

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ



**Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси
по механизации сельского хозяйства»**

**Механизация и электрификация
сельского хозяйства**

Межведомственный тематический сборник

Основан в 1968 году

Выпуск 43

В двух томах

Том 2

**Минск
2009**

В сборнике опубликованы основные результаты исследований по разработке инновационных технологий и технических средств для их реализации при производстве продукции растениеводства и животноводства, рассмотрены вопросы технического сервиса машин и оборудования, использования топливно-энергетических ресурсов, разработки и применения энергосберегающих технологий, электрификации и автоматизации.

Материалы сборника могут быть использованы сотрудниками НИИ, КБ, специалистами хозяйств, студентами вузов и колледжей аграрного профиля.

Публикуются в двух томах.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси

П.П. Казакевич (главный редактор);

кандидат технических наук, доцент В.П. Чеботарев (зам. главного редактора);

доктора технических наук, профессора В.Н. Дашков, В.И. Передня,

И.И. Пиуновский, Л.Я. Степук, И.Н. Шило;

доктора технических наук, доценты В.В. Азаренко, И.И. Гируцкий;

кандидат технических наук, профессор В.П. Миклуш;

кандидаты технических наук, доценты В.Н. Гутман, В.О. Китиков;

кандидат экономических наук, доцент В.Г. Самосюк;

кандидаты технических наук Н.Г. Бакач, В.М. Изоитко, Н.Ф. Капустин,

В.К. Клыбик, Н.Д. Лепешкин, А.Л. Рапинчук, А.Л. Тимошук, М.Н. Трибуналов;

кандидаты экономических наук А.В. Ленский, Е.И. Михайловский.

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси

П.П. Казакевич;

доктора технических наук, профессора В.Н. Дашков, В.И. Передня,

И.И. Пиуновский, Л.Я. Степук, И.Н. Шило;

доктора технических наук, доценты В.В. Азаренко, И.И. Гируцкий.

Приказом Председателя ВАК Республики Беларусь от 4 июля 2005 года № 101 межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» (РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства») включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим наукам.

ждении 1000 л молока. Экономия электроэнергии на подогрев воды для технологических нужд МТФ составит до 17000 кВт·ч ежегодно.

2. Применение сезоннодействующих устройств в составе молокоохладительных установок с промежуточным охлаждением позволяет: снизить расход электроэнергии в 1,8 раза, достигнуть уровня интенсификации 31,7% по полным энергозатратам и 44,8% – по прямым затратам.

3. Вышеприведенное свидетельствует о том, что существуют многочисленные возможности применения в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь энергосберегающих технологий и возобновляемых источников энергии, что указывает на необходимость дальнейших исследований в этом направлении.

Литература

1. Рыбкин, Е.Д. Устойчивость энерговодоснабжения механизированных животноводческих ферм / Е.Д. Рыбкин, Н.И. Щербинин, А.И. Индейкин. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.
2. Шило, И.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / И.Н. Шило, В.Н. Дашков. – Минск: БГАТУ, 2003. – 183 с.
3. Конденсатор испарительно-конденсационной установки: пат. 1007 Респ. Беларусь, МПК (2003) F 28D 15/00, F 25D 17/00 / О.Н. Буляк, В.Н. Дашков, Н.Ф. Капустин, А.М. Литовский; заявитель РУП «Бел. научн.-исслед. институт механиз. сельского хоз-ва». – № и 20030010; заявл. 15.01.03; опубл. 30.09.03. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2003 – № 2, ч. 2. – С. 303.
4. Охладитель-аккумулятор естественного холода с водораспылителем: пат. 1381 Респ. Беларусь, МПК (2004) F 25D 3/00, A 01J 9/04 / В.Н. Дашков, Д.А. Зуйкевич, Н.Ф. Капустин, А.М. Литовский, Э.К. Снежко, А.Б. Янушкевич; заявитель РУНИП «Институт механиз. сельского хоз-ва НАН Беларуси». – № и 20030370; заявл. 22.12.03; опубл. 02.02.04 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2004 – № 2. – С. 291.

