

შედარებითი ანალიზი ნახშირმჟავა გაზისა და წყლის ორთქლის მიხედვით გათვლილ ვენტილაციის შედეგებს შორის მეცხოველეობის ფერმებში

გურამ მურჯიკნელი, გივი მურჯიკნელი,
იური მოდებაძე, ომარ ტომარაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

gurami.murjikneli@gtu.ge, g.murjikneli@gtu.ge, iura.modebadze@gtu.ge, o.tomaradze@gtu.ge

რეზიუმე

განხილულია ცხოველების სათავსოს ჰაერის გასუფთავების (ვენტილაციის) მეთოდები. ნაჩვენებია, თუ რა საშუალებითაა შესაძლებელი გამოვიყენოთ ბუნებრივი და ხელოვნური ვენტილაციები ჰაერის გასაწმენდად სხვადასხვა მომწამლავი ნივთიერებებისაგან, როგორებიცაა ნახშირმჟავა გაზი, წყლის ორთქლი და სხვ. ამ მიზნით განხილულია ჰაერის გამოცვლის (ჯერადობის) სხვადასხვა მეთოდი. სამუშაოში აღწერილია, თუ როგორ ხდება ცხოველების მიერ გამოყოფილი ნახშირმჟავა გაზისა და წყლის ორთქლის გამოთვლა. შემდეგ გაკეთებულია ამ მეთოდებით მიღებული შედეგების შედარებითი ანალიზი და მითითებულია მათი გამოყენების შესაძლებლობები ჰაერის შეცვლის შედეგად.

საკვანძო სიტყვები: ტემპერატურა. ტენიანობა. ვენტილაცია. ავტომატიზაცია.

1. შესავალი

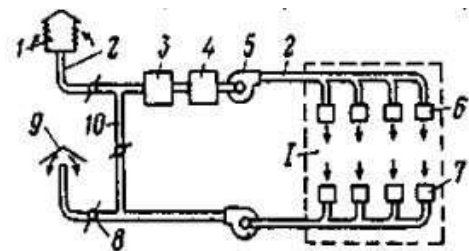
ჰაერის შეცვლის პროცესი იძლევა საშუალებას მოვაცილოთ ფერმებს ჰარბი ტენიანობა, ნახშირმჟავა და სხვა გაზები, რომლებიც წარმოიქმნება მათში. შედეგად ხდება კომფორტული მიკროკლიმატის შექმნა ცხოველთა სათავსოებში.

ცხოველთა ფერმების ვენტილაციის სისტემა უნდა იყოს დამონტაჟებული განსაზღვრული ნორმებით. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე სათავსოს ვენტილაციას. ცხოველთა სათავსოების დიდ უმრავლესობას აგებენ სიგრძივად და თუ არ იქნება ეფექტური ვენტილაცია, ჰაერს არ ექნება ცირკულირება. ამან შეიძლება გამოიწვიოს ექსკრემენტიდან ამიაკის გამოყოფა, რაც შეიძლება საშიში აღმოჩნდეს ცხოველებისათვის.

შეიძლება გამოყენებულ იყოს ბუნებრივი, ხელოვნური (იძულებითი ან მექანიკური) და კომბინირებული ვენტილაციები. ბუნებრივი ვენტილაცია გამოიყენება მცირე სათავსოებში. ჰაერის ცირკულაცია ამ შემთხვევაში ხდება შიგა და გარე წნევების განსხვავების ხარჯზე. მაგრამ ჰაერის შიგა და გარე ტემპერატურებს შორის უნდა იყოს სხვაობა არანაკლებ $+8 \dots +10 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

ხელოვნური ვენტილაცია არ არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე და ბუნებრივთან შედარებით უფრო ეფექტურია. ის ხორციელდება შემწოვი და გამწოვი ვენტილატორებით. ამ ტიპის ვენტილაციის ერთ-ერთი სახე (ვენტილაციის შემწოვი - გამწოვი სისტემის სქემა) მოცემულია მოცემულია 1-ელ ნახაზზე.

ამ შემთხვევაში ჰაერი ხვდება სათავსოში შემწოვი სისტემით, ხოლო სათავსოდან კი მისი გარეთ გამოტანა ხდება გამწოვი სისტემით.



