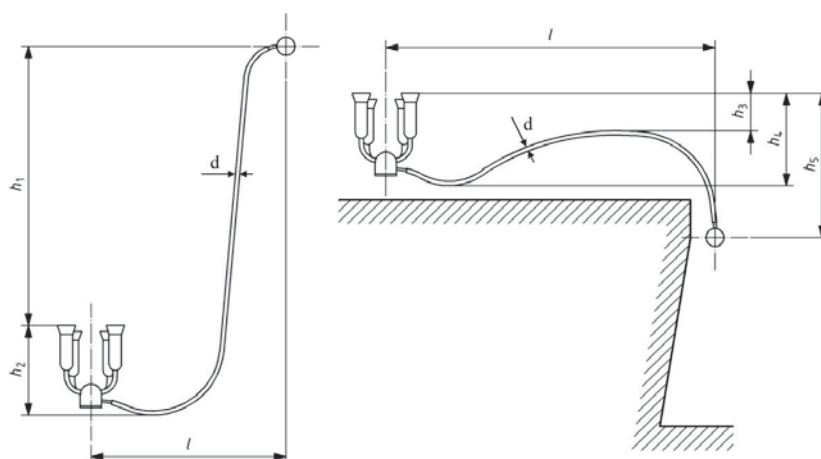
E-mail: aliev@meta.ua

Проведено численное моделирование процесса перемещения молочно-воздушной смеси в доильном аппарате. Исследована флуктуация вакуума в доильном аппарате для верхней и нижней молочной систем.

Ключевые слова: доильный аппарат, молочно-воздушная смесь, молочная система, численное моделирование, вакуумметрическое давление.

Проблема. В процессе перемещения молочно-воздушной смеси по молочному шлангу доильного аппарата наблюдается флуктуация вакуумметрического давления. В зависимости от типа молочной системы, конструктивно-технологических параметров доильного аппарата и режимов его работы режим течения молочно-воздушной смеси можно скорректировать, тем самым достигая уменьшения флуктуации вакуумметрического давления.

Анализ последних исследований и публикаций. Анализ теоретических исследований [1-7] показал, что движение молочно-воздушной смеси как двухфазной среды по молочному шлангу доильного аппарата не исследованы в полной мере. В указанных исследованиях нет математических моделей, описывающих динамику изменения вакуумметрического давления в процессе перемещения молочно-воздушной смеси для раз-



личных молочных систем доильных установок. Молочные системы современных доильных установок можно разделить на два

типа (рис. 1): с верхним и нижним молокопроводом [8].

Понятно, что режимы течения молочно-воздушной смеси в каждой из указанных систем отличаются, поэтому и возникает необходимость их исследовать.

а) б)
Рис. 1. Молочные системы современных доильных установок с верхним (а) и нижним (б) молокопроводом

Цель исследований. Исследовать движение молочно-воздушной смеси по молочному шлангу доильного аппарата и определить флуктуацию вакуумметрического давления для различных типов молочных систем.

Материалы и методы исследований. Исследование движения молочно-воздушной смеси проводилось методом численного моделирования с использованием программного пакета Star CCM+. Для проведения моделирования была построена сетка 3D модели молочного шланга доильного аппарата для двух типов молочных систем с использованием генератора поверхностной сетки и многогранных ячеек. Базовый размер ячейки составлял 0,001 м.

Моделирование проводилось с использованием модели многофазного взаимодействия, Эйлеровой многофазности, метода объемной жидкости. Движение фаз подчиняется k-ε модели турбулентности.

Молочно-воздушная смесь представлялась как двухфазная среда жидкость-газ. Термодинамическое состояние молочно-воздушной смеси допускалось как изотермическое. Было принято, что жидкость в процессе движения имеет постоянную плотность, а газ – идеальный.

В начальный момент времени молочный шланг был заполнен только газом (воздухом), т.е. содержание газа составляло $\alpha = 1$. Поверхность молочного шланга имела абсолютную шероховатость $\epsilon = 2,5 \cdot 10^{-6}$ м.