УДК 628.8: 631.22.014

**В.Н. Гутман, Н.О. Шевчук,
С.П. Рапович, И.В. Пуляева**
(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)

ОБЩЕОБМЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ С РЕЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКОЙ ВОЗДУХА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Введение

В настоящее время в Беларуси действует 107 комплексов по выращиванию и откорму свиней мощностью от 12 до 108 тысяч голов откорма в год. Цель реконструкции и технического переоснащения – не только замена физического и морально изношенного оборудования, но и создание новых технологий и техники для систем обеспечения микроклимата в свиноводческих помещениях, охрана окружающей среды от загрязнений.

В условиях интенсивного ведения животноводства должны существенно меняться технология выращивания свиней, уровень механизации и автоматизации производственных процессов. По-новому должна решаться задача создания и поддержания параметров микроклимата (внутреннего климата) в

свиноводческих помещениях, так как продуктивность животных на 50–60% определяется наличием и качеством кормов, на 20% – уходом за животными и на 20–30% – состоянием воздушной среды в помещениях.

Проблему создания микроклимата в промышленном свиноводстве невозможно решить без эффективных вентиляционно-отопительных систем. Воздухообмен позволяет создать в помещениях не только оптимальный температурно-влажностный режим и поддерживать газовый состав воздуха в соответствии с зоогигиеническими нормативами, но и способствует удалению пыли и микроорганизмов. Для создания и поддержания нормативных параметров микроклимата в помещениях свиноводческих комплексов применяются общеобменные системы вентиляции с принудительной циркуляцией воздушных потоков.

Анализ систем вентиляции

Вентиляция – это организованный воздухообмен, в процессе которого загрязненный воздух удаляется из помещения, а взамен подается и равномерно распределяется в зоне обитания животных чистый атмосферный или обработанный воздух.

Вентиляционные устройства в системах обеспечения микроклимата предусматривают:

- 1) поддержание оптимального температурного и влажностного режимов воздуха в помещениях в соответствии с установленными зоогигиеническими требованиями для каждого вида и возраста животных;
- 2) обеспечение подачи определенного (физиологически обоснованного) количества воздуха на единицу живой массы животного;
- 3) удаление вредных газов (углекислоты, аммиака, сероводорода), излишков влаги, микроорганизмов, взвешенной кремниевой и органической пыли, вредно отражающихся на жизнедеятельности животных;
- 4) равномерное распределение свежего воздуха по всему помещению, создание оптимальной скорости движения потока воздуха в местах размещения животных, устранение локальных зон застоя воздуха с недопустимым содержанием вредных газов с повышенной влажностью;
- 5) повышение долговечности строительных конструкций и эксплуатационной надежности оборудования;
- 6) создание нормальных условий работы обслуживающего персонала.

С учетом требований (зоогигиенических, технологических, конструктивных и др.) в мировой практике животноводства и птицеводства создаются различные системы вентиляции, которые, однако, могут быть классифицированы и подвергнуты анализу на целесообразность применения в условиях крупногабаритных помещений современных промышленных комплексов.

Схема вентиляции определяет направление воздушных потоков и зависит от местоположения приточных и вытяжных устройств. Выбор схемы циркуляции воздуха диктуется внутренней планировкой помещения, наличием глу-

хих поперечных перегородок станков в свинарниках, клеточных батарей в птичниках, оказывающих влияние на скорость потоков воздуха и проветривание всей рабочей зоны. Тепло, выделяемое животными в зимних условиях, должно ассимилироваться чистым приточным воздухом, тем самым способствуя снижению расхода топлива на обогрев помещения, а в теплое время года – уноситься загрязненным воздухом.

