

должен обеспечиваться эффективный контроль за применением работниками безопасных приемов в работе, выполнении требований, изложенных в правилах и инструкциях по охране труда.

В целях профилактики и недопущения в дальнейшем травматизма работающих при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, в том числе с использованием средств механизации, необходимо строго соблюдать требования безопасности, регламентируемые нормативными правовыми актами, локальными нормативными правовыми актами по охране труда, уделять должное внимание соблюдению технологических процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О несчастных случаях (погрузочно-разгрузочные работы) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://otb.by/news/3861-o-neschastnykh-sluchaiaikh-pogruzочно-razgruzochnye-raboty>. – Дата доступа: 05.11.2018.
2. Межотраслевые правила по охране труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ, утвержденные постановлением Совета Министров от 30.01.2016 № 73 (с изм., утв. постановлением Министерства труда и социальной защиты от 26.01.2018, № 12).
3. Правила по охране труда при выполнении строительных работ, утвержденные постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь 31.05.2019 № 24/33.

УДК 631.171

### ПРИМЕНЕНИЕ РЕКУПЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

К. А. МАЧЕХИН, магистр техн. наук, ст. преподаватель  
В. М. КИБУК, инженер

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** В связи с подорожанием энергоносителей большое значение в настоящее время приобрел вопрос снижения энергозатрат на отопление и вентиляцию ферм. Расходы на потребляемую энергию в отопительный период года (октябрь-апрель) сопоставимы с расходами на кормление животных. Поэтому вопрос снижения энергозатрат в технологических процессах формирования нормативного микроклимата в животноводческих помещениях занимает особое место. Удаление теплого воздуха из помещений без применения системы вентиляции с рекуперацией тепла приводит к огромным тепловым потерям. Для их уменьшения в системах вентиляции применяют теплообменник-рекуператор. Он использует часть отработанного и выбрасываемого тепла и возвращает его назад в помещение [3].

**Основная часть.** Продуктивность сельскохозяйственных животных на 50–55 % зависит от полноценного кормления, на 20–25 % – от генетических признаков и уровня селекционно-племенной работы и на 70–80 % – от условий микроклимата. При неудовлетворительном микроклимате потенциальная продуктивность животных и птиц используется лишь на 20–30 %, а срок их племенного и продуктивного использования сокращается.

Температура воздуха оказывает наибольшее влияние на продуктивность сельскохозяйственных животных и поедаемость ими корма. Ею определяется и влияние других факторов (скорости движения воздуха, влажности и др.).

Оптимальная температура для молочных коров – 6–25 °С, а минимально допустимая – 4,4 °С. Верхняя граница оптимальной температуры считается +25 °С (таблица).

**Оптимальные значения температуры, влажности и содержания углекислого газа для различных видов животных**

| Вид животных | Температура, °С | Влажность, % | CO <sub>2</sub> , г/м <sup>3</sup> |
|--------------|-----------------|--------------|------------------------------------|
| КРС          | 6–25            | 70–85        | 2,5                                |
| Свиньи       | 12–16           | 70–75        | 2,5                                |
| Птицы        | 10–20           | 60–70        | 2,0                                |
| Овцы         | 8–15            | 80           | 3,0                                |

Под оптимальной температурой понимают температуру, при которой животные имеют наивысшую продуктивность при наименьшем расходе корма (рис. 1).

