

6-7-2019

## CALCULATION OF MODE HELIO-LIVESTOCK PREMISES WITH PRESCRIBED HEAT ACCUMULATOR

N S. Kholmiraev

*Karshi State University of Uzbekistan*

Sh Kh Ergashev

*Karshi Engineering Economics Institute*

G G. Khalimov

*Karshi State University of Uzbekistan*

B E. Khayriddinov

*Karshi State University of Uzbekistan*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

---

### Recommended Citation

Kholmiraev, N S.; Ergashev, Sh Kh; Khalimov, G G.; and Khayriddinov, B E. (2019) "CALCULATION OF MODE HELIO-LIVESTOCK PREMISES WITH PRESCRIBED HEAT ACCUMULATOR," *Scientific-technical journal*: Vol. 2 : Iss. 2 , Article 11.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol2/iss2/11>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

## CALCULATION OF MODE HELIO-LIVESTOCK PREMISES WITH PRESCRIBED HEAT ACCUMULATOR

N.S. Kholmiraev<sup>1</sup>, Sh.Kh. Ergashev<sup>2</sup>, G.G. Khalimov<sup>1</sup>, B.E. Khayriddinov<sup>1</sup><sup>1</sup>Karshi State University of Uzbekistan,<sup>2</sup>Karshi Engineering Economics Institute

## РАСЧЕТ ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ГЕЛИО-ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ С ПОДПОЧВЕННОГО АККУМУЛЯТОРА ТЕПЛА

Н.С. Холмирзаев<sup>1</sup>, Ш.Х. Эргашев<sup>2</sup>, Г.Г. Халимов<sup>1</sup>, Б.Э. Хайриддинов<sup>1</sup><sup>1</sup>Каршинский государственный университет,<sup>2</sup>Каршинский инженерно-экономический институт

## ТУПРОҚ ОСТИ ИССИҚЛИК АККУМУЛЯТОРЛИ ГЕЛИО-ЧОРВАЧИЛИК БИНОЛАРИДА ҲАВО НАМЛИГИ РЕЖИМИНИ ҲИСОБЛАШ

Н.С. Холмирзаев<sup>1</sup>, Ш.Х. Эргашев<sup>2</sup>, Г.Г. Халимов<sup>1</sup>, Б.Э. Хайриддинов<sup>1</sup><sup>1</sup>Қарши давлат университети,<sup>2</sup>Қарши муҳандислик-иқтисодий институту

**Abstract.** In work the calculation of humidity of helio-livestock premises during operation in different weather conditions is carried out. It is shown that the prevailing influence on the intensity of evaporation is exerted by the speed and direction of the air currents above the surface of the liquid, the temperature and humidity of the air. A program has been developed for designing a microclimate maintenance system in livestock buildings.

**Key words:** humidity, temperature, speed and direction of air currents, helio-livestock premises.

**Аннотация.** В работе проведен расчет влажности гелио-животноводческих помещений при эксплуатации в разных погодных условиях. Показано, что преобладающее влияние на интенсивность испарения оказывают скорость и направление воздушных потоков над поверхностью жидкости, температура и влажность воздуха. Разработана программа проектирования системы обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях.

**Ключевые слова:** влажность, температура, скорость и направление воздушных потоков, гелио-животноводческие помещения.

**Аннотация.** Ушбу ишда ҳар хил об-ҳаво шароитида гелио-чорвачилик биноларида ҳаво намлигини ҳисоблашлар берилган. Суюқликнинг буғланишига ҳаво оқимининг тезлиги, йўналиши, ҳарорати ва намлиги катта таъсир қилиши кўрсатилган. Гелио-чорвачилик биноларида микроклим яратиш учун лойиҳалаш дастури ишлаб чиқилди.

