

Аэрация теплицы ангарного типа

Каминат Мурадovна Фатуллаева

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия
e-mail kaminat29@mail.ru

Аннотация. Поддержание благоприятных параметров микроклимата для выращивания овощей в теплице оказывает влияние на урожайность. В работе рассматривается трехпролетная теплица, воздухообмен в которой представляет собой единый процесс. Были определены площади приточных и вытяжных аэрационных отверстий при нормируемом воздухообмене. Путем многовариантных расчетов были получены значения воздухообмена в каждом из пролетов теплицы при принятых площадях отверстий в теплый период года, которые сравнивались с минимально необходимым объемом воздуха.

Ключевые слова: аэрация; теплица; естественная вентиляция; микроклимат.

Для цитирования: Фатуллаева К. М. Аэрация теплицы ангарного типа // Аграрный научный журнал. 2022. № 2. С. 92–94. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp92-94>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Aeroplane hothouse aeration

Kaminat M. Fatullaeva

Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
e-mail: kaminat29@mail.ru

Abstract. Maintaining favorable microclimate parameters for growing vegetables in a greenhouse affects the yield. The paper considers a three-span greenhouse, the air exchange in which is a single process. The areas of supply and exhaust aeration openings were determined under normalized air exchange. By means of multivariate calculations, the values of air exchange in each of the spans of the greenhouse were obtained with the accepted opening areas in the warm period of the year, which were compared with the minimum required air volume.

Key words: aeration; greenhouse; natural ventilation; microclimate.

For citation: Fatullaeva K.M. Aeroplane hothouse aeration. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(2):92–94. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp92-94>.

Введение. Организация эффективной работы вентиляции в теплицах имеет решающее значение не только для поддержания требуемой температуры и относительной влажности воздуха, но и для создания необходимого парникового эффекта, обеспечения циркуляции воздуха и пополнения запасов углекислого газа. Низкая подвижность воздуха снижает вегетативную активность растений и может приводить к различным заболеваниям [1].

В период плодоношения огурцов нормируемая температура внутреннего воздуха составляет 24–28 °С в дневное время суток для солнечной погоды; 22–24 °С в дневное время суток для пасмурной погоды и 19–20 °С в ночной период [2]. При температуре внутреннего воздуха, превышающей 30 °С растения страдают от водного стресса. Не менее опасной является и высокая температура прикорневой зоны, которая приводит к значительному риску возникновения заболеваний и снижению продуктивности растений [3].

Нормируемый расход воздуха для теплиц ангарного типа составляет 2 м³/мин на 1 м² площади пола [4, 5]. В тёплый период года, в связи с необходимостью поддерживать значительный расход вентиляционного воздуха, наиболее часто используют систему естественной вентиляции. Применение аэрации позволяет снизить эксплуатационные расходы, сохранить аэрационный состав и нативные свойства воздуха [6].

Для обеспечения нормативной подвижности воздуха и равномерного распределения температур в объеме теплицы используют систему осевых вентиляторов [7].

Методика исследований. Углы раскрытия приточных и вытяжных створок аэрационных проемов приняты исходя из конструкции теплицы таким образом, чтобы отверстия располагались внутри конструкции. Площадь приточных и вытяжных аэрационных проемов трехпролетной теплицы, обеспечивающие воздухообмен не ниже нормируемой величины, определены в результате расчета по методике, изложенной в [8]. Результаты расчета представлены в табл. 1.

Таблица 1

Площадь приточных и вытяжных аэрационных проемов теплицы

Район стр-ва	Температура наружного воздуха в ТП t_n , °С	Скорость ветра в ТП v_n , м/с	Явные теплоступления Q_a , кВт	Минимальные объем воздуха $L_{прит}, L_{выт}$, кг/ч	Угол раскрытия проема, град		Площадь проемов	
					приток	вытяжка	приток	вытяжка
Кашира	25	2,5	30,3	20740	15	15	15,2	15,2



Определяем характеристику сопротивления всех проемов:

$$S = \frac{1}{25,92 \cdot 10^6 \mu_{\text{проема}}^2 \rho A_{\text{проема}}^2}, \quad (1)$$

где $\mu_{\text{проема}}$ – коэффициент расхода.