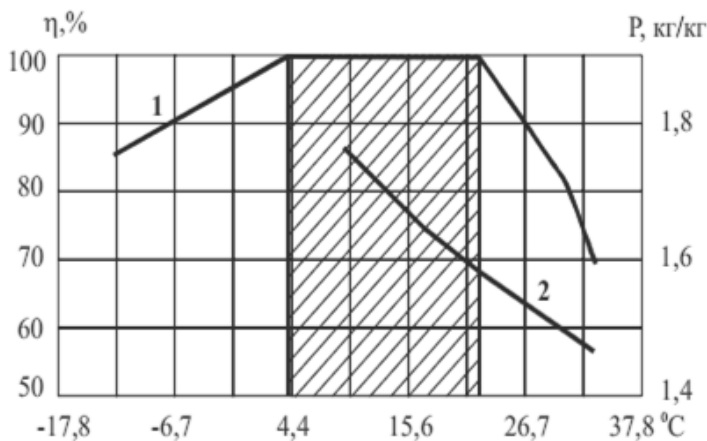


Рис. 1. Влияние температуры окружающей среды на удои в % к нормальной продуктивности (1) и на расход условного корма (2)

Важным направлением экономии энергоресурсов в животноводстве является утилизация тепла, содержащегося в воздухе животноводческих помещений. Тепловыделения животных составляют приблизительно 4,3 млн. т. у. т. в год, причем 0,3 млн. т. образуется летом и должно быть удалено из помещения посредством вентиляции, а теплота, эквивалентная 4 млн. т. у. т. получается в зимний и переходный периоды года и может быть использована на обогрев помещений.

Степень покрытия дефицита мощности на обогрев животноводческих помещений с помощью теплоутилизации зависит от их назначения и климатических условий. В северных районах нашей страны для коровников этот дефицит может быть покрыт на 40–50 %, т. е. использование теплоутилизаторов представляет собой значительный источник сокращения затрат электроэнергии на теплоснабжение животноводческих помещений [1].

Рециркуляция воздуха в системах вентиляции представляет собой смешение некоторого количества отработанного (вытяжного) воздуха к приточному потоку. Благодаря этому достигается снижение затрат энергии на нагрев свежего воздуха. Рекуперация тепла в вентиляции – это способ передачи тепловой энергии от потока отработанного воздуха к потоку приточного. Рекуперация применяется при наличии разности температур между удаляемым и приточным воздухом для повышения температуры свежего воздуха. Основным отличием рекуперации от рециркуляции является отсутствие подмешивания воздуха из помещения к наружному. Рекуперация тепла применима для большинства случаев, в то время как рециркуляция имеет ряд ограничений [4].

Распространение получила энергосберегающая система воздухообмена в животноводческом помещении, в которой теплообмен между приточным и удаляемым воздухом осуществляется через стенки труб, без использования промежуточного теплоносителя. Она содержит два приточных и вытяжной вентиляторы, приточный и вытяжной воздуховоды с влаговывпускными отверстиями. Приточные вентиляторы установлены с противоположных концов приточного воздуховода, внутри которого с сопряжением установлен вытяжной воздуховод. Последний соединен с вытяжным вентилятором и вытяжными шахтами. С приточным воздухопроводом с помощью переходного патрубка соединен раздающий воздуховод с воздуховывпускными отверстиями. Для увеличения поверхности теплообмена приточный воздуховод с установленным в нем вытяжным воздухопроводом выполняют из нескольких параллельных, соединенных между собой в виде гребенки воздухопроводов. Раздающих воздухопроводов также несколько, в зависимости от рядов скотомест в помещении.

Приточные вентиляторы подают холодный наружный воздух в приточный воздуховод. Одновременно вытяжной вентилятор подает

теплый влажный воздух из верхней зоны помещения в вытяжной воздуховод. Обтекая поверхность труб с холодным воздухом, теплый влажный воздух отдает часть тепловой энергии приточному воздуху и через шахты удаляется в атмосферу. При этом на внутренних поверхностях труб с теплым воздухом и на наружных поверхностях труб с холодным воздухом происходит конденсация водяных паров, в результате этого выделяется скрытая тепловая энергия парообразования, которая также подогревает приточный воздух. Приточный воздух, выходя из приточного воздуховода через переходный патрубок, поступает в раздающий воздуховод, а затем через отверстия – в помещение. Конденсат вытекает из воздуховода через отверстия в лотки, установленные под воздуховодом, и удаляется из помещения, что повышает эффективность теплообмена. В результате теплообмена происходит подогрев приточного воздуха, а также охлаждение и осушение удаляемого воздуха [4].