**Таянч сўзлар:** намлик, ҳарорат, ҳаво оқимининг тезлик ва йўналиши, гелио-чорвачилик биноси.

При проектировании систем вентиляции животноводческих помещений подачу и мощность оборудования в холодный период определяют в зависимости от влажностного режима, т.е. от количества  $W_{ж}$  влаги, выделяемой животными, и  $W_{и}$ , испаряющейся со смоченных и открытых водных поверхностей [1]:

$$\sum W = W_{ж} + W_{и} \quad (1)$$

**ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES**

Количество влаги, выделяемой животными, зависит от очень многих факторов. Это, во-первых, зоотехнические показатели - вид и группа животных, их возраст, масса. Во-вторых, температура в помещении, которая влияет на интенсивность испарения. Таким образом,

$$W_{ж} = d_{ж} k_t n, \quad (2)$$

где  $d_{ж}$  - количества влаги, выделяемой одним животным при температуре  $10^{\circ}C$  [2];  $k_t$  - поправочный коэффициент на изменение влаговыделений животным в зависимости от температуры внутреннего воздуха;  $n$  - число животных в помещении.

Количество влаги  $W_{II}$ , испаряющейся с поверхности пола животноводческого помещения, по данным некоторых исследователей, составляет 20 ...25 % от  $W_{ж}$  [2]. Анализ типовых проектов телятников, помещения для откорма молодняка крупного рогатого скота, коровников показывает, что  $W_{II}$  принимают в зависимости от сезонов года от 5 ... 10 до 30 %  $W_{ж}$ .

Сотрудниками гелиобиоэнергетической лаборатории «Отопления и вентиляции» подсобного хозяйства ООО Муборакнефтваз на основе исследований тепловлажностного баланса животноводческих помещений была предложена формула для определения влаговыделений с поверхности мокрого пола и открытых водных поверхностей [4]:

$$W_{II} = d_{см} F_{см} + d_{отк} F_{отк}, \quad (3)$$

где  $d_{см}, d_{отк}$  - количество влаги (г/ч), испаряющейся с  $1 м^2$  смоченной и открытой водной поверхностей [2];  $F_{см}, F_{отк}$  - площади смоченной и открытой водной поверхностей,  $1 м^2$ .

В результате многочисленных обследований было предложено за  $F_{см}$  в животноводческом помещении принимать поверхность, занимаемую глубокой подстилкой, поверхности вертикальных стенок навозного лотка (до водного зеркала), пола на расстоянии 50 см от навозного лотка и влажного корма. Если применяют гидросмыву. К открытой водной поверхности  $F_{отк}$  относят водное зеркало поилок и навозных лотков.

В крупных животноводческих комплексах животных содержат на решетчатых полах. В этом случае экскременты протаптываются животными сквозь пол и попадают в навозные каналы, частично заполненные водой. По мере накопления навоза уровень жидкости в каналах поднимается, и когда он доходит до определенного положения, навоз удаляется самосплавом или с помощью шиберной системы. Чтобы определить количество влаги, испаряющейся с поверхности решетчатого пола, нами были проведены исследования термодинамических процессов, происходящих у водных поверхностей навозных каналов в холодный и теплый периоды года.

В ходе экспериментов в течение суток измеряли температуру жидкости двухразовом и одноразовом гидросмыве навоза. Температуру и влажность воздуха измеряли у поверхности жидкости и в отдаленных от нее точках. Измерения проводили круглосуточно в течение 12 суток в каждый период года в двух точках по длине среднего канала всех четырех технологических рядов через каждый час.

Чтобы учесть влияние на испарение жидкости конвективных потоков воздуха, измеряли скорость и направление движения воздуха над поверхностью жидкости и в зоне нахождения животных. Определяли также уровень стояния жидкости относительно внешних кромок решетчатого пола.

Температурно-влажностный режим в помещении во время экспериментов в холодный и переходный периоды поддерживался за счёт циркуляции теплого воздуха подпочвенного аккумулятора в заданных пределах: температура внутреннего воздуха -  $+24 \dots +26^{\circ}C$ ,

**ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES**

---

относительная влажность – 50 ... 70 %, скорость движения воздуха в зоне нахождения животных – не выше 0,5 м/с; в теплый период года температура внутреннего воздуха была 29 ... 32 °C, относительная влажность – до 86 %, скорость движения воздуха – до 1 м/с.

