

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Т.Е. Жбанова*, А.И. Баженов**

* Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
Россия, Саратов, V595TE@yandex.ru

* Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
Россия, Саратов, bagenov_a_i@mail.ru

Аннотация. Проведён анализ работы систем теплоснабжения тепличных комплексов. Выявлены резервы повышения их энергетической эффективности и разработаны простые и малозатратные технические решения по совершенствованию сложных схем транспортировки теплоносителя. Срок окупаемости разработки – менее 1 года.

Ключевые слова: эффективность, тепличный комплекс, температура, автоматическое регулирование, экономия топлива, растения.

INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF THE GREENHOUSE COMPLEX HEAT

T.E. Zhbanova*, A.I. Bazhenov**

* Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin,
Russia, Saratov, V595TE@yandex.ru

* Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin,
Russia, Saratov, bagenov_a_i@mail.ru

Abstract. The analysis of work of systems of a heat supply of greenhouses. The revealed reserves of increase of their energy efficiency and developed a simple and low-cost technical solutions for improving complex circuits of transportation of the coolant. The payback period of the development – less than 1 year.

Keywords: efficiency, greenhouse complex, temperature, automatic control, fuel economy, plants.

В последние годы создание тепличных хозяйств происходит в нарастающих масштабах. Крупномасштабные тепличные комплексы состоят из нескольких блоков, теплиц, занимающих площади от 0,5 и более гектаров.

Отдельно взятая теплица имеет несколько зон, в которых могут быть установлены разные технологические системы. Для получения максимальной урожайности промышленные теплицы оснащаются специальными обогревательными системами – очень энергоёмким хозяйством, которое потребляет большое количество тепловой энергии для обеспечения заданного микроклимата. Например, для условий Саратова при температурах наружного воздуха наиболее холодных суток минус 33°C и наиболее холодной пятидневки минус 27°C для тепличного комплекса с 4 теплицами по 1,67 га (каждая) предусматривается собственная отопительная котельная тепловой мощностью 36,5 МВт. Теплоносителем для систем обогрева теплиц служит горячая вода с расчетными параметрами 95/70°C. Изменение расход природного газа в течение года котельной тепличного комплекса представлено на рис.1. Суммарное годовое потребление газа на теплоснабжение составляет около 5, 8 млн. м³.

При этом система отопления теплиц должно обеспечить очень жёсткие требования растений к температурному режиму. Каждая часть растения имеет свой температурный оптимум, температура влияет на их рост, фотосинтез, дыхание (усиливается с повышением температуры), движение соков по стеблю, выработку гормонов (цитокининов). С температурой, связаны процессы конденсации влаги воздуха, повышающей риск поражения стеблей серой гнилью, укорачивание междоузлий (стеблей) у томатов, огурцов. Днём, в зависимости от вида овощей, оптимальная температура для теплицы — 16...25°C, ночью же – на 4...8°C меньше. Кроме того, скорость роста растений прямо пропорциональна температуре, но чрезмерное повышение темпера-

туры (например, свыше 40 градусов) способно вызвать угнетение и гибель зелени. Для почвы оптимальная температура — 14...25 °С, а вот снижение ее до 10°С приводит к фосфорному голоданию растений. Но и повышение до 25...28 °С может вызвать затруднение всасывания корнями влаги, из-за чего растения могут увянуть от засухи даже на достаточно влажной почве. Каждый вид растений предпочитает свою температуру, причем не только воздуха, но и грунта. Вот почему так важно создавать для каждой группы саженцев в теплице те условия, которые им необходимы для полноценной жизнедеятельности и роста [5].