На входе молочного шланга доильного аппарата поток воздуха через проводящий

канал коллектор (диаметром $d_{от} = 0,1$ м) составляет $Q_{G(A-A)} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$, при этом скорость воздуха равна $U_{G(A-A)} = 0,0127 \text{ м/с}$.

Молоко на входе молочного шланга доильного аппарата поступает порциями с определенной периодичностью. Для двухтактного доильного аппарата однократного действия на все соски, пульсограмма вакуумметрического давления в межстенном пространстве доильных стаканов имеет вид как на рисунке 2 и характеризуется двумя параметрами – частота пульсаций n и фаза $A + B$.

В процессе доения в период разгрузки (фаза $A + B$) порция молока выводится из сосков и попадает через коллектор в молочный шланг. Согласно исследованиям [1] средний поток молока за период разгрузки составляет $Q_{L(A-A)max} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$. При внутреннем диаметре молочного шланга $D = 0,014$ м скорость молока равна $U_{G(A-A)} = 0,26 \text{ м/с}$



Рис. 2. Пульсограммы вакуумметрического давления P в межстенном пространстве доильных стаканов и потока молока за период разгрузки $Q_{G(A-A)}$

Согласно исследованиям [1, 9] частота пульсаций n может составлять от 40 до 80 мин^{-1} , а фаза $A + B$ – от 0,4 до 0,8. Поэтому численное моделирование будет проводиться по плану экспериментов для двух факторов на трех уровнях (таблица 1).

Таблица 1. План экспериментов численного моделирования

Номер эксперимента	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фаза A+B	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
Частота пульсаций $n, \text{мин}^{-1}$	40	60	80	40	60	80	40	60	80

На выходе из молочного шланга присутствует постоянное вакуумметрическое давление $P_{B-B} = 50$ кПа.

Результаты исследований. В результате численного моделирования процесса перемещения молочно-воздушной смеси в доильном аппарате при верхнем молокопроводе получено распределение содержания жидкости $1-\alpha$ по длине молочного шланга (рис. 3).

Из рисунка 3 видно, что течение молочно-воздушной смеси на вертикальном участке молочного шланга является прерывистым согласно карте течения двухфазной среды за Beggs и Brill [10].

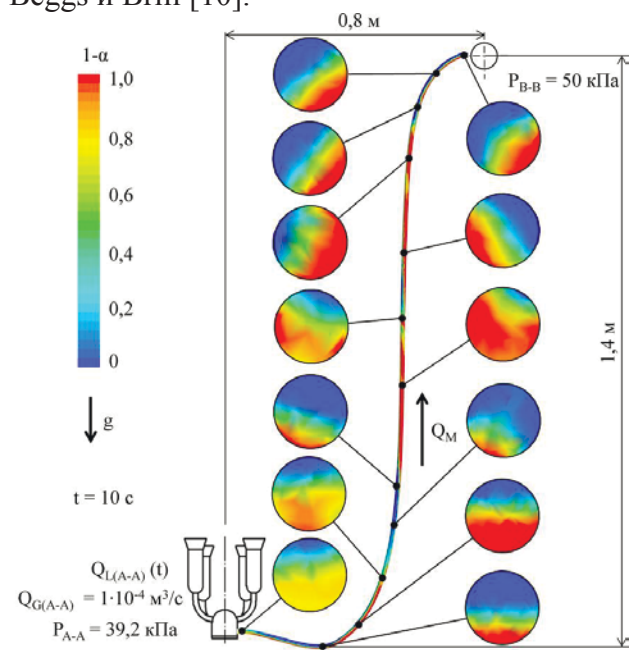
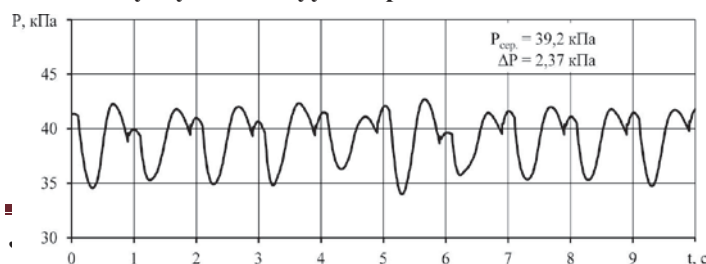


