

**УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМОКОНТРАСТНЫМ РЕЖИМОМ ИНКУБАЦИИ****Маслова Е.Е., студент; Гветадзе С.В., ассистент, к.т.н.***(Южно – Российский Государственный Политехнический Университет (Новочеркасский Политехнический Институт), г Новочеркасск, Россия)*

Для реализации нового термоконтрастного способа инкубации яиц сельскохозяйственной птицы (режима переменных температур), заключающемся в том, что температуру воздуха в шкафу непрерывно периодически изменяют в диапазоне между минимальным и максимальным ее значениями, регулируя подводимую к нагревателям мощность и степень открытия вентиляционных заслонок [1-11]. Ранее для непрерывного измерения и регистрации внутрияйцевой температуры были предложены косвенный и прямой методы. При осуществлении первого из них, ведется непрерывный контроль температуры в любой заданной точке яйца (в том числе и в его центре), имея информацию о температуре на поверхности скорлупы, т.е. без нарушения целостности последней. Следует отметить, что такой подход для реализации термоконтрастного режима целесообразно применять в инкубаторе, оснащенный микропроцессорным регулятором температуры. Другой вариант обеспечения режима переменных температур предполагает использовать в качестве объектов управления тепловые физические модели яиц (имитаторы). Более подробно вопросы разработки таких моделей изложены в [1,3-7], где приведены методика расчета указанных параметров и критерии выбора материалов для их создания. В основе этого подхода лежит требование идентичности динамических характеристик инкубируемого объекта и его модели. Причем минимальная и максимальная температуры лежат соответственно в пределах 32...36 и 39...42 °С, а частота изменения температуры составляет 0,5...2 цикл/ч. Особенностью этого способа является то, что подводимая к нагревателям мощность регулируется путем коммутации их силовых цепей.

Используя таймеры различных типов (например, механические реле времени РВ-2 или их электронные аналоги), вручную задают продолжительность составляющих цикла «нагрев – охлаждение». Однако такое дискретное регулирование обладает рядом недостатков и эксплуатационных неудобств. Поскольку контакты реле таймера управляют, чаще всего, током обмотки магнитного пускателя, включающего (отключающего) нагреватели инкубатора, у такого управляющего устройства отсутствует возможность регулировки «глубины» охлаждения воздуха в инкубационном шкафу. При его использовании невозможно точно обеспечить необходимую температуру на нижнем пределе (например, 32...36 °С), так как эта температура подвержена сильной зависимости от: температуры, окружающего инкубационный шкаф, воздуха, которая может значительно изменяться (от времени суток и года); степени открытия вентиляционных заслонок; настройки таймера, т.е. продолжительности периодов нагрева и охлаждения, которые устанавливаются вручную.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство, описанное в литературном источнике [2]. Однако прототип реализует термоконтрастный режим инкубации путем отключения нагревателей с помощью контактов реле таймера без использования штатного регулятора температуры инкубатора, а это неэффективно и, в некоторых случаях, опасно при работе инкубатора в автоматическом режиме без постоянного наблюдения. Действительно, при относительно высоких температурах окружающего инкубатор воздуха (30 °С и более), практически не происходит охлаждение яиц до необходимой температуры (особенно при отсутствии или плохой работе охлаждающей системы и во втором периоде инкубации, когда яйца становятся не потребителями, а источниками теплоты). Если же температуры в инкубатории относительно низки (15 °С и менее), то возможно снижение температуры воздуха в инкубаторе ниже предела (32 °С) и недопустимое переохлаждение инкубируемых яиц. Значит, колебания окружающей температуры в инкубатории, степень открытия

заслонок и стадия инкубации значительно влияют на амплитуды изменения температур воздуха в шкафу при термоконтрастном методе инкубации, реализуемом устройством-прототипом. Кроме того, в прототипе таймер необходимо оснащать силовым исполнительным реле, с контактами, рассчитанными на работу с нагрузкой (нагревателями) большой мощности (до 4 кВт) и напряжением коммутации более 220 В. Поэтому возникла необходимость разработки принципиально новой позиционной системы управления термоконтрастным режимом инкубации.