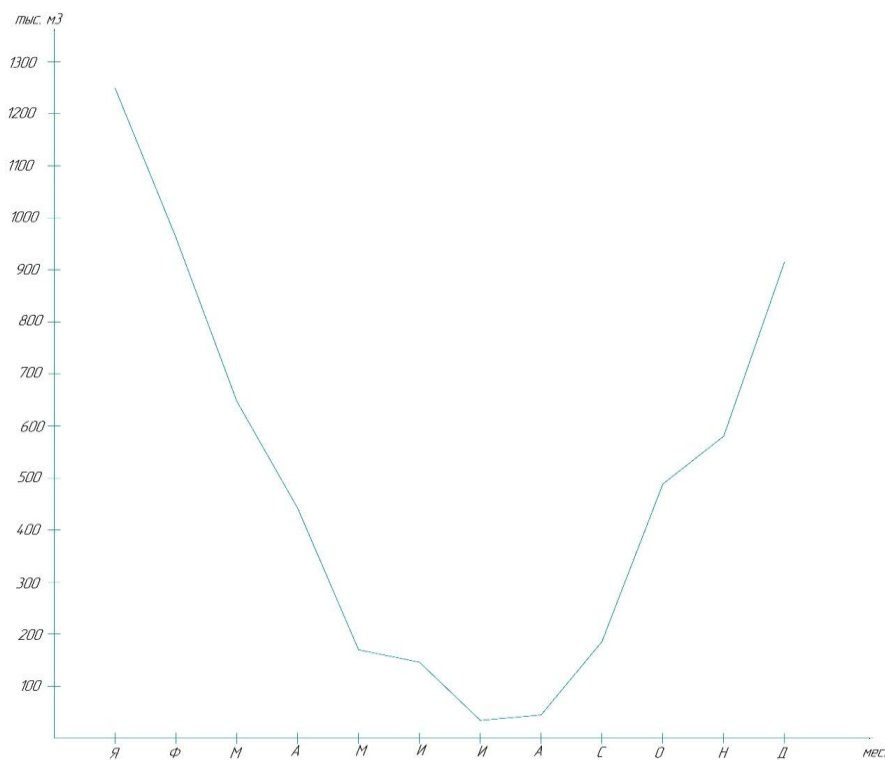


Рис. 1. Фактический расход газа на отопление блока теплиц.

При анализе изменения температуры воздуха в реальных условиях теплиц в течение суток (рис. 2) было выявлено, что из-за неравномерности прогрева воздуха в отдельных зонах и необходимости обеспечения температуры воздуха не ниже минимально допустимой величины, в течение года постоянно поддерживается повышенная температура воздуха. Превышение средней температуры воздуха в теплице над минимально необходимой величиной составляет примерно 2°С и вызывает соответствующий перерасход топлива.

Для обеспечения равномерности микроклимата в теплицах, устранения перетопа и перерасхода топлива было предложено установить дроссельные шайбы и автоматические регуляторы.

Шайбирование отопительных сетей теплиц обеспечило их гидравлическую устойчивость и предварительное распределение потоков теплоносителя.

В каждой теплице было установлено по четыре шайбы. После установки шайб расход теплоносителя по отдельным трубопроводам тепловой сети теплиц снизился в 1,5-3 раза. Соответственно и количество работающих насосов в котельной также уменьшилось, возникла экономия топлива, электроэнергии, химреагентов для подпиточной воды. Появляется возможность повысить температуру воды на выходе из котельной.