Циркуляция воздушных потоков по животноводческому помещению, оснащеному вентиляцией с механическим побудителем тяги, может происходить по двум схемам – сверху-вниз и снизу-вверх. Первый способ наиболее распространен в странах с холодным климатом, поскольку значительный экономический эффект достигается за счет экономии тепловой энергии при поступлении приточного воздуха с верхней части помещения, прогреваемого восходящими потоками теплого внутреннего воздуха. Второй способ эффективнее в теплом климате, так как уходящий вверх прогретый воздух создает разрежение в помещении и снижает нагрузку на вентиляторы, удаляющие использованный воздух в воздушное пространство. В системах вентиляции свинарников и птичников, действующих по этой схеме, большая часть приточного воздуха (80%) удаляется из помещения, не достигнув зоны размещения животных и птицы. В этом случае для проветривания нижней зоны необходимо увеличить воздухообмен или скорость воздуха, что потребует увеличения капитальных затрат и эксплуатационных расходов.

Повышение зоогигиенических требований к системам вентиляции обусловливается хозяйственной эксплуатацией высокопродуктивных пород свиней, чувствительных к колебаниям параметров микроклимата и газовому составу воздушной среды в помещениях. По технологическим и энергетическим критериям действующие системы вентиляции в холодный период года при воздухообмене $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на центнер живой массы свиней не обеспечивают нормативный газовый состав воздушной среды. Содержание аммиака, пыли и микроорганизмов в помещениях превышает допустимые значения в 2–3 раза. Установлено, что за 1 час системами вентиляции в свиноводческом комплексе по выращиванию и откорму свиней мощностью 54 тысячи голов выбрасывается из помещений в атмосферу до 19,7 кг аммиака; 14,2 кг пыли; 380 млрд. колониобразующих единиц (далее – КОЕ) микроорганизмов, в том числе 4,6 млрд. бактерий кишечной палочки.

Бактериологическая обсемененность воздуха в закрытых свиноводческих помещениях при определенных условиях становится источником быстрого распространения заразных болезней. В застойных, не вентилируемых зонах свинарников в 1 м^3 воздуха находится свыше 1 млн. микробных клеток. Характер интенсивного ведения животноводства способствует накоплению в окружающей среде патогенного материала. Частый пассаж микроорганизмов на животных обуславливает появление вирусных форм патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Из-за высокой концентрации микроорганиз-

мов, аммиака и неприятных запахов в воздушной среде помещений в ряде свиноводческих комплексов сохранность молодняка снижается до 65–70%.

Действующие вентиляционно-отопительные системы выбрасывают из помещений отработанный воздух температурой до 20°C, насыщенный аммиаком, микроорганизмами, загрязняя воздушный бассейн и почву. Потенциал удаляемого тепла составляет 50% от общего потребления тепловой энергии на создание микроклимата в холодный и переходный периоды года. Применение эффективных методов и средств очистки воздуха внутри помещения до 95% позволит снизить нормативный воздухообмен с 30 м³/ч до 15 м³/ч на центнер живой массы свиней в холодный период года и уменьшить потребление тепловой и электрической энергии на поддержание требуемого температурно-влажностного режима в помещении.

В теории вентиляции первый способ часто называют вентиляцией по методу разбавления, второй – по методу вытеснения. Вентиляция по методу разбавления предполагает, что воздушный поток захватывает большое количество внутреннего воздуха, смешивающегося с приточной струей, которая, распределяясь по помещению, расширяется, но теряет скорость. Это значит, что вредные выделения внутреннего воздуха растворяются приточным воздухом и равномерно распределяются по всему помещению. При таком типе вентиляции распределение температуры и скорости воздуха оказывается достаточно равномерным по всему помещению и в зоне размещения животных. Важнейшим достоинством вентиляции этого типа является сравнительно низкая скорость воздушной струи в рабочей зоне.

При вентиляции вытесняющим потоком воздухораспределитель размещается невысоко над полом и воздух подается с небольшой скоростью непосредственно в рабочую зону. Конвекционные потоки от животных и других источников тепла поднимаются вверх, и нагретый воздух отводится вытяжными вентиляционными шахтами в воздушное пространство. Однако данный способ имеет очевидные ограничения:

- скорость воздуха в зоне размещения животных возрастает, возникают проблемы сквозняков;
- температурный градиент становится слишком большим по высоте помещения.