Расчет выполняется методом последовательного перебора, начиная с первого пролета. Отметки пола всех пролетов одинаковые. Задается давление на полу первого пролета P_j . Определяется разность давлений с обеих сторон всех проемов первого пролета:

$$\Delta P_i = \left(\rho_{\text{нар}} K_{\text{аэп}} \frac{v^2}{2} - \rho_{\text{нар}} g h_i \right) - (P_j - \rho_{\text{npj}} g h_i), \quad (2)$$

где $\rho_{\text{нар}}$ – плотность наружного воздуха, кг/м³; $K_{\text{аэп}}$ – аэродинамический коэффициент; v – скорость ветра, м/с; h_i – расстояние от пола пролета до центра i -го аэрационного отверстия, м; ρ_{npj} – плотность воздуха в j -го пролете, кг/м³.

Зная разность давлений, определяем расходы воздуха через аэрационные проемы первого пролета:

$$G_i = \sqrt{\frac{\Delta P_i}{S_i}} \text{sign}(\Delta P_i). \quad (3)$$

Дисбаланс по воздуху компенсируется потоком воздуха через проем между первым и вторым пролетами. Давление в центре проема будет равно:

$$P_i = P_j - \rho_{\text{пз}} g h_i. \quad (4)$$

Тогда давление на полу второго пролета определяется следующим образом:

если расход воздуха через отверстие между первым и вторым пролетами больше нуля:

$$P_j = P_i + S_i; \quad (5)$$

если расход воздуха через отверстие между первым и вторым пролетами меньше нуля:

$$P_j = P_i - S_i. \quad (6)$$

В такой последовательности определяют давление во всех пролетах и расходы воздуха через все аэрационные проемы. Расчет считается окончанным, если воздушный баланс последнего пролета равен 0, допустимая погрешность 10 %. В противном случае расчет повторяется с другим принятым значением внутреннего давления в первом пролете.

Результаты исследований. В результате расчета были определены расходы воздуха через все аэрационные проемы теплицы (см. рисунок) при угле раскрытия створок 15 град., представленные в табл. 2. По полученным значениям определены воздухообмены в каждом пролете (табл. 3), которые сравнивали с расчетным воздухообменом.

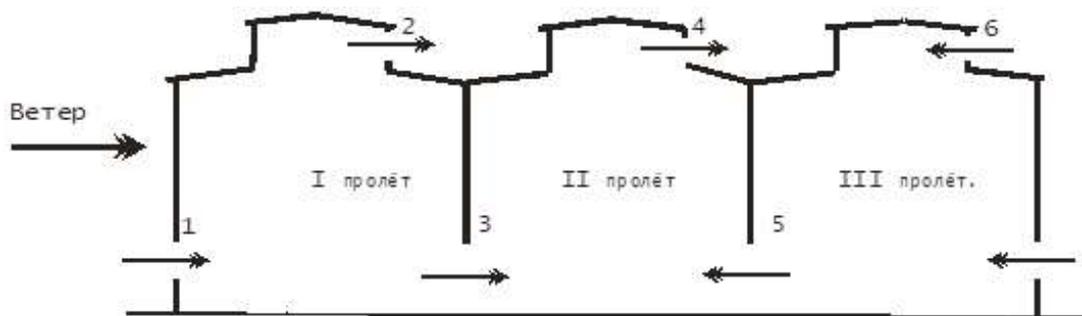


Схема организации воздухообмена трехпролетного сельскохозяйственного здания

Таблица 2

Расходы приточного и удаляемого воздуха через аэрационные проемы теплицы

Отверстие	Расход воздуха, кг/ч
1	27940
2	16110
3	11830
4	3163
5	15000
6	8823
7	6169

Примечание: направление потока воздуха указано на рисунке.



