

потери и потери в стали ротора, кроме этого, он позволяет уменьшить количество включений насосного агрегата в процессе обеспечения водоснабжения при малых объемах промежуточных емкостей.

#### **Список использованных источников**

1. Лезнов, Б. С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. – М. : Машиностроение, 2013. – 176 с.

2. Прищепов, М. А. К вопросу о диапазоне регулирования скорости и потерях асинхронного двигателя при вентиляторной нагрузке и параметрическом регулировании скорости. / М. А. Прищепов // Агропанорама. – 2022. – № 3 (151). – С. 29–38.

3. Прищепов, М. А. К вопросу о диапазоне регулирования скорости и потерях асинхронного двигателя при вентиляторной нагрузке и частотном регулировании скорости / М. А. Прищепов, Е. М. Прищепова, А. И. Зеленкевич // Агропанорама. – 2022. – № 4 (152). – С. 19–23.

**УДК 621.365.683.9**

**Прищепов М.А., д.т.н., профессор, Рутковский И.Г., к.т.н.**  
*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск*

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА С НЕПРОТОЧНЫМ ЭЛЕКТРОДНЫМ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕМ-ДАТЧИКОМ**

Тепловая энергия в современном сельскохозяйственном производстве находит широкое применение [1, 2]. Применительно к фермам КРС в электронагревательных установках (ЭНУ) для нагрева корма для телят (молока, обрат, ЗЦМ) целесообразно использование электродных электронагревателей датчиков (ЭЭН-Д), которые позволяют обеспечить заданное распределение плотности тока в обрабатываемой среде межэлектродного пространства и получение информационного сигнала (ИС) о температуре обрабатываемой среды [3, 4].

Для расширения применения, ЭНУ предусматривает нагрев корма для телят и воды в автоматическом режиме (рис. 1). ЭНУ работает в режиме нагрева корма для телят при первом положении контактов переключателя режимов работы SA1. Включением авто-

матического выключателя QF1 подается питающее напряжение на контакты 5 и 6 управляющего элемента А. Через контакты 3 и 4 управляющего элемента А напряжение подается на промежуточное реле KV1, что приводит к замыканию его контакта и срабатыванию магнитного пускателя KM1. Питающее напряжение через контакты KM1 подается на вторую и пятую (по ходу обрабатываемой среды снизу-вверх) зоны нагрева ЭЭН-Д (ЕК1...ЕК3).

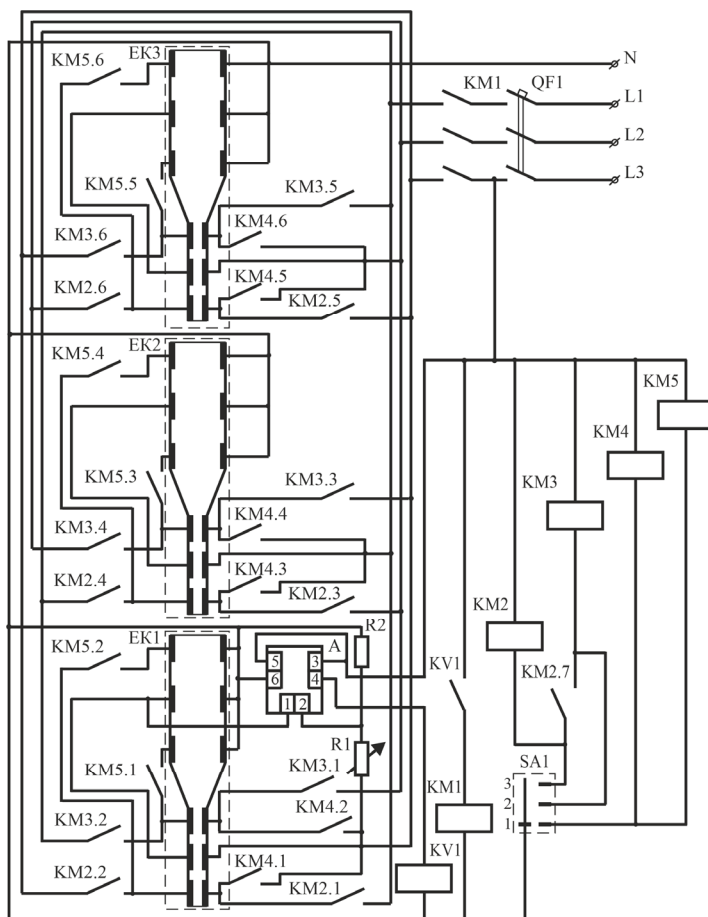


Рис. 1. Схема управления ЭНУ с непроточным ЭЭН-Д

Для переключения ЭНУ в режим нагрева воды переключатель режимов работы SA1 переводят во второе положение контактов. При этом, питающее напряжение 220 В подается на магнитный пускатель КМ3, на вторую и пятую зоны нагрева ЭЭН-Д (ЕК1...ЕК3), а так же через контакты КМ3.1, ... КМ3.6 линейное напряжение 380 В подается на третью зону нагрева ЭЭН-Д (ЕК1...ЕК3).