В.М. Селянский исследовал и оценил по зоогигиеническим и зоотехническим показателям 20 различных систем вентиляции и установил, что наилучшая схема циркуляции воздушных потоков – «сверху-вниз».

На основании анализа можно сделать четкий вывод, что наиболее эффективной является схема организации воздухообмена с притоком в верхнюю зону и вытяжкой из нижней («сверху-вниз»). В этом случае обеспечивается более полное использование теплоты, выделяемой животными, для подогрева приточного воздуха, обеспечивается надежное «омывание» свежим воздухом зоны их размещения, уменьшается перепад температур по вертикали. Содер-

жание аммиака при этой схеме вентиляции было наименьшим, причем в данном варианте воздухообмен минимальный (2,6 м/ч на 1 кг живой массы), во всех остальных случаях он был выше в 2,4–10 раз.

При оценке схем воздухообмена еще по одному показателю, а именно по градиенту температур на уровне 0,3 и 1,5 м, видно, что наименьшую разность $\Delta\theta = (0,2^\circ - 2,5^\circ)$ создают системы вентиляции с притоком в верхнюю и вытяжкой из нижней зоны помещения. В системах с комбинированной вытяжкой (из верхней и нижней зон в различных соотношениях воздухообмена) $\Delta\theta$ колеблется от $4,9^\circ$ до $5,8^\circ$.

На основе анализа исследований установлено, что система вентиляции с движением приточного воздуха «сверху-вниз» по технологическим и энергетическим показателям является эффективной и может быть принята за базовую с включением в состав комплекта оборудования микроклимата К–ПС установки рециркуляционной очистки воздуха.

Вентиляция с рециркуляционной очисткой воздуха заключается в том, что к воздуху внутри помещения добавляется наружный воздух, очищенный от вредных газов, а из секции свиарника-откормочника удаляется воздушная смесь.

При наличии воздуха свиарника G_n , подаче наружного воздуха G_o и очищенного воздуха G_l образуется суммарное количество воздушной смеси за единицу времени:

$$G_{\Sigma} = G_n + G_o + G_l. \quad (1)$$

Для получения баланса тепла и влаги в помещении принимаем коэффициент рециркуляции ($0 \leq k_p \leq 1,0$)

$$k_p = \frac{G_n}{G_n + G_o + G_l}. \quad (2)$$

Учитывая вышеприведенные формулы, получаем баланс тепла и влаги в помещении:

$$\begin{aligned} t_{см}' &= k_p \cdot t_c + (t_o + t_l) \cdot (1 - k_p); \\ d_{см}' &= k_p \cdot d_c + (d_o + d_l) \cdot (1 - k_p), \end{aligned} \quad (3)$$

где t_c, d_c – температура и влагосодержание воздуха в секции свиарника;

t_l, d_l – температура и влагосодержание наружного воздуха;

$t_{см}', d_{см}'$ – температура и влагосодержание смеси до подогрева.

Стоит отметить, что зависимость $t_{см}'$ и $d_{см}'$ имеет одинаковый характер (линейные зависимости с одинаковым угловым коэффициентом k_p), достигается более равномерная очистка воздуха, так как перепад температур уменьшается с ростом коэффициента k_p .

Результаты испытаний установки очистки воздуха с общеобменной системой вентиляции

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработана установка очистки воздуха от вредных газов УОВС–10, предназна-

ченная для рециркуляционной очистки воздуха от аммиака, пыли и бактериальной обсемененности в помещениях свиноводческих комплексов. Монтажная схема установки с воздуховодом забора загрязненного воздуха, очищенного в фильтре, и подачи центробежным вентилятором в помещение по магистральному и распределительному воздуховодам в зону размещения животных показана на рисунке 39.

Функционально установка обеспечивает в автоматическом режиме приготовление регенеранта и орошение блок-контактора фильтра, забор из помещения отработанного воздуха, его очистку, подачу воздуха вентилятором в помещение с распределением его в зоне размещения животных и слив использованного водного раствора при достижении рН=5,5.