Анализ результатов исследований в холодный период года показал, что для содержания животных на решетчатых полах характерны три условия тепло- и влагообмена на водной поверхности навозных каналов :

$$t_{MB} > t_{Ж} > t_{PB}; \quad t_{MB} < t_{Ж} < t_{CB}; \quad t_{CB} < t_{Ж} \approx t_{MB}; \quad (4)$$

здесь  $t_{MB}, t_{CB}, t_{PB}, t_{Ж}$  - температуры воздуха по мокрому и сухому термометру, точки росы, жидкости, °C.

При этом в первых двух случаях значения  $t_{Ж}$  незначительно отличаются (примерно на  $\pm 4^{\circ}C$ ) от температуры внутреннего воздуха по мокрому термометру, причем такое отличие наблюдается в течение непродолжительного периода (1...1,5 ч). Таким образом, для практических расчетов можно считать, что первые два случая близки к третьему, т.е. они наблюдаются при условиях изопроцесса, когда температура жидкости близка к температуре внутреннего воздуха по мокрому термометру, т.е.  $t_{Ж} \approx t_{MB}$ .

Теплый период года характеризуется двумя условиями тепло- и массообмена:

$$t_{PB} > t_{Ж} > t_{MB}; \quad t_{CB} > t_{Ж} \approx t_{MB}. \quad (5)$$

При этом период, когда температура жидкости в каналах ниже температуры  $t_{PB}$  точки росы, непродолжителен и составляет лишь 2...3 ч после смыва навоза, в дальнейшем температура жидкости повышается, приближаясь к температуре воздуха по мокрому термометру.

Для практических расчетов количества влаги, поступающей в помещение при испарении жидкости с водных поверхностей навозных каналов, необходимо знать не температуру жидкости, а температуру  $t_{ПЖ}$  ее поверхности. При изопроцессе в пограничном слое жидкости отсутствует температурный градиент. Температура поверхности будет приближаться к температуре самой жидкости. Для практических расчетов можно принят  $t_{ПЖ} = t_{Ж} \approx t_{MB}$ . На поверхности жидкости скорость воздушных потоков в холодные и переходные периоды колебалась в пределах 0,05-0,09 м/с. В теплый период скорость потока равнялась  $\sim 0,16$  м/с, причем воздушный поток был направлен поперек каналов.

Таким образом, количество влаги, поступающей в воздух при тепло- и массообмене с открытой водной поверхностью как [5],

$$W_{II} = (Nu \cdot D / l)(C_{II} - C_0)10^{-3}, \quad (6)$$

где  $Nu$  - диффузионный критерий Нуссельта, устанавливающей подобие полей парциальных давлений пара на границе жидкости;  $D$  - коэффициент диффузии;  $l$  - размер поверхности;  $C_{II}, C_0$  - концентрация водяных паров над поверхностью жидкости и в окружающем воздухе.

В животноводческих помещениях влага испаряется при одновременном действии свободной конвекции и вынужденного движения воздуха, вызываемого работой подпочвенного аккумулятора и вентиляционных систем. Интенсивность испарения оценивают диффузионным критерием Нуссельта, который по результатам экспериментальных и аналитических исследований легко оценивается.

В общем случае полное количество теплоты  $Q_{II}$ , кВт / м<sup>2</sup>, обмениваемое между воздухом и водой, отнесенное к единице поверхности контакта,

$$Q_{II} = Q_{Я} + Q_{C} = \alpha(t_B - t_{II})F + rW, \quad (7)$$

**ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES**

---

где  $Q_{я}, Q_{с}$  - количества явной и скрытой теплоты, кВт;  $\alpha$  - коэффициент теплообмена,  $кВт/(м^2 \cdot K)$ ;  $F$  - поверхность контакта между воздухом и водой,  $м^2$ ;  $t_B$  - температура окружающего воздуха,  $^{\circ}C$ ;  $t_{II}$  - температура поверхности воды,  $^{\circ}C$ ;  $W$  - количество влаги, обмениваемой между воздухом и поверхностью воды,  $кг/(м^2 \cdot с)$ ;  $r = 2500 - 2,38t_{II}$  - теплоты испарения воды при  $t_{II}$ ,  $кДж/кг$ .