ნახ. 1

ნახაზზე: 1 და 2 - ჰაერის მიმღებებია; 3 - ფილტრი; 4 - კალორიფერი; 5 - ვენტილატორი; 6 - შემწოვი ხვრელები; 7 - გამწოვი ხვრელები; 8 - მარეგულირებელი სარქველი; 9 - ჰაერის გამომშვები; 10 - ჰაერის გამტარი რეცირკულაციისათვის, I – დაცვითი სათავსოა.

კომბინირებული ვენტილაცია კი შეიძლება განხორციელდეს მექანიკურად და ბუნებრივად ერთდროულად. არასაიმედო პირობებში ხელოვნური ვენტილაცია არის ჰაერის ცვალებადობის ერთადერთი საშუალება.

ვენტილაციის ყველაზე უფრო მარტივი საშუალება ცხოველთა სათავსოში არის ჰაერის ცვალებადობის ჯერადობა. ეს მეთოდი მიახლოებითია, მაგრამ პრაქტიკაში ხშირად გამოიყენება და იძლევა მისაღებ შედეგებს. ჯერადობა აიღება 2-5 -ის ტოლი, ანუ შიგა ჰაერის ცვლილება სათავსოში ხდება 2-5 -ჯერ ერთ საათში. ვენტილაციის გათვლის უფრო ზუსტი მეთოდი დაკავშირებულია ცხოველების რაოდენობის დათვლასთან და სათავსოში შემავალი ჰაერის ჯამურ მნიშვნელობასთან.

2. ძირითადი ნაწილი

ცხოველთა სათავსოს ჰაერის ცვალებადობის საფუძვლად იღებენ:

- 1) ნახშირმჟავა გაზის რაოდენობას ლიტრებში, რომელსაც ცხოველი გამოყოფს 1 საათის განმავლობაში;
- 2) სათავსოს ჰაერში წყლის ორთქლის შეტანას 1 საათში;
- 3) სითბოგამოყოფის შეტანას 1 საათში.

სხვადასხვა მომწამვლავი ნივთიერების ვენტილაციისას სათავსოებიდან ძირითადი ყურადღება ექცევა ნახშირმჟავა გაზისა და წყლის ორთქლის გამოტანას.

- 1) თავდაპირველად უნდა გავითვალოთ ნახშირმჟავას რაოდენობა, რომელსაც გამოყოფს სათავსოში არსებული ცხოველები:

დავუშვათ სათავსოში არსებული $m=500$ კგ საშუალო მასის მქონე $n=100$ რაოდენობის ძროხა 1 საათში გამოყოფს $p=150$ ლ ნახშირმჟავას, ანუ

$$K = mn = 100 \cdot 150 = 15000,$$

მაშინ, თუ გამოვიყენებთ ფორმულას:

$$L = K / (C_1 - C_2) \text{ მ}^3 / \text{სთ},$$

სადაც L ვენტილაციის საათური მოცულობაა (ანუ ჰაერის რაოდენობა $\text{მ}^3 - \text{ში}$), რომელიც უნდა გავიტანოთ სათავსოდან 1 საათში. C_1 - ნახშირმჟავა გაზის დასაშვები მნიშვნელობა $1 \text{ მ}^3 - \text{ში}$, როდესაც სათავსოს ჰაერია $2,5$ ლ/ მ^3 (ან $0,25$ %), ხოლო C_2 - ნახშირმჟავა გაზის რაოდენობა $1 \text{ მ}^3 - \text{ში}$ ატმოსფერული ჰაერისათვის $0,3$ ლ/ $\text{მ}^3 - \text{ში}$ (ან $0,03$ %), გვექნება:

$$L = 15000 / (2,5 - 0,3) = 6820 \text{ მ}^3 / \text{სთ}.$$

- 2) სათავსოში სიხშირის ან ჰაერის მოცულობის ჯერადობას საზღვრავენ ვენტილაციის (L) საათური მოცულობის გაყოფით სათავსოს (V) შინაგან კუბატურაზე.

შინაგანი კუბატურისთვის გვექნება

$$V = 10 \cdot 72 \cdot 2,7 = 1944 \text{ მ}^3,$$

ხოლო ჯერადობისთვის კი

$$K_1 = L / V = 6820 / 1944 = 3,04 \approx 3 - \text{ჯერ საათში}.$$

ვენტილაციის დონეს ერთ ცხოველზე საზღვრავენ ვენტილაციის სასაათო მოცულობის (L) გაყოფით სათავსოში მყოფი ცხოველების რაოდენობაზე

$$V1 = L/n = 6820 / 100 \approx 68,2 \text{ მ}^3 / \text{სთ.}$$

ნახშირმჟავას შემცველობის მიხედვით გათვლილი ვენტილაციის მოცულობა ხშირად არასაკმარისია სათავსოში წარმოქმნილი წყლის ორთქლის მოსაცილებლად. ამ თვალსაზრისით, განსაკუთრებით მომატებული ტენიანობისას, ვენტილაციის გათვლები უმჯობესია ჩავატაროთ ჰაერის ტენიანობის (წყლის ორთქლის) მიხედვით.