Установка рециркуляционной очистки воздуха от аммиака смонтирована в секции на 600 голов свинарника-откормочника ОАО «Агрокомбинат «Восход» Могилевского района, где были проведены приемочные испытания. Испытания проводились в двух секциях свинарника-откормочника, одна из которых была опытной, а вторая – контрольной. В контрольной секции температурно-влажностный режим поддерживался существующей системой вентиляции без очистки воздуха, а в опытной – аналогичной системой вентиляции, но с рециркуляционной очисткой отработанного воздуха в фильтре установки и с подачей его в помещение с распределением по зонам размещения животных.

В процессе испытаний установка очистки воздуха работала в автоматическом режиме по двум алгоритмам. Первый обеспечивал непрерывный забор и подачу загрязненного воздуха в фильтр и очищенного в помещение в течение суток (24 часа), при втором алгоритме через каждые три часа работы установка очистки воздуха останавливалась на один час. Время работы установки в течение суток во втором случае составляло 18 часов, а простоя – 6 часов. Орошение блок-контактора фильтра водным раствором серной кислоты концентрацией от 3 до 5% длительностью 1 минута проводилось через каждые 30 минут.

Замеры параметров воздушной среды (аммиака, пыли, бактериальной обсемененности и скорости движения воздуха) до очистки воздуха производились в зоне размещения животных по известной методике, а после очистки – на выходе из фильтра в четырех точках распределительного воздуховода.

Относительная влажность в среднем за период наблюдений составила в контрольной секции 80,7% и колебалась в среднем от 74,5% до 85,8%. В опытной группе относительная влажность была ниже и составляла в среднем 74,7%, а средние значения по периодам исследований – от 72,0 до 77,3%. Следовательно, в опытной секции относительная влажность соответствовала нормативным значениям РНТП, а в контрольной – превышала.

Исследование бактериальной обсемененности воздуха показало, что в контрольной секции средняя бактериальная обсемененность составила 978 тыс. КОЕ при максимальном показателе 1247 тыс. КОЕ и при минимальном – 888 тыс. КОЕ. В остальные периоды исследований она колебалась в пределах 829–993,9 тыс. КОЕ. В опытной секции в начале опыта средняя бактериальная обсемененность воздуха до начала эксплуатации установки УОВС–10 составила 765 тыс. КОЕ при колебаниях от 690 до 851 тыс. КОЕ. В результате применения рециркуляционной очистки воздуха за период исследований она снизилась в среднем до 559 тыс. КОЕ. Исследованная бактериальная обсемененность воздуха в разные периоды колебалась от 474 до 937 тыс. КОЕ.

Таким образом, в опытной секции в результате применения рециркуляционной системы вентиляции к началу испытаний произошло снижение концентрации микроорганизмов в смешанном воздухе помещения в среднем на 26,9%, а в сравнении с контрольной группой – на 42,8%. При исследовании бактериальной обсемененности воздуха, прошедшего через фильтр, микроорганизмов не обнаружено.

Изучение газового состава воздуха показало, что концентрация аммиака в обеих секциях была одинаковой в начале опыта и составляла в среднем $5,3 \text{ мг/м}^3$. При втором исследовании она составила в контрольной секции $6,2 \text{ мг/м}^3$ при колебаниях от 5,5 до $8,0 \text{ мг/м}^3$, а в опытной через 4 часа после включения установки очистки воздуха концентрация аммиака снизилась до $2,5 \text{ мг/м}^3$. Колебания при этом составили $2,0\text{--}3,0 \text{ мг/м}^3$. В среднем за период испытания концентрация аммиака в контрольной секции составила $7,7 \text{ мг/м}^3$, а в опытной снизилась до $2,6 \text{ мг/м}^3$ и составила 66,2% в сравнении с контрольной секцией. В воздухе, прошедшем очистку в установке УОВС–10, следов аммиака не установлено.