Выражение (7) относится к случаю направления потока теплоты от окружающего воздуха к поверхности воды.

Величина  $W$  определяется уравнением

$$W = \beta(p_B - p_{II})F, \quad (8)$$

где  $\beta$  - коэффициент влагообмена (испарения),  $кг/(с \cdot H)$ ;  $p_B, p_{II}$  - парциальные давления пара в основной массе воздуха и пограничном слое у поверхности воды,  $H/м^2$ .

Для сравнительно низких температур, в области которых работают установки кондиционирования воздуха, с некоторым приближением допустимо следующее равенство.

$$\frac{p_B - p_{II}}{d_B - d_{II}} 10^3 = m \approx const, \quad (9)$$

или

$$p_B - p_{II} = m(d_B - d_{II})10^{-3},$$

где  $d_B, d_{II}$  - соответственно влагосодержание в основной массе воздуха и в пограничном слое, т.е. при температуре поверхности воды и полном насыщении воздуха водяными парами.

Подставив полученное выражение  $(p_B - p_{II})$  в уравнение (8), будем иметь:

$$W = m\beta(d_B - d_{II})10^{-3}F = \beta'(d_B - d_{II})10^{-3}F. \quad (10)$$

Здесь  $\beta' = m\beta = \beta \frac{p_B - p_{II}}{d_B - d_{II}} 10^3$ ;  $d_B$  и  $d_{II}$  выражены в  $г/кг$ .

Таким образом, выражение (7) запишем так:

$$\begin{aligned} Q_{II} &= [\alpha(t_B - t_{II}) + r\beta'(d_B - d_{II}) \cdot 10^{-3}]F = \\ &= \beta' \left[ \frac{\alpha}{\beta'} (t_B - t_{II}) + r(d_B - d_{II}) \cdot 10^{-3} \right] F. \end{aligned} \quad (11)$$

Согласно исследованиям, проведенным Льюисом [5],  $\alpha \approx \beta' \approx c'$ ,

где  $c'$  - теплоемкость влажного воздуха, равная  $1,005 + 1,806 \cdot (d/1000)$ ,  $кДж/(кг \cdot K)$ .

Далее подставим в формулу (11) числовые значения  $c'$  и  $r$ , тогда

$$\begin{aligned} Q_{II} &= \beta' [c'(t_B - t_{II}) + r(d_B - d_{II}) \cdot 10^{-3}]F = \\ &= \beta' \left[ (1,005 + 1,806 \cdot \frac{d}{1000}) \cdot (t_B - t_{II}) + (2500 - 2,38t_{II}) \frac{d_B - d_{II}}{1000} \right] F. \end{aligned}$$

После соответствующих преобразований получаем:

$$\begin{aligned} Q_{II} &= \beta' \left[ (1,005t_B + 1,806t_B \cdot \frac{d_B}{1000} + 2500 \frac{d_B}{1000}) - (1,005t_{II} + \right. \\ &\left. + 1,806t_{II} \cdot \frac{d_{II}}{1000} + 2500 \frac{d_{II}}{1000}) - 2,38t_{II} \frac{d_B - d_{II}}{1000} \right] F. \end{aligned} \quad (12)$$

Выражения, находящиеся в круглых скобках уравнения, представляют собой энтальпии воздуха  $I_B$  и  $I_{II}$  до и после контакта его с водой. Энтальпия  $I_{II}$  соответствует