ამ შემთხვევაში ვენტილაციის საათური მოცულობისთვის გვექნება:

$$L = Q / (q1 - q2) \text{ მ}^3 / \text{სთ.},$$

აქ ჰარბი ჰაერის გატანის შემდეგ სათავსოში დარჩენილი ჰაერის ტენიანობამ უნდა შეადგინოს (70 – 85%), $\text{მ}^3 / \text{სთ.}$

Q წყლის ორთქლის რაოდენობაა (გ), რომელსაც გამოყოფენ ცხოველები და რომელსაც ემატება სათავსოს იატაკიდან, კედლებიდან და საკვების მისაღებიდან გამოყოფილი ორთქლი გრამებში საათში.

q1 სათავსოს ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობაა ($\text{გ} / \text{მ}^3$), რა დროსაც ფარდობითი ტენიანობა რჩება ნორმაში. q2 გარედან შეტანილი ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობაა.

ცხოველების სათავსოს ვენტილაციის გათვლისათვის ამ შემთხვევაში საჭიროა შემდეგი მონაცემები: სათავსოს მოცულობა, ცხოველთა რაოდენობა სათავსოში, მათი ცოცხალი მასა, სათავსოს ტემპერატურა, ფარდობითი და აბსოლუტური ტენიანობა, აგრეთვე ატმოსფერული ჰაერის იგივე მაჩასიათებლები.

მაგალითად, გავითვალოთ 100 სული ცხოველის ფერმის ვენტილაციური პარამეტრები., რომელთა საშუალო მასა უტოლდება 500 კგ. სათავსოს შინაგანი ზომებია $10 \times 72 \times 2,7$ მ. სათავსოს ნორმატიული ტემპერატურაა 10^0 C , ფარდობითი ტენიანობა 70%. გარე ჰაერის ტემპერატურა – 2^0 C , აბსოლუტური ტენიანობა $3,6 \text{ გ} / \text{მ}^3$.

უნდა გავითვალოთ:

- 1) ვენტილაციის საათური მოცულობა;
- 2) ჰაერის ცვალებადობის ჯერადობა;
- 3) ჰაერის ცვალებადობა ცოცხალი წონის ერთ ცენტნერზე.

საშუალოდ, ერთი ძროხა 1 საათში გამოყოფს 450 გ. წყლის ორთქლს, ხოლო 100 ძროხა $100 \times 450 = 45000$ გ-ს.

ტენიანობის აორთქლება, რომელიც ემატება ამ სიდიდეს, განისაზღვრება სხვადასხვა ფაქტორებით და იქნება მისი 10%-ის ტოლი, ამიტომ სრული აორთქლებული მასისათვის გვექნება

$$x = 45000 + 10\% \times 45000 = 49500 \text{ გ.}$$

სათავსოში 10 C^0 ტემპერატურაა და 70 % ფარდობითი ტენიანობა.

q1 აბსოლუტურ ტენიანობას ვპოულობთ ცხრილით “წყლის ორთქლის ვერცხლისწყლის სვეტის მმ-ის მაქსიმალური დრეკადობა”, რომელიც 9,17-ის ტოლია. შესაბამისად, ამ ტენიანობას შეესაბამება 100%-იანი ფარდობითი ტენიანობა, ხოლო სათავსოში ფარდობითი ტენიანობა უნდა იყოს 70%. ვადგენთ პროპორციას:

$$9,17 - 100\%$$

$$q_1 - 70\%$$

$$q_1 = \frac{9,17 \cdot 70}{100} = 6,42 \text{ გ/მ}^3.$$

q_2 მნიშვნელობას ვღებულობთ ცხრილიდან „ტემპერატურისა და აბსოლუტური ტენიანობის მაჩვენებლები“, საიდანაც შეიძლება ავიღოთ

$$q_2 = 3,6 \text{ გ/მ}^3.$$

1. თუ მიღებულ შედეგებს ჩავსვამთ საათური მოცულობის ფორმულაში, გვექნება

$$L = \frac{49500}{6,42 - 3,6} = 17700.$$

2. წყლის ორთქლის ჯერადობისთვის გვექნება:

$$K_2 = \frac{L}{V} = \frac{17700}{1944} = 7.$$

1. ვენტილაციის მოცულობის ცოცხალი მასის 1 ცენტნერის განსაზღვრა ხდება შემდეგი ფორმულით

$$V_2 = \frac{L}{m} = \frac{17700}{500} = 35,4 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