Исследования концентрации углекислого газа показали, что в среднем за опыт в контрольной группе она составила 0,287%, а в опытной – 0,192%. В атмосферном воздухе концентрация углекислого газа во время испытаний составила 0,073%. В отдельные периоды исследований в контрольной группе содержание углекислого газа превосходило предельно допустимую норму и достигало 343 мг/м^3 . В воздухе свиноводческих помещений допускается концентрация углекислого газа до 0,3%. Из приведенных данных видно, что снижение концентрации углекислого газа за период наблюдений в среднем на 29,3% связано, вероятно, с растворением его в реагенте.

Анализ приведенных данных показывает, что система обеспечения микроклимата с рециркуляционной очисткой воздуха поддерживает температурно-влажностный и газовый состав воздуха в соответствии с зоотехническими и зоогигиеническими требованиями. Содержание аммиака в опытной группе в сравнении с контрольной снизилось с $7,7$ до $2,6 \text{ мг/м}^3$, уровень бактериальной обсемененности воздуха в секции снизился с 978 до 559 тыс. КОЕ, пыли – с $2,2$ до $1,8 \text{ мг/м}^3$ соответственно.

Заключение

1. Продолжительное пребывание в закрытых помещениях с повышенным содержанием аммиака, углекислого газа, микроорганизмов оказывает токсичное действие на организм животных, что выражается в раздражении слизистых оболочек, значительных изменениях в крови и приводит к снижению продуктивности и устойчивости к заболеваниям.

2. С участием соисполнителей разработана ионообменная технология и универсальная установка очистки воздуха не только от аммиака, но и от пыли и патогенной микрофлоры.

3. Одним из методов снижения воздухообмена является очистка воздуха. Система вентиляции с рециркуляционной очисткой воздуха поддерживает температурно-влажностный режим и газовый состав воздуха в секции, следовательно, очистка воздуха является одним из приоритетных направлений снижения энергопотребления.

4. Для широкого внедрения установки очистки воздуха в помещениях свиноводческих комплексов требуется проведение глубоких исследований по установлению энергосберегающих режимов ее работы в разные периоды года, при которых обеспечиваются предельно допустимые уровни концентрации вредных веществ и высокая продуктивность животных.

Литература

1. Крупные животноводческие комплексы и окружающая среда / М.А. Мироненко [и др.]. – М.: Медицина, 1980. – 259 с.
2. Косандрович, Е.Г. Сорбция аммиака из воздуха волокнистым сульфокатионитом ФИБАН К-1 / Е.Г. Косандрович, В.С. Солдатов // Вестн НАН Беларуси: сер. хім. навук. – 2004. – №3. – С. 95-98.
3. Бронфман, Л.И. Микроклимат помещений в промышленном животноводстве и птицеводстве / Л.И. Бронфман. – Кишинев: Штиинца, 1984 – 208 с.
4. Протокол приемочных испытаний установки очистки воздуха от вредных газов УОВС-10 №199 Б 1/ 4-2008 от 28.12.2008 г. / ГУ «Белорусская МИС» – Привольный, 2008. – 72 с.

УДК 628.8: 631.22.014

**В.Н. Гутман, С.А. Цалко,
С.П. Рапович, М.В. Навныко**
(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)

**КОМПЛЕКТ
ОБОРУДОВАНИЯ
КОРМЛЕНИЯ СУХИМ
КОМБИКОРМОМ И
ПОЕНИЯ СУПОРСНЫХ
СВИНОМАТОК**

Введение

Успешное развитие отрасли свиноводства и конкурентоспособность ее продукции зависят от решения ряда важнейших вопросов по организации содержания и кормления животных.