Авторами статьи предлагается специальное устройство обеспечения термоконтрастного режима инкубации, использование которого позволило устранить отмеченные недостатки рассмотренного выше технического варианта (рис.1, рис.2). Предложенное устройство для создания термоконтрастного режима в инкубаторе, включающее в себя таймер и реле с контактом и отличающееся от известных аналогов тем, что с целью ограничения пределов максимального и минимального значений переменных температур воздуха в инкубационном шкафу, оно содержит дополнительный термостабильный резистор, периодически с помощью контакта реле таймера включаемый параллельно (или последовательно) со штатным термопреобразователем терморегулятора инкубатора, причем используется слаботочное реле, а нагреватели и охладитель в процессе обеспечения термоконтрастного режима от штатного терморегулятора не отключаются. Рассмотрим подробно принцип работы указанного устройства.

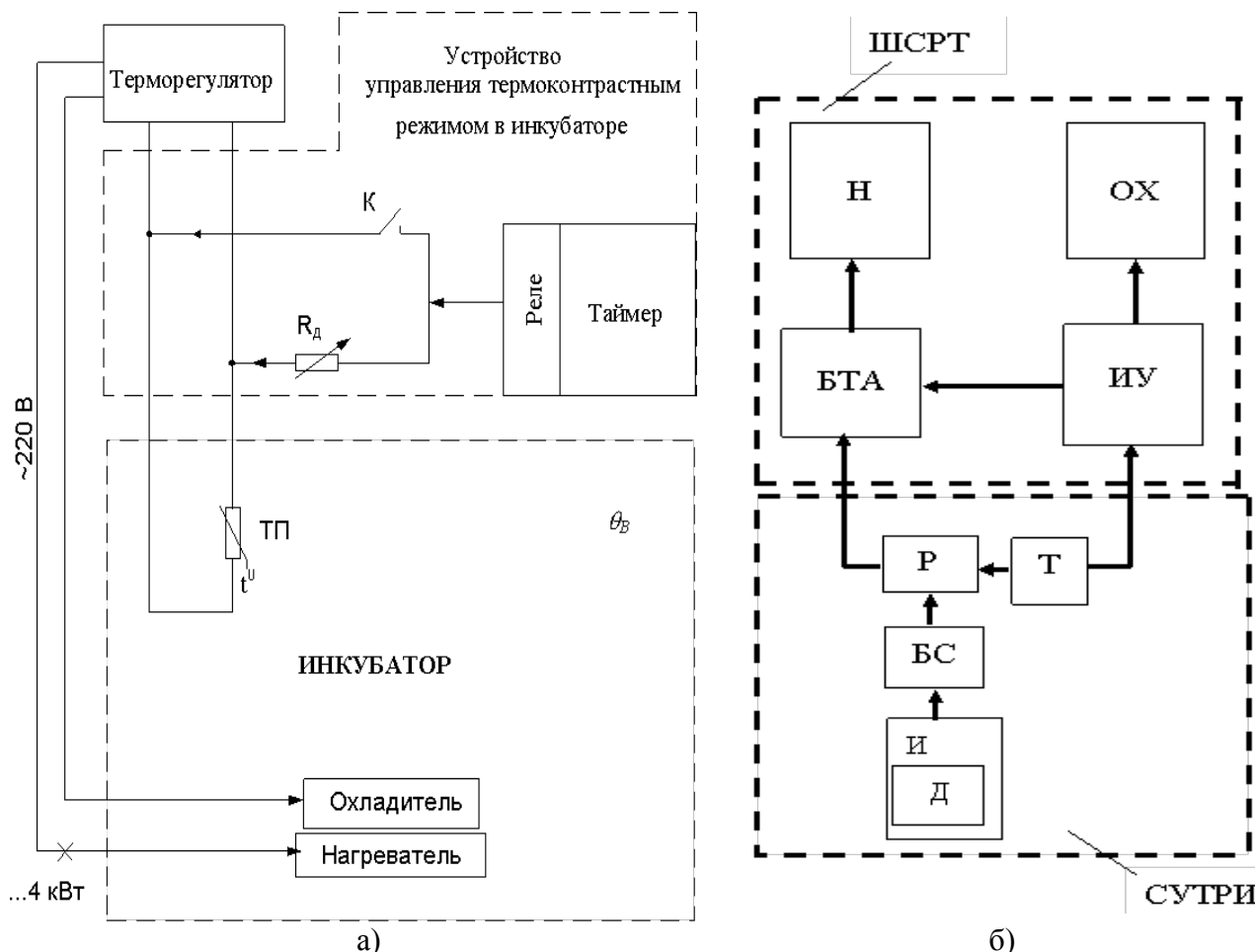


Рисунок 1 - Устройство обеспечения термоконтрастного режима инкубации

Устройство содержит специальный таймер, реле с контактом К и добавочный термнезависимый резистор  $R_d$ , подсоединяемый параллельно штатному термопреобразователю ТП инкубатора (рис. 1,а) или, как это показано на рис. 1,б, резистор  $R_d^*$ , подсоединяемый последовательно с ТП. Обе схемы включения добавочного