Рис. 3. Распределение содержания жидкости $1-\alpha$ по длине молочного шланга доильного аппарата при верхнем молокопроводе при частоте пульсаций $n = 60$ хв^{-1} и фазе $A+B = 0,6$

Из-за возникновения прерывистого течения молочно-воздушной смеси на входе молочного шланга наблюдаются флуктуация вакуумметрического давления (рис. 4), которая отрицательно влияет на технологический процесс машинного доения.

Рис. 4. Флуктуация вакуумметрического давления



на входе молочного шланга при частоте пульсаций $n = 60$ хв^{-1} и фазе $A+B = 0,6$ (при верхнем молокопроводе)

С использованием программного пакета Mathematica методом наименьших квадратов была проведена корреляция полученных данных по выбранному плану численных экспериментов (таблица 1) и получена математическая модель взаимосвязи флуктуации (среднеквадратического отклонения) вакуумметрического давления ΔP от частоты пульсаций n и величины фазы $A + B$:

$$\Delta P = 12,2515 + 2,30723 n -$$

$$- 0,352582 (A + B) + 0,00271785 (A + B)^2 \quad (1)$$

Графическая интерпретация полученной математической модели представлена на рис. 5. Как видно из рисунка и зависимости (1) среднеквадратическое отклонение вакуумметрического давления линейно зависит от величины фазы $A + B$ и квадратично от частоты пульсаций.

В результате поиска минимального значения флуктуации вакуумметрического давления установлено, что при частоте пульсаций $n = 64,8$ мин^{-1} и величине фазы $A + B = 0,4$ среднеквадратическое отклонение составляет $\Delta P = 1,74$ кПа, что удовлетворяет технологическим требованиям [8].

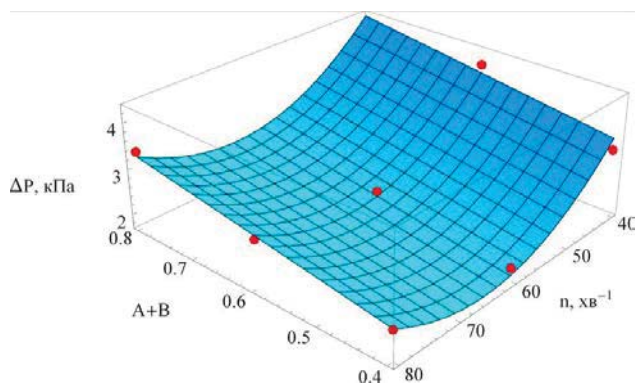


Рис. 5. Зависимость изменения среднеквадратического отклонения вакуумметрического давления от величины фазы $A + B$ и частоты пульсаций n (при верхнем молокопроводе)

В результате численного моделирования процесса перемещения молочно-воздушной смеси в доильном аппарате при нижнем молокопроводе получено

распределение содержания жидкости 1-а по длине молочного шланга (рис. 6).

В отличие от подключения к верхнему молокопроводу при нижнем подключении наблюдается раздельное течение молочно-воздушной смеси согласно карте течения двухфазной среды за Beggs и Brill [10]. При этом возникают незначительные флуктуации вакуумметрического давления $\Delta P = 0,4-0,7$ кПа, которые практически не зависят от величины фазы А + В и частоты пульсаций n (рис. 7).