3. დასკვნა

ამგვარად, ნაშრომში ჩატარებულმა ცხოველების სათავსოს ვენტილაციის გაანგარიშებამ მოცემული საწყისი პირობებისათვის ნახშირმჟავა გაზის მიხედვით მოითხოვა ჰაერის ცვლის ჯერადობა 3-ჯერ, ხოლო იგივე საწყისი პირობებისათვის ვენტილაციის გაანგარიშებამ წყლის ორთქლის მიხედვით ჰაერის ცვლის ჯერადობა 7-ჯერ. აქედან ჩანს, რომ წყლის ორთქლის მოსაცილებლად ჰაერის ცვლის ჯერადობა 3-ჯერ არასაკმარისია.

ვენტილაციის გათვლისას ნახშირმჟავას გაზის მიხედვით ერთი ცხოველზე მოდის

68 მ³/სთ ჰაერი, ხოლო ვენტილაციისას წყლის ორთქლის მიხედვით ერთ ცენტნერ ცოცხალ წონაზე 35,4 ჰაერი.

ლიტერატურა - Reference – Литература

1. Vasiliev V.F. (2017). Heating and ventilation of a residential building. SPbG ASU. St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (in Russian)
2. Kamenev P.N., Tertichnik E.I. (2011). Ventilation. Moscow: ASV Publishing House. (in Russian)
3. Bogoslovsky V.N., Pirumov A.I., Posokhin V.N. (1992). Ventilation and air conditioning. Moscow: Stroyizdat (in Russian)
4. Becker A. (2005). Moscow: Tekhnosfera, Evroklimat. (in Russian)
5. Bakaev V.V., Smirnova V.M. (2015). Industrial Safety. Termal Balance of Industrial Buildings, Nizhny Novgorod (in Russian).

(სტატია მიღებულია 11.12.2024)

COMPARATIVE ANALYSIS CONDUCTED BETWEEN VENTILATION CALCULATION METHODS USING CARBON DIOXIDE AND WATER VAPOR ON LIVESTOCK FARMS

Murjikneli Guram, Murjikneli Givi,
Modebadze Yuri, Tomaradze Omar

gurami.murjikneli@gtu.ge, g.murjikneli@gtu.ge, iura.modebadze@gtu.ge, o.tomaradze@gtu.ge

Summary

The study examines the processes of air purification (ventilation) in livestock facilities. It demonstrates the means by which natural and mechanical ventilation can be used to remove various harmful substances from the air, particularly carbon dioxide, water vapor, and others. For this purpose, different methods of air exchange (rates of air replacement) are reviewed. The study describes the calculation of the amount of carbon dioxide and water vapor emitted by animals. A comparative analysis of the results obtained using these methods is then conducted, and the potential applications of these methods for air purification are outlined.

(Received 11.12.2024)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОВЕДЕННЫЙ МЕЖДУ МЕТОДАМИ РАСЧЕТОВ ВЕНТИЛЯЦИИ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ И ВОДЯНЫМ ПАРОМ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ

Мурджикнели Гурам, Мурджикнели Гиви,
Модебадзе Юри, Томарадзе Омар

Грузинский технический университет

gurami.murjikneli@gtu.ge, g.murjikneli@gtu.ge,
iura.modebadze@gtu.ge, o.tomaradze@gtu.ge

Резюме

Рассмотрены процессы очистки (вентиляции) воздуха животноводческого помещения. Показано, какие средства можно использовать для естественной и искусственной вентиляции с целью очистки воздуха от разных отравляющих веществ, в частности, от углекислого газа, от водяного пара и др. С этой целью рассмотрены различные методы очистки воздуха (кратность замены). В работе описан расчет выделенного животными количества углекислого газа и водяного пара. Далее приведен сравнительный анализ полученных этими методами результатов и указаны возможности их использования для очистки воздуха

(Поступила 11.12.2024)