При третьем положении контактов переключателя режимов работы SA1 ЭНУ переключается на повышенную мощность подогрева воды. Питающее напряжение 220 В подается на магнитный пускатель КМ2, на вторую и пятую зоны нагрева ЭЭН-Д (ЕК1...ЕК3), а так же через контакт КМ2.7 на магнитный пускатель КМ3. Через контакты КМ2.1, ... КМ2.6 и КМ3.1, ... КМ3.6 линейное напряжение 380 В подается на первую и третью зоны нагрева ЭЭН-Д (ЕК1...ЕК3).

К фазному электроду третьей зоны нагрева ЭЭН-Д (ЕК1) и нулевому электроду девятой зоны нагрева ЭЭН-Д (ЕК1) подключены переменное и постоянное сопротивление R1 и R2. Эти сопротивления, совместно с термозависимым сопротивлением второй и пятой зон нагрева ЭЭН-Д (ЕК1) образуют измерительный мост. Измерительный мост балансируется при холодном состоянии обрабатываемой среды между электродами ЭЭН-Д (ЕК1). Во время нагрева изменяется сопротивление плеч мостовой измерительной схемы. ИС разбаланса моста подается на контакт 1 и 2 управляющего органа А, который при достижении требуемой температуры обрабатываемой среды, размыкает контакт промежуточного реле KV1 и отключает нагрев.

В заключение необходимо отметить, что простая схема управления, в которой отсутствуют инерционные звенья между нагревателем и датчиком температуры, позволяет с высокой точностью контролировать режим термообработки и исключить возникновение аварийных режимов.

### **Список использованной литературы**

1. Кудрявцев, И.Ф. Электрический нагрев и электротехнология / И.Ф. Кудрявцев, В.А. Карасенко. – Минск : Колос, 1975. – 384 с.
2. Прищепов, М.А. Основы термозависимого резистивного электронагрева в технологических процессах сельско-хозяйственного производства / М. А. Прищепов. – Минск : БАТУ, 1999. – 295 с.
3. Прищепов, М.А. Усовершенствованные электродные электронагреватели текучих термолабильных сред с секционированными и зониро-

ванными электродными системами / М.А. Прищепов, И.Г. Рутковский. – Минск : БГАТУ, 2025. – 224 с.

4. Патент ВУ 12951, МПК H05B 3/60 (2009.01). Электронагреватель токопроводящей жидкой среды, в частности, воды или обратного молока : № а 20080129 : заявлено 06.02.2008 : опубл. 28.02.2010 / Прищепов М.А., Рутковский И.Г.; заявитель: УО «БГАТУ». – 7 с.

## **УДК 621.574.7**

**Токарева А.Н., к.т.н., доцент, Грачева Н.Н., к.т.н., доцент,  
Дашковский Н.С., магистрант**  
*Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ,  
г. Зерноград, Россия*

### **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА АЛЬТЕРНАТИВНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА ДЛЯ ПАРОКОМПРЕССИОННОЙ УСТАНОВКИ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО СЖАТИЯ**

В помещениях холодильных цехов мясоперерабатывающих предприятий необходимо поддерживать различные температурные режимы в зависимости от назначения камер. Для решения этих задач может быть использована двухступенчатая парокомпрессионная установка с тремя температурами кипения холодильного агента.

В установках многоступенчатого сжатия широкое применение получил холодильный агент R22 (хлордифторметан). Однако в соответствии с требованиями Монреальского протокола по защите озонового слоя использование данного рабочего вещества к 2030 году планируется полностью прекратить. В связи с этим возникает вопрос о замене классического холодильного агента на альтернативные рабочие вещества последнего поколения.

На первом этапе исследований были рассмотрено использование холодильных агентов группы гидрофторуглеродов (ГФУ) и гидрофторолефинов (ГФО). Выполненные по методике [1] расчеты позволили установить, что применительно к рассматриваемому циклу по термодинамическим свойствам наивысшими параметрами сходства с классическим холодильным агентом R22 обладают холодильные агенты группы гидрофторолефинов R448A и R449A. Однако отдать предпочтение одному из этих двух холодильных агентов не