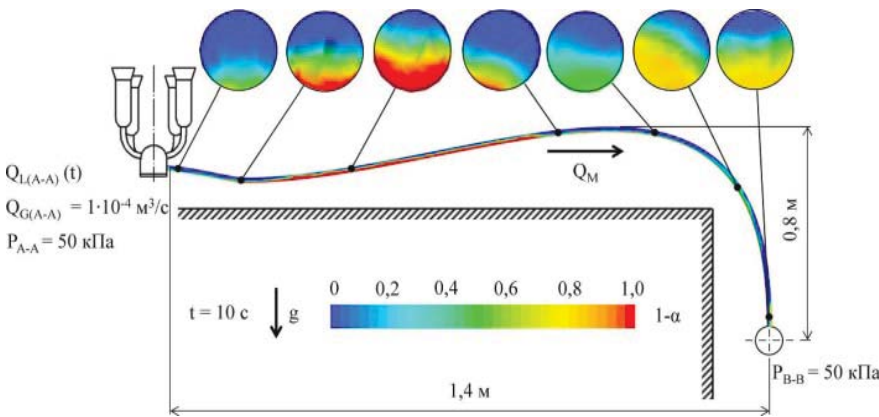
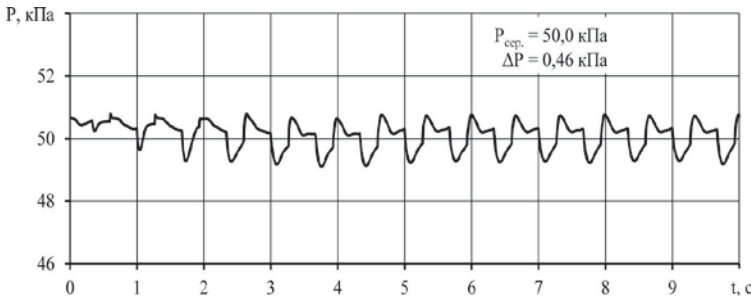


Рис. 6. Распределение содержания жидкости 1-а по длине молочного шланга доильного аппарата при нижнем молокопроводе при частоте пульсаций $n = 60 \text{ мин}^{-1}$ и фазе А+В = 0,6

Рис. 7. Флуктуация вакуумметрического давления



на входе молочного шланга при частоте пульсаций $n = 60 \text{ мин}^{-1}$ и фазе А + В = 0,6 (при нижнем молокопроводе)

Выводы.

1. В результате численного моделирования процесса перемещения молочно-воздушной смеси в доильном аппарате было установлено, что для верхней молочной системы наблюдается значительная флуктуация вакуумметрического давления, которая зависит от частоты пульсаций n и величины

фазы А + В согласно полученной математической модели, для нижней молочно-воздушной системы флуктуация вакуумметрического давления не зависит от указанных факторов.

2. В результате поиска минимального значения флуктуации вакуумметрического давления верхней молочной системы установлено, что при частоте пульсаций $n = 64,8 \text{ мин}^{-1}$ и величине фазы А + В = 0,4 его среднеквадратическое отклонение составляет $\Delta P = 1,74$ кПа, для нижней молочной системы – $\Delta P = 0,4-0,7$ кПа, что удовлетворяет технологическим требованиям.

Литература:

1. Фененко А.И. Механізація доїння корів. Теорія і практика: Монографія. Киев, 2008. 198 с.
2. Ткач В.В. Модель движения молока по безнапорному незаполненному молокопроводу // Механізація та електрифікація сільського господарства. Глава, 2010. Вип. 84. С. 59-62.
3. Ткач В.В. Доїльна установка з роздільним режимом транспортування молока і повітря // Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Харків, 2010. Вип. 95. С. 178-183.
4. Москаленко С.П. Исследование режимов транспортирования молока по трубопроводам на молочно-товарных фермах и комплексах: автореф. дис. к. т. н. Киев, 1974.
5. Курсанов В.В. Оптимизация гидравлических параметров молокопроводов доильных установок // Механізація і електрифікація сільського господарства. 2001. №8. С. 14-16.
6. Stephen B. Spencer. Milking System Design for Large Herds // Western Large Herd Dairy Management Conference. Las Vegas Nevada, 1993. P. 10-15.
7. Birchal V.S. Modeling and simulation of milk emulsion drying in spray dryers // Brazilian Journal of Chemical Engineering. 2005. Vol. 22, №2. P. 293-302.
8. ISO 5707. Milking machine installations - Construction and performance. Geneva, 2007. 52 p.
9. Алієв Е.Б. Підвищення ефективності експлуатації вакуумної системи молочно-доїльного обладнання: дис. к. т. н. Запоріжжя, 2012. 177 с.
10. James P. Brill. Two phase flow in pipes. H. Dale Beggs, 1991. 6th edition. 640 p.