---

**ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES**


---

температуре поверхности воды  $t_n$  и состоянию полного насыщения воздуха. Следовательно, можно записать

$$Q_{II} = \beta' [(I_B - I_{II}) - 2,38t_{II} \frac{d_B - d_{II}}{1000}] F. \quad (13)$$

Величина  $2,38t_{II} \frac{d_B - d_{II}}{1000}$  значительно меньше разности энтальпий  $I_B - I_{II}$  (менее 1%); и ею можно пренебречь, поэтому уравнение (13) запишем так;

$$Q_{II} = \beta' (I_B - I_{II}) F. \quad (14)$$

Дифференциальное уравнение обмена тепловой энергии между воздухом и водой имеет следующий вид:

$$dQ_{II} = G_B dI = \beta' [(I_B - I_{II}) dF]. \quad (15)$$

Из уравнений (14) и (15) можно определить лишь энтальпию воздуха после его обработки. Для характеристики состояния воздуха должны быть известны два параметра. Второй параметр воздуха вступающего в контакт с водяной поверхностью, имеющей заданную температуру  $t_n$ , находятся из уравнений

$$Q_{II} = G_B (I_B - I_{II}); W = G_B (d_B - d_{II}) 10^{-3} \quad (16)$$

где  $G_B, I_B, d_B$  - расход и начальные параметры воздуха;  $W$  - количество воды, участвующей во влагообмене;  $I_{II}, d_{II}$  - параметры воздуха над водяной поверхностью.

Анализ результатов расчета, проведенного применительно к помещениям для животноводческого комплекса подсобного хозяйства ООО Муборакнефтваз показал следующее:

- при рассматриваемой технологии удаления навоза интенсивность испарения влаги с открытой водной поверхности навозных каналов значительно ниже принимаемой при проектировании. Для зданий, предназначенных для первого периода откорма молодняка крупного рогатого скота с учетом конструкции каналов при температуре  $t_{CB} = 16^{\circ}C$  и количество влаги  $\varphi = 70\%$  которая испаряется с поверхности каналов, определяемая по предлагаемой методике, составляет 2,16 кг/ч, а по методике [1] – 23,76 кг/ч. Следовательно, можно сократить воздухообмена на 15...25% в зависимости от возраста животных.

- преобладающее влияние на интенсивность испарения оказывают скорость и направление воздушных потоков над поверхностью жидкости, температура и влажность воздуха;

- геометрический фактор, учитывающий глубину расположения жидкости относительно кромок решетчатого пола, незначительно влияет на интенсивность испарения влаги (при изменении его от 0,2 до 0,8), что позволяет в инженерных расчетах пользоваться средним значением интенсивности испарения при различных уровнях жидкости относительно кромок решетчатого пола.

Использование разработанных программ в практике проектирования систем обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях позволит значительно сократить сроки проектирования и повысить качество расчетов.

#### Литература

- [1]. Делягин В.Н. Обоснование рациональных температурно-влажностных режимов животноводческих помещений: Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Тр. 4-й Международной научно-технической конференции (12-13 мая 2004 г. Москва, ГНУ «ВИЭСХП) С.250-255.
- [2]. Ильин И.В. Обоснование энергосберегающего вентиляционного – отопительного оборудования для животноводства. Перспективные технологии и технические средства для животноводства: Проблемы эффективности и ресурсосбережения // сб. науч. тр. т.12, ч.1. – Подольск: ГНУВНИИМЖ. 2003. С. 179-185.

**ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES**

---

- [3]. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Высшая школа, 1972.
- [4]. Nayriddinov B.E., Ismailov E., Namazov F.A., Khodjaeva U.R. Heat transfer of subsoil accumulator of heliobioenergetic heating system of poultry-farms. Proceedings of international conference fundamental and applied problems of physics. Tashkent 2017. pp. 239-243.
- [5]. Голубков Б.Н. Пяточков Б.И., Романова Т.М. Кондиционирование воздуха, отопление и вентиляции. М.: Энергоиздат, 2001. 225 С.