Расходы приточного и удаляемого воздуха через аэрационные проемы теплицы

Пролет	Расход воздуха, кг/ч	
	приточный	вытяжной
I	27940	27940
II	26830	3163
III	14992	15000

Результаты расчета свидетельствуют о значительном превышении величины воздухообмена в первом пролете, который был принят как наветренный, в то время как в третьем пролете значения расходов ниже минимального. Во втором пролете наблюдается значительный подпор воздуха за счет перетекания из первого и третьего пролетов.

Заключение. Для обеспечения требуемых параметров внутреннего микроклимата теплицы ангарного типа в тёплый период года, рекомендуется использовать системы автоматического управления солнцезащитными конструкциями, а также регулирования угла открытия вентиляционных проемов на основе датчиков температур и относительной влажности воздуха [9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Thongbai P., Kozai T., Ohyamaa K. CO₂ and air circulation effects on photosynthesis and transpiration of tomato seedlings // *Scientia Horticulturae*. 2010. No. 126. P. 338–344.
2. РД-АПК 1.10.09.01-14 Методические рекомендации по технологическому проектированию теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады. М., 2014. 109 с.
3. Parker J. B., James L., Park S. et al. Greenhouse cucumber production. New South Wales Department of Planning, Industry and Environment, 2019. 226 p.
4. Климов В.В. Оборудование теплиц для подсобных и личных хозяйств. М., 1992. 96 с.
5. Watson J.A., Gómez C., Buffington D.E., Bucklin R.A., R. W. Henley R.W., McConnell D. B. Greenhouse ventilation // *UF/IFAS Extension*. 2019. No. AE-10. P. 1–4.
6. Абрамкина Д. В. Аэрация помещения облегченной конструкции для содержания дойных коров в теплый период года // *Аграрный научный журнал*. 2020. № 1. С. 45–47.
7. Чайкин В. А. Применение вертикальной вентиляции для улучшения микроклимата в теплицах // *Гавриш*. 2011. № 2. С. 22–23.
8. Агаханова К. М. Расчет аэрации сельскохозяйственного здания молочного производства в холодный период года // *Аграрный научный журнал*. 2020. № 1. С. 47–49.
9. Кульмамиров С. А., Калабаев А. А. Новый подход управления режимами микроклимата в теплицах // *Международный научный журнал «Синергия наук»*. 2021. № 59. С. 308–327.

REFERENCES

1. Thongbai P., Kozai T., Ohyamaa K. CO₂ and air circulation effects on photosynthesis and transpiration of tomato seedlings. *Scientia Horticulturae*. 2010; 126: 338–344.
2. RD-APK 1.10.09.01-14 Guidelines for the technological design of greenhouses and greenhouse plants for growing vegetables and seedlings. Moscow, 2014. 109 p.
3. Parker J. B., James L., Park S. et al. Greenhouse cucumber production. *New South Wales Department of Planning, Industry and Environment*, 2019. 226 p.
4. Klimov V.V. Greenhouse equipment for subsidiary and personal farms. Moscow, 1992. 96 p.
5. Watson J.A., Gómez C., Buffington D.E., Bucklin R.A., R. W. Henley R.W., McConnell D. B. Greenhouse ventilation. *UF/IFAS Extension*. 2019; AE-10: 1–4.
6. Abramkina D. V. Aeration of a lightweight building for keeping dairy cows in the warm period of the year. *Agrarian scientific journal*. 2020; 1: 45–47.
7. Chaikin V. A. The use of vertical ventilation to improve the micro-climate in greenhouses. *Gavrish*. 2011; 2: 22 – 23.
8. Agakhanova K. M. Calculation of aeration of the agricultural building of dairy production in the cold period of the year. *Agrarian scientific journal*. 2020; 1: 47–49.
9. Kulmamirov S. A., Kalabaev A. A. A new approach to managing the microclimate regimes in greenhouses. *Synergy of Sciences*. 2021; 59: 308–327.

Статья поступила в редакцию 14.11.2021; одобрена после рецензирования 30.11.2021; принята к публикации 10.12.2021.
The article was submitted 14.11.2021; approved after reviewing 30.11.2021; accepted for publication 10.12.2021.