A numerical simulation of the process of moving milk-air mixture in the milking machine. Studied the fluctuations of the vacuum in the milking machine to the upper and lower dairy systems.

Keywords: *the milking machine, dairy-air mixture, dairy system, numerical modeling, vacuum magnetic pressure.*

УДК 636.2:631.3

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ОДНОКАМЕРНЫМИ ДОИЛЬНЫМИ СТАКАНАМИ И УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ

О.А. Чехунов, кандидат технических наук, доцент

Е.А. Мартынов, кандидат технических наук, доцент

Белгородская ГСХА им. В.Я. Горина

E-mail: olegbelgorod@mail.ru

В статье представлено описание конструкции и дано теоретическое обоснование доильного аппарата с однокамерными доильными стаканами и управляемым режимом. Использование доильных аппаратов такой конструкции позволяет снизить заболеваемость вымени коров маститом и повысить молочную продуктивность животных.

Ключевые слова: *доильный аппарат, однокамерный доильный стакан, управляемый режим, вакуумметрическое давление.*

О пользе использования доильного оборудования, не оказывающего отрицательного воздействия на вымя коров, неоднократно упоминалось как учеными, так и производственными рабочими. Эта проблема особенно актуальна при доении новотельных животных. Современная промышленность выпускает доильное оборудование, обеспечивающее автоматическое изменение режима работы и снятие подвесной части либо по заданной программе, либо в зависимости от интенсивности потока молока по вымени в целом. Однако специалистам известно, что большинство коров имеют ярко выраженную неравномерность развития четвертей вымени, что создает возможность недодоя одних и отрицательного воздействия высокого ва-

куумметрического давления на другие четверти вымени.

Из опыта известно, что слабое место серийно выпускаемых доильных аппаратов – доильные стаканы, а именно – их сосковая резина, изменение характеристик которой в процессе эксплуатации, механическое повреждение влечет за собой изменение режима воздействия на сосок и вызывает торможение, а иногда и полное прекращение процесса выведения молока. Следующий недостаток – наполнение доильных станков на соски. Это вызывается многими факторами, в их числе – величина вакуумметрического давления в подсосковой камере, расширение сосковой резины в такте сосания, несоответствие массы доильного аппарата режиму доения. Отрицательно влияют на доение и ударные воздействия на соски, возникающие в результате цикловых пульсаций сосковой резины. В процессе доения корова испытывает вначале ударную нагрузку на сосок, потом сжатие его резиной, что приводит к постепенному ороговению соска и появлению на его поверхности трещин. Еще один недостаток – обратный ток молока, а также образование в подсосковой камере аэрозолей, способствующих проникновению патогенных микробов в полости молочных цистерн вымени [1].

ВЕСТНИК

ВСЕРОССИЙСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Подписной индекс 31396
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-49803 от 17 мая 2012 г.

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
№4(16) 2014

**СЕРИЯ: МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ
И МАШИННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

Учредитель и издатель:

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский
институт механизации животноводства

Адрес редакции:

142134, г. Москва, поселение Рязановское,
пос. Знамя Октября, д. 31
Тел.: 8(495) 867-43-33
<http://www.vniimzh.ru>
E-mail: vniimzh@mail.ru

Отпечатано в ФГБНУ ВНИИМЖ
Редактор – М.Л. Шек

*Журнал включен в Российский индекс
научного цитирования (РИНЦ)*

Подписано в печать 10.11.2014

Формат 60x84/8

Объем 28,3 печ.л.

Тираж 200 экз.