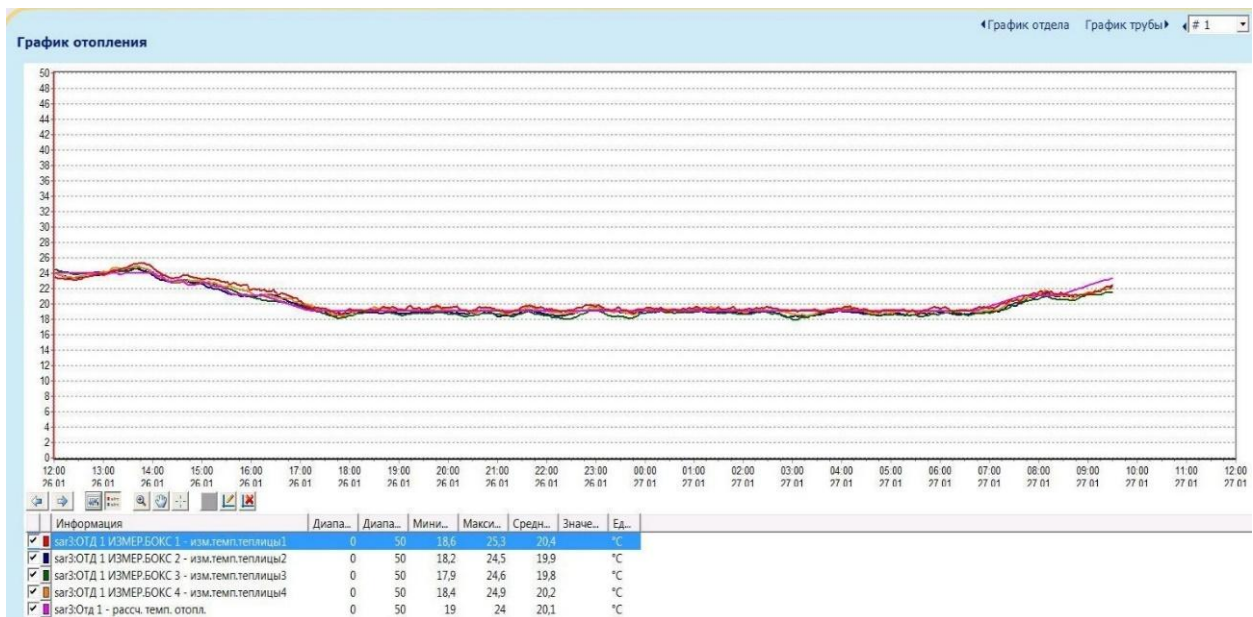


Рис. 2. График изменения температуры воздуха в теплицах в течение суток.

Для окончательного выравнивания температуры воздуха по зонам теплиц дополнительно требуются автоматические регуляторы расхода теплоносителя по отдельным веткам отопительной системы, компенсирующие неравномерность наружного охлаждения разных участков ограждения теплиц.

На тепличный комплекс из четырёх теплиц достаточно шестнадцати (по четыре в каждой теплице) автоматических регуляторов температуры фирмы «Danfoss» с 16 электроприводными клапанами типа VG или аналогичных устройств.

Годовая экономия тепловой энергии только за счет установки автоматических регуляторов и устранения перетопа с достаточной точностью определяется следующим выражением:

$$\Delta Q = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta t \cdot Q_i \cdot \tau_i}{t_{\text{тепл}} - t_{\text{нв}i}},$$

где n – число рассматриваемых годовых периодов; τ_i – продолжительность i -ого периода, Q_i – потребляемая тепловая мощность в i -й период; $\Delta t = 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ – перегрев воздуха в помещении теплиц; $t_{\text{тепл}} = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$ – температура воздуха в теплице; $t_{\text{нв}i}$ – температура наружного воздуха в i -й период, $^\circ\text{C}$.

Достижимое за счёт установки регуляторов снижение потребляемой тепловой мощности колеблется в течение года в пределах от 1,37 до 1,5 МВт на 1 блок, годовая экономия тепловой энергии составляет $10,22 \cdot 10^3$ ГДж/год, природного газа – около 300 тыс. $\text{нм}^3/\text{год}$. Снижение годовых затрат на 1 блок с 4 теплицами по 1,67 га – более 6,0 млн. руб/год. При этом затраты на разработку технических решений и установку регуляторов – около 1,0 млн. рублей.

Библиографический список

1. Ривкин С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара. М.: Энергия, 2005. 80с.
2. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Энергоатомиздат, 2002. 359с.
3. Бузников Е.Ф., Роддатис К.Ф., Берзинин Э.Л., Производственные и отопительные котельные. М.: Энергоатомиздат, 2004. 248 с.
4. Роддатис К.Ф., Полтарецкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности. М.: Энергоатомиздат, 2009. 488 с.

5. СНиП 11-100-75. Теплицы и парники. Нормы проектирования. М.: Стройиздат, 1976.
6. <http://sdelatotoplenie.ru/regulyator-temperaturnogo-rezhima-otopleniya.html>