термoneзависимого резистора дают практически одинаковый эффект и различаются лишь величиной сопротивления добавочного резистора.

Как правило, терморегуляторы для инкубаторов комплектуются как стандартными проволочными, так и нестандартными полупроводниковыми термопреобразователями. Однако структура, характеристики и принцип работы предлагаемого устройства не зависят от типа первичного термопреобразователя, которым оснащена штатная система инкубатора, обеспечивающая термостабильный режим его работы. Для каждого из типов используемых в инкубаторе термопреобразователей, а также для каждой (параллельной или последовательной) схемы включения добавочного термoneзависимого резистора в процессе проектирования устройства используется своя расчетная формула (или  $R_d$  и  $R_d^*$  подбираются экспериментально, что предпочтительно для ТП из нестандартных полупроводниковых терморезисторов), приводящие к одним и тем же результатам.

Выбрать схему включения добавочного резистора можно исходя из условия проведения процесса инкубации. При настройке штатного терморегулятора на  $\theta_{в.мин}$  выбирают схему рис.1,а, а на  $\theta_{в.макс}$  – схему рис.1,б. Принцип действия устройства графически поясняют рис.2 и рис.3, где в координатах  $X$  и  $X_T$ , изображена взаимосвязь состояния ключа (К) реле таймера. Предлагаемое устройство построено по принципу периодической подачи на вход терморегулятора “ложной” информации, т.е. “обмана” терморегулятора его термопреобразователем, который реализуется циклическим включением параллельно или последовательно термопреобразователю постоянного резистора  $R_d$ , что приводит к периодическому искажению статической характеристики ТП.

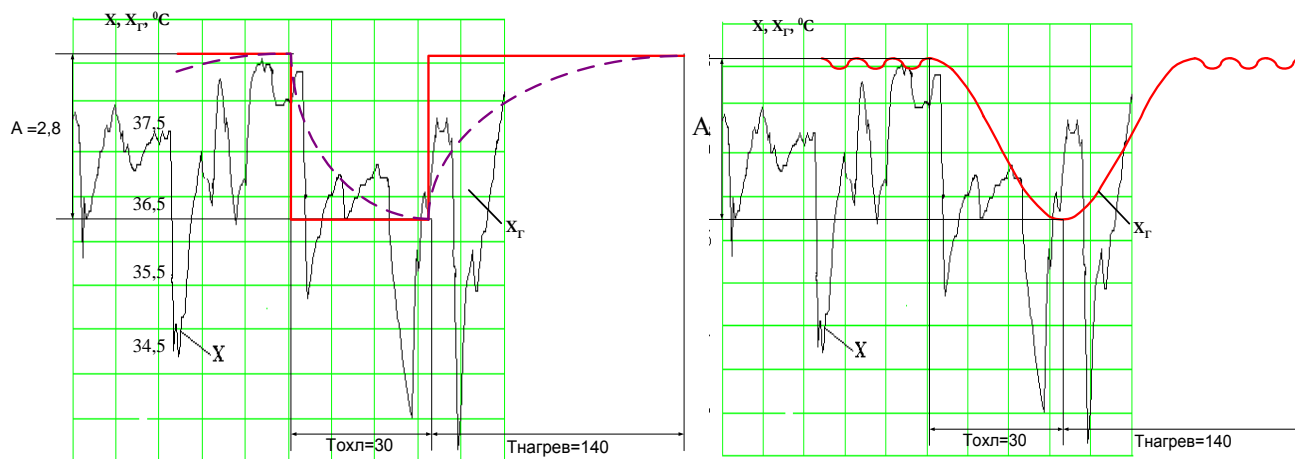


Рисунок 2 - Графики стохастической  $X$  и полученной гармонической  $X_T$  температурных кривых исследуемого биологического объекта

Рисунок 3 - Графики стохастической  $X$  и периодической экспоненциальной  $X_T$  температурных кривых исследуемого биологического объекта

При этом переоборудование предварительного и выводного инкубаторов состоит в дооснащении опытного инкубационного шкафа специальной системой управления температурой со следующими устройствами:

1. Электронное реле времени, работающее совместно со штатным регулятором температуры инкубатора, обеспечивающее полное воспроизведение термоконтрастного режима инкубации путем включения и отключения нагревателей на заданные оптимальные интервалы времени.