Печать: ризограф

Заказ №200

При использовании материалов журнала
ссылка на журнал обязательна.
За достоверность информации ответственность
несут авторы.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Ю.А. Иванов,

член-корреспондент РАН,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор – председатель совета

П.И. Гриднев,

доктор технических наук –
заместитель председателя совета

Н.М. Морозов,

академик РАН, доктор экономических наук,
профессор

В.И. Сыроватка,

академик РАН, доктор технических наук,
профессор

Л.М. Цой,

доктор экономических наук, профессор

В.К. Скоркин,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

И.К. Текучев,

доктор технических наук

Н.Н. Новиков,

кандидат технических наук

Г.К. Скоркин,

кандидат сельскохозяйственных наук

СОДЕРЖАНИЕ

Скоркин В.К. Состояние и пути повышения эффективности производства молока в России.....	4
Цой Ю.А. Пути повышения эффективности технологической модернизации в России.....	11
Кормановский Л.П. Технологии и воспроизводство стада.....	15
Байиров М.Т., Безверхов А.П. Современное состояние автоматизированных средств на молочных фермах и перспективы инновационных технологий производства продукции животноводства в Узбекистане.....	19
Иванов В.А. Повышение эффективности производства молока за счёт организации стада.....	23
Христианин Н.М. Анализ технического уровня резервуаров-охладителей молока отечественного и зарубежного производства с интеллектуальными системами управления технологическим процессом работы.....	29
Чувашев В.Н. ИТ-система мониторинга и испытаний тепловых процессов в животноводстве.....	33
Ерохин М.Н., Хаванская А.А. Применение изделий из композиционных материалов при модернизации и проектировании животноводческих ферм и комплексов.....	35
Мишууров Н.П. Информационный менеджмент молочного скотоводства.....	41
Ужик В.Ф., Ужик О.В., Клёсов Д.Н., Науменко А.А., Чигрин А.А. Нанотехнологии – в машинном доении коров.....	49
Тихомиров И.А. Совершенствование технологии производства молока при пастбищном содержании скота с использованием инновационных приемов.....	53
Радоманский В.М. Усовершенствованная молокопроводная доильная установка.....	61
Тесленко И.И., Тесленко И.И. Инновационные технологии и технические средства при доении коров.....	67
Шилин В.А., Герасимова О.А. Теоретическое обоснование параметров и режимов работы водокольцевого вакуумного насоса.....	70
Павленко С.И., Алиев Э.Б., Линник Ю.А. Результаты численного моделирования процесса перемещения молочно-воздушной смеси в доильном аппарате.....	77
Чехунов О.А., Мартынов Е.А. Теоретическое обоснование доильного аппарата с однокамерными доильными стаканами и управляемым режимом.....	81
Ужик В.Ф., Клёсов Д.Н., Ужик О.В. Механический пульсатор для доильного аппарата.....	86
Второй В.Ф., Второй С.В. Методика контроля технического состояния пульсаторов доильных аппаратов.....	89
Доровских В.И., Доровских Д.В., Аткашов А.О. Управление процессом доения коров в стойлах на базе однокристалльных ЭВМ.....	92
Квашенников В.И., Козловцев А.П., Панин А.А., Шахов В.А., Коровин Г.С. Энергосберегающая технология охлаждения молочной продукции.....	95
Иванов Ю.Г., Лапкин А.Г. Повышение эффективности очистки сосков вымени коров при применении щеточных устройств на автоматических доильных установках.....	98
Курманов А.К., Исинтаев Т.И., Исаков Е.Б. Использование физико-химических свойств молока при раннем диагностировании мастита у коров.....	100
Маринченко Т.Е. Инновации в зарубежном промышленном козоводстве.....	104
Тесленко И.И., Тесленко И.Н. Расчет параметров поточно-конвейерной системы кормления....	108
Скоркин В.К., Карпов В.П., Повалихин Н.В. Снижение затрат труда при приготовлении кормов за счет применения инновационных решений.....	113
Савиных П.А., Булатов С.Ю., Смирнов Р.А. Разработка и результаты предварительных исследований малогабаритного измельчителя корнеклубнеплодов.....	115
Дьяченко Л.А., Секанов Ю.П. Управление ферментацией при инструментальной оценке силососеимости кормов.....	119
Купреенко А.И., Шкураатов Г.В. Вентиляционно-отопительная панель в системе естественной вентиляции животноводческих помещений.....	126