Использование такой системы вентиляции позволяет производить воздухообмен в помещениях даже без подогрева приточного воздуха, независимо от температуры наружного воздуха, так как интенсивность конденсации влаги увеличивается при понижении температуры поверхности приточного воздуховода, при этом подача приточных вентиляторов принимается из условия удаления вредных веществ ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ), а не из условия удаления избытков влаги, следовательно, подача воздуха уменьшается, например, для помещений крупного рогатого скота – примерно на 30 %, что расширяет эксплуатационные возможности данной системы вентиляции [2].

**Заключение.** Применение установок с рекуператором обусловлена созданием оптимального микроклиматического режима и экономии ресурсов на энергосбережении, отклонение параметров микроклимата от установленных пределов приводит к сокращению удоев молока на 10–20 %, приросту живой массы – на 20–33 %, увеличению отхода молодняка до 5–40 %, расходу дополнительного количества кормов, сокращению срока службы оборудования, машин и самих зданий, снижению устойчивости животных к заболеваниям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Амерханов, Р. А. Решение задачи воздухообмена в животноводческом помещении: Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве / Р. А. Амерханов, К. А. Гарькавый. – Ч. 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2003. – С. 380–385.
2. Ахундов, Д. С. Микроклимат животноводческих помещений и энергосбережение / Д. С. Ахундов, Д. Н. Мурусидзе, А. И. Чугунов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1997. – № 12. – С. 9–13.
3. Бородин, И. Ф. Энергосберегающие технологии формирования оптимального микроклимата в животноводческих помещениях / И. Ф. Бородин, С. П. Рудобашта,

В. А. Самарин // Технологическое и техническое обеспечение производства продукции животноводства: науч. тр. ВИМ. – Т. 142, ч. 2. – М.: ВИМ, 2002. – С. 113–115.

4. Лебедев, Д. П. Рекуперативные теплообменники для сельскохозяйственного производства / Д. П. Лебедев, М. П. Шаталов // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – Ч. 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2003. – С. 340–345.

5. Косицын, О. А. Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве / О. А. Косицын, Е. А. Овсянникова. – Ч. 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. – М., 2004. – С. 272–274.

УДК 636.083.1

## ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ ПОДСТИЛОЧНОГО МАТЕРИАЛА

К. А. МАЧЕХИН, магистр техн. наук, ст. преподаватель

Н. А. РАДИОНОВ, инженер

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Известно, что комфорт коровы зависит от характеристики подстилочного материала, на котором она лежит, а также от пространства внутри секции. К подстилочным материалам предъявляются следующие требования: подстилка должна быть сухая, мягкая и мало-теплопроводная, влагоемкая и гигроскопическая, немаркая, без запаха, без примеси ядовитых растений и семян сорных трав, без плесени.

На данный момент широко используются традиционные подстилочные материалы (солома, опилки и песок), однако есть и новые виды подстилки – переработанный навоз или современные многослойные матрасы из неорганических материалов [1].

**Основная часть.** *Резиновые маты.* Различные фирмы предлагают маты для использования с соломой или без нее в качестве дополнительной подстилки. Опыты по использованию матов в содержании КРС (в сочетании со сменяемой подстилкой из соломы) дали положительный результат. Поверхность матов теплая, устойчивая и нескользкая, с нее легко удалять навоз и мыть ее. Поскольку такие маты можно стелить прямо на основание пола и тем самым отказаться от бетонирования или какого-либо другого укрепления пола, покупка таких матов также дает и экономию при строительстве.

*Твердая фракция навоза.* Европейские фермеры уже давно применяют в качестве подстилки переработанный навоз, а в странах СНГ этот продукт только начинает внедряться в практику сельхозпроизводителей.