2. Тепловые физические модели (имитаторы) яиц, представляющие собой элементы предложенных устройств и систем управления позволили вести непрерывный контроль и управления термоконтрастным режимом.

Для реализации термоконтрастного режима инкубации, обеспечивающего высокую выводимость яиц и жизнеспособность молодняка сельскохозяйственных птиц разработаны специальные устройства управления температурой рассматриваемых биологических объектов, испытания которых были проведены на Шахтинской инкубаторно-птицеводческой

станции [9,10]. Результаты проведенных испытаний показали надежность работы разработанных элементов и устройств для системы управления, реализующие термokonтрастный режим инкубации в промышленных условиях и обеспечивающие заданные амплитуду и частоту переключений нагревателей. Разработанные элементы, устройства и соответствующая система управления температурой яиц на протяжении всего периода инкубации (21 день) работали устойчиво, что позволяет рекомендовать их к широкому использованию в промышленных инкубаторах.

#### Перечень ссылок

1. Патент 2070387 РФ МКИ А 01 К 41/00. Способ инкубации яиц сельскохозяйственной птицы / Е.И. Фандеев, Э.И. Дерлугян, П.Ф. Тришечкин и др.// Открытия. Изобретения.1996. N35.-3 с.
2. [http://seveks.ru/Inkub\\_fermer.htm](http://seveks.ru/Inkub_fermer.htm)
3. Гветадзе С.В., Трофименко В.Г., Фандеев Е.И. Тришечкин П.Ф.// Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-14: Сб. тр. Междунар. науч. конф/ Смол. гос. ун-т.- Смоленск, 2001.-Т.4, .-С. 223-225.
4. Фандеев Е.И., Гветадзе С.В., Тришечкин П.Ф. Использование модели температурного поля птичьего яйца для измерения его температуры// Математические методы в технике и технологиях – ММТТ – 2000: Сб. труд. Междунар. науч. конф. Т 3 . С- Петерб. гос. технолог. ин-т. С-Петербург. 2000, .-С. 122-124.
5. Гветадзе С.В., Фандеев Е.И., Тришечкин П.Ф. Косвенное измерение температуры биологических объектов в процессе инкубации//Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион.Техн.науки 2000. №3. -С. 55-56.
6. Гветадзе С.В., Фандеев Е.И., Тришечкин П.Ф. Тепловой имитатор яйца сельскохозяйственной птицы// Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2000. №4. -С.14-17.
7. Гветадзе С.В. Имитирующие элементы и управляющие устройства для обеспечения нестационарных температурных режимов инкубации: Дис. ... канд. техн. наук. - Новочеркасск: 2010.-203 с.
8. Гветадзе С.В., Фандеев Е.И. Исследование динамических свойств инкубационного шкафа как теплового объекта управления. Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. Пошук молодих: Зб. наук.праць. III-й Міжнар. наук.-техн. конф. аспірантів і студентів, 14-15.05. 2003 г. –Донецьк: ДонНТУ, 2003. -С. 75-76.
9. Гветадзе С.В. Опытнo-промышленные испытания системы управления термokonтрастным режимом инкубации. Известия вузов. Сев.- Кавк. регион 2004, №2.- С.117.
10. Гветадзе С.В., Фандеев Е.И., Сохинов В.П. Экспериментальное исследование динамических свойств инкубатора как объекта управления. Известия вузов. Сев.- Кавк. регион 2003, №3.- С.153.
11. Колосов Ю.А., Пахомов А.П., Лачин В.И. Study of new non-stationary regimes and distrution of thermal fields of biological objects. Middle-East Jornal of Scientific Research. - 2014. - Vol. 20 (12). - P. 2090-2093