<i>Карташов Л.П., Хлопко Ю.А., Осипова А.М.</i> Теоретические основы создания устройств и оборудования для механической обработки кожного покрова сельскохозяйственных животных.....	129
<i>Хлопко Ю.А., Нигматов Л.Г., Панин А.А., Герасименко И.В.</i> Разработка многофункционального устройства для механической обработки кожного покрова КРС.....	133
<i>Ваньков А.В., Козловцев А.П.</i> Механизация процесса чески пуха коз.....	137
<i>Оробинский В.Ю., Колесникова Т.Н.</i> Влияние технологий содержания коров и способов механизации процессов на качество производимого молока.....	141
<i>Сидорова В.Ю.</i> Принципы взаимосвязи сельскохозяйственной механизации и биотехнологии, или от техно- к мини- эко-, био- и нано- агронаправлениям.....	146
<i>Цой Л.М.</i> Экономические проблемы повышения эффективности производства свинины.....	154
<i>Кузьмина Т.Н.</i> Перспективные тенденции развития оборудования для свиноводства.....	161
<i>Елисеев А.Г., Сёмин А.А.</i> Анализ и подбор технологического оборудования для малых и средних свиноводческих ферм.....	165
<i>Новиков Н.Н.</i> Новые решения для утилизации теплоты, рассеиваемой ограждениями животноводческих помещений.....	174
<i>Новиков Н.Н., Назаров Б.И.</i> Технико-экономическое обоснование низконапорного вентиляционного модуля для свинарников.....	178
<i>Цой Л.М., Степанов В.П.</i> Рациональные параметры ресурсоемкости на свиноводческих фермах мощностью 6 тыс. голов в год.....	182
<i>Саенко Ю.В., Швец Л.П.</i> Устройство для очистки кормушек.....	189
<i>Елисеев А.Г., Сёмин А.А.</i> Технический сервис технологического оборудования малых и средних свиноводческих ферм.....	191
<i>Воронков А.Н., Казанский Д.В.</i> Надежность самоходной кормоуборочной техники – основа успеха производства продукции животноводства.....	198
<i>Сыроватка В.И.</i> Микронизация фуражного зерна.....	204
<i>Лебедев В.В., Рабинович Г.Ю., Ковалев Н.Г.</i> Модернизация процесса получения комбикорма путем целевого применения жидкой комплексной добавки.....	211
<i>Пахомов В.И., Брагинец С.В., Бахчевников О.Н., Алфёров А.С.</i> Направления технологической модернизации комбикормового производства в условиях южных регионов России.....	216
<i>Передня В.Д., Хруцкий В.И., Тарасевич А.М., Касперович Д.И.</i> Комплект оборудования для приготовления белково-витаминно-минеральных добавок на основе рапсового жмыха.....	221
<i>Власов П.А., Коновалов В.В., Терюшков В.П., Терехин М.А., Чупшев А.В.</i> Результаты исследований вальцевой и дисковой плющилок зерна.....	226
<i>Булавин С.А., Саенко Ю.В.</i> Технология и средства механизации введения пророщенного зерна в корм животным.....	230
<i>Коновалов В.В., Фомин А.С., Терюшков В.П., Чупшев А.В.</i> Результаты исследований спирального смесителя-конвейера.....	233
<i>Коновалов В.В., Терюшков В.П., Чупшев А.В., Паужолис Е.В.</i> Результаты исследований виброконвейера для обеззараживания зерна.....	237
<i>Пушко В.А., Бойко И.Г.</i> Построение автоматизированной системы контроля температуры для конструкции смесителей вибрационного типа.....	241
<i>Шулаев Г.М., Энговатов В.Ф., Бетин А.Н., Милушев Р.К., Вотановская Н.А.</i> Технология приготовления бобово-глютенового концентрата для комбикормов и импортозамещающих обогатительных добавок.....	244
<i>Новиков В.В., Орсиц И.Л., Грецов А.С.</i> Экструзионная переработка рыбных отходов на корм животным.....	247
<i>Конаков М.А.</i> Анализ и тенденции эффективного функционирования молочного животноводства.....	251