Особое внимание уделяется вопросам содержания и кормления в цехах супоросных свиноматок, в цехах опороса и подсосного периода. Это обуслов-

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Крылов С.В., Макуть А.Д., Макуть О.В., Сержанин И.Ю., Ковалева И.М.</i> Современная сельскохозяйственная техника для ворошения травы и ее оценка	1
<i>Лабоцкий И.М., Горбацевич Н.А., Костюк В.С., Макуть О.В.</i> К разработке граблей-валкователя с центральным формированием валка ГВЦ–6,6	9
<i>Лабоцкий И.М., Наумик А.В.</i> Результаты исследований устройств для плющения трав	15
<i>Савиных В.Н., Ленский А.В., Романчук Д.И.</i> Техничко-экономическая оценка комплекта оборудования для плющения влажного зерна	20
<i>Урамовский Ю.М., Макуть А.Д.</i> Современная техника для измельчения пожнивных остатков	26
<i>Чеботарев В.П., Клыбик В.К., Новиков А.В.</i> Организационные пути совершенствования системы технического сервиса в АПК Республики Беларусь	31
<i>Китиков В.О., Тимошук А.Л., Романов С.Л.</i> Обоснование направлений развития экспресс-методов контроля качества кормов	38
<i>Китиков В.О., Тернов Е.В.</i> Экспериментальное обоснование эффективного автоматизированного выделения коров из стада	42
<i>Китиков В.О.</i> Методические подходы к совершенствованию оборудования для промышленного доения коров	50
<i>В.И. Передня, С.В. Лосик, Н.Н. Дедок, М.В. Колончук</i> Колебания доильных аппаратов	56
<i>Зимницкий Д.В.</i> Результаты экспериментальных исследований устройства для ультразвуковой очистки доильных аппаратов.....	61
<i>Китиков В.О., Сорокин Э.П., Бровко И.А.</i> Анализ показателей энергетической эффективности в технологиях производства молока	67
<i>Литовский А.М., Буляк О.Н., Зуйкевич Д.А.</i> Энергосберегающее оборудование для первичного охлаждения молока	74
<i>Гутман В.Н., Шевчук Н.О., Рапович С.П., Пуляева И.В.</i> Общеобменная вентиляция с рециркуляционной очисткой воздуха в животноводческих помещениях	80
<i>Гутман В.Н., Цалко С.А., Рапович С.П., Навныко М.В.</i> Комплект оборудования кормления сухим комбикормом и поения супоросных свиноматок	88
<i>Тимошук А.Л., Маркевич Ю.Г., Колосов И.И.</i> Пути энергосбережения в освещении и технологическом облучении в АПК	92
<i>Тимошук А.Л., Кошенаво Б.Л., Чернобай В.А.</i> Проблема регенерации свинца из вторичных ресурсов и ее важность для промышленности Беларуси	97
<i>Тимошук А.Л., Тетеркин Д.А., Шеметовец А.В.</i> Оборудование для термической утилизации туш павших животных и птицы	103

<i>Тимошук А.Л., Пунько А.И., Гаврилович С.В.</i> Энергосберегающая технология и оборудование для производства гранулированного топлива из отходов растениеводства	111
<i>Капустин Н.Ф., Басаревский А.Н., Старченко Т.В., Поникарчик С.Н.</i> Анализ мониторинга работы биогазовых энергетических комплексов в Беларуси	117
<i>Ловкис З.В., Чуешков В.В.</i> Выбор и обоснование параметров измельчителя сухих натуральных красящих веществ	125
<i>Сунцова Ю.А., Капустин Н.Ф.</i> Энергетические аспекты анаэробной переработки органических отходов сельскохозяйственного производства	129
<i>Мажугин Е.И., Пашкевич А.В.</i> Экспериментальное определение параметров электрического датчика для автоматизации управления выведением масел из трехпродуктового гидроциклона	133
<i>Жданко Д.А.</i> Обоснование параметров дросселя постоянного сечения как нагрузочного элемента электрогидравлического обкаточно-тормозного стенда	139
<i>Самосюк В.Г., Китиков В.О., Романов С.Л.</i> Гармонизация стандартов кормопроизводства и животноводства Беларуси и Евросоюза	144
<i>Крылов С.В., Ленский А.В., Ковалева И.М.</i> Оценка экономической эффективности сельхозтехники в современных условиях	149
<i>Азаренко В.В., Белехова Л.Д., Мисун Л.В., Орда А.Н.</i> Причины возгорания зерноуборочной техники и особенности тушения пожаров в период уборки урожая зерновых культур	156
Рефераты	161