

Кратность количества охлаждаемого молока к количеству расходуемого на охлаждение льда K может быть рассчитана из выражения

$$K = \frac{Q_{\text{л}}}{C(t_1 - t_2)}.$$

Теплоемкость цельного молока при температуре 30 °С составляет 0,940 ккал/(кг-град).

Градирия водолеяного типа рассчитывается методом подобия.

Теплота охлаждения градирии такого типа может быть получена из выражения

$$T_{\text{ох}} = V_{\text{взд}} \rho_{\text{взд}} (i_{\text{b2}} - i_{\text{b1}}) F \xi,$$

где $T_{\text{ох}}$ — мощность охлаждения, кВт; $\rho_{\text{взд}}$ — плотность воздуха, кг/м³; $i_{\text{b2}}, i_{\text{b1}}$ — удельная энтальпия воздуха на выходе и входе, кДж/кг; $V_{\text{взд}}$ — производительность вентилятора базовой градирии, м³/ч; F — теплопередающая поверхность градирии, м²; ξ — коэффициент подобия.

Количество аккумулированного холода рассчитывается по формуле

$$W_{\text{x}} = T_{\text{ох}} \Delta t,$$

где W_{x} — количество аккумулированного холода, ккал; Δt — длительность рабочего цикла, ч.

УДК 621.31:628.8–69.001.57

Н.В. Оболенский, доктор техн. наук

Е.Б. Миронов

Нижегородский государственный инженерно-экономический институт

С.Б. Красиков

Нижегородский техникум отраслевых технологий

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ НАИБОЛЕЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВАТЕЛЯ ВОДЫ

Выявление энергосберегающих электронагревателей воды и нагревателей других сред из их многочисленных конструкций, которые используются в технологических процессах сельскохозяйственного производства и в быту, в частности, в системах отопления, санитарно-бытового, горячего водоснабжения и др., весьма актуально, так как их применение является одним из путей эффективного расходования энергетических ресурсов страны.

Исследования проводились в Нижегородском государственном инженерно-экономическом институте на разработанном, изготовленном и установленном в лаборатории кафедры «Механика и сельскохозяйственные машины» стенде для сравнительных теплотехнических испытаний электри-

ческой программы предусматривает расчет технических характеристик АКХМ при работе со всеми типами теплообменников для охлаждения молока.

Расчет требуемой хладопроизводительности установок для охлаждения жидкости таков:

$$Q = G(T_{\text{н}} - T_{\text{к}})C_{\text{рж}},$$

где G — объемный расход охлаждающей жидкости, м³/ч; $T_{\text{н}}, T_{\text{к}}$ — начальная и конечная температура жидкости, °С; $C_{\text{рж}}$ — удельная теплоемкость охлаждающей жидкости, кДж/(кг·°С).

Таким образом, повышение эффективности холодильных установок осуществляется за счет сокращения капитальных и эксплуатационных затрат при снижении установленной мощности АКХМ; сокращения затрат на электроэнергию при использовании выгодного ночного тарифа; экономии энергии при использовании природного холода; экономии энергии на привод холодильной машины при понижении температуры конденсации в ночное время.

Список литературы

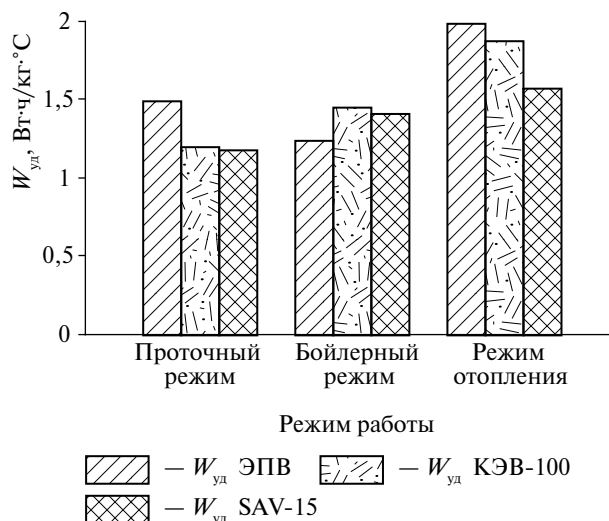
1. Калнинь, И.М. Энергоэффективность и экологическая безопасность холодильных систем / И.М. Калнинь // Холодильная техника. — 2008. — № 3. — С. 12–14.

ческих подогревателей воды (в дальнейшем тексте *стенд*) [1, 2].

Стенд аттестован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии ФГУ «Нижегородский ЦСМ» в декабре 2011 г. — аттестат № 5147/1600–10 от 17.12. 2011 г. и им же переаттестован в сентябре 2012 г. — аттестат № 8938/1600 — 12 от 13.09.12.

Объектом исследования был удельный расход электроэнергии $W_{\text{уд}}$ на нагрев воды посредством элементного подогревателя (ЭПВ), стандартного индукционного нагревателя (SAV-15), а также серийного электродного подогревателя КЭВ-100.

В работе [1] изложена методика исследований $W_{\text{уд}}$ ЭПВ. Методика исследований $W_{\text{уд}}$ SAV-15 и КЭВ-100 аналогична.



Зависимости удельного расхода электроэнергии $W_{уд}$, Вт·ч/(кг·°C), от режима работы ЭПВ, КЭВ-100 и SAV-15

По экспериментальным и расчетным данным, занесенным в таблицы, в прикладной программе MathCAD 2001 произвели построение графических зависимостей: температуры воды от времени ее нагрева при работе SAV-15, ЭВП и КЭВ-100 в режиме отопления; температуры воды от времени ее нагрева при работе SAV-15, ЭВП и КЭВ-100 в проточном режиме; температуры воды от времени ее нагрева при работе SAV-15, ЭВП и КЭВ-100 в бойлерном режиме; температуры поверхности отопительных батарей от времени нагрева теплоносителя (воды) воды при работе SAV-15, ЭВП и КЭВ-100 в отопительном режиме; удельного расхода электроэнергии $W_{уд}$, Вт·ч/кг·°C, от времени и режима работы SAV-15, ЭВП и КЭВ-100 (рисунок).

Из гистограмм (см. рисунок), следует: в проточном режиме работы наименее энергоемким является SAV-15, в бойлерном — ЭПВ, отопления — опять же SAV-15.

С целью снижения энергопотребления, себестоимости гидравлического сопротивления, трудоемкости изготовления и массы индукционных нагревателей, имеющих конструктивно-технологическую схему, аналогичную SAV-15, авторы предложили оребрение наружных поверхностей индуктора и центрального цилиндрического канала [3, 4], положительное решение Федерального института промышленной собственности (ФИПС) г. Москва от 10.05.2012 о выдаче патента по заявке № 2012119219/07(028936) на полезную модель с названием «Индукционный нагреватель жидких сред».

Для выявления целесообразности оребрения индуктора и центрального канала изготовлен макет, имеющий конструкционные характеристики, приведенные в табл. 1.

Для подтверждения снижения гидравлического сопротивления заявленного нагревателя проведены исследования его макета.

Программа исследований макета состояла из экспериментов, предусматривающих уточнение его конструкционных параметров, обеспечивающих выполнение процесса нагрева жидкости с минимальными энергозатратами, а также определения удельного электропотребления для прокачки 1 кг воды на 1 кПа гидравлического сопротивления, Вт·ч·кПа/кг.

При исследованиях использовались средства, смонтированные на стенде, а также приборы и оборудование Центра энергоаудита, Государственного инженерно-экономического института [5]. В частности: ультразвуковой расходомер Portaflow 330, инфракрасный тепловизор Flir T335, инфракрасный термометр Testo 845, электрический счетчик «Меркурий» 230 АМ-02.

Суть исследований состояла:

- 1) из замеров времени работы циркуляционного насоса τ , ч; расхода воды, прокачиваемой через SAV-15 и макет, G , кг; потери давления ΔP , кПа; количества потребленной электроэнергии W , Вт·ч;
- 2) расчета по результатам замеров параметров удельного расхода электроэнергии $W_{уд}$ для прокачки 1 кг воды на 1кПа гидравлического сопротивления, Вт·ч·кПа/кг:

$$W_{уд} = W \Delta P / G_{\phi},$$

где W — количество электроэнергии, потребленной электродвигателем насоса в течение 1 ч, Вт·ч; G_{ϕ} — фактическое количество воды прокаченной через водонагреватель, кг; ΔP — разница между давлением воды до входа в нагреватель и после него, кПа;

- 3) занесения результатов замеров в табл. 2;
- 4) изображения в прикладной программе MathCAD 2001 графика зависимости удельного

Таблица 1

Сравниваемые характеристики SAV-15 и макета ИНЖС

Характеристика	Объект исследования	
	SAV-15	Макет
Гидравлическое сопротивление, кПа	16,5	1,2
Шаг между ребрами, мм	—	95
Высота ребра, мм	—	8,5
Толщина ребра, мм	—	1
Габариты (высота / диаметр), мм	1000 / 159	1000 / 159
Масса корпуса, кг	44	38
Масса индуктора, кг	48	48
Масса общая, кг	92	86

Данные параметров при испытании SAV-15 и макета

Продолжительность работы, мин	Исследуемый объект							
	SAV-15				Макет с винтовым оребрением			
	ΔP , кПа	G, кг	W, Вт·ч	$W_{удР}$, Вт·ч·кПа/кг	ΔP , кПа	G, кг	W, Вт·ч	$W_{удР}$, Вт·ч·кПа/кг
60	16,5	2280	210	0,0786	1,2	2520	220	0,0054

расхода электроэнергии $W_{уд}$ на прокачку воды через SAV-15 и макет (Вт·ч·кПа/кг).

Выводы

Результаты исследований по выявлению наиболее энергосберегающей конструкции электрического подогревателя воды показывают:

1. Для нагрева воды на санитарно-бытовые нужды и отопление целесообразно применение индукционных нагревателей, а для бойлерного подогрева воды — элементных (тэновых).

2. Применение оребрения индуктора и центрального канала снижает на 6,6 % массу нагревателя и как следствие его себестоимость.

3. Применение оребрения индуктора и центрального канала снижает в 13,75 раза гидравлическое сопротивление макета и как следствие

в 14,55 раз удельный расход электроэнергии на прокачку через него воды.

Список литературы

- Осокин, В.Л. Результаты экспериментально-теоретических исследований по разработке стенда испытаний подогревателей воды: монография / В.Л. Осокин. — Княгинино: ГОУ ВПО НГИЭИ, 2011. — 142 с.
- Пат. № 107360 РФ. Стенд для испытаний электрических подогревателей воды / Н.В. Оболенский, В.Л. Осокин, Ю.Е. Крайнов, С.А. Борисов, С.Б. Красиков. — Заяв. 29.03.2011, № 2011111913/28; опубл. 20.08.2011, Бюл. № 22. — 4 с.
- Художественно-конструкторское решение стенда для сравнительных теплотехнических испытаний электрических подогревателей воды. / Н.В. Оболенский [и др.] // Вестник НГИЭИ. Сер. технич. науки. — 2012. — Вып. 4 (11). — С. 24–32.
- Шамин, А.Е. Оребрение индуктора и центрального канала — путь снижения гидравлического сопротивления протеканию воды в ИНЖС / А.Е. Шамин, Е.Б. Миронов, С.Б. Красиков. — Киров: ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии, 2012. — С. 70–74.
- Шамин, А.Е. Центр энергоаудита в НГИЭИ / А.Е. Шамин, В.Л. Осокин // Вестник НГИЭИ. Сер. Технич. науки. — 2012. — Вып. 4 (11) — С. 4–12.

УДК 631.347

А.И. Рязанцев, доктор техн. наук

Н.Я. Кириленко, канд. техн. наук

А.В. Агейкин

Московский государственный областной социально-гуманитарный институт

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИВА ПОЛОСОВЫМИ ШЛАНГОВЫМИ ДОЖДЕВАТЕЛЯМИ НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ

В последние годы в стране наблюдается рост парка полосовых шланговых дождевателей [1]. Их доля в структуре парка техники полива Российской Федерации превышает 5 % при площади полива более 100 тыс. га. В перспективе данная техника может обслуживать до 20 % орошаемых земель.

Рынок подобных дождевателей в России представлен довольно широко и любой сельскохозяйственный производитель может подобрать себе шланговый дождеватель исходя из своих хозяйственных и почвенно-рельефных условий, но еще остаются вопросы по усовершенствованию полосовых шланговых дождевателей:

1. Изменение характера труда оператора за счет внедрения современной микропроцессорной техники и полной автоматизации полива.

2. Замена металлоконструкций новыми материалами, характеризующимися малой массой, высокой прочностью и отличными антикоррозионными свойствами.

3. Снижение потерь напора в полиэтиленовом шланге.

4. Повышение КПД и упрощение конструкции привода.

5. Улучшение качественных характеристик искусственного дождя и достижение более равномерного распределения по орошаемой площади в различных почвенно-рельефных условиях.

6. Значительное повышение срока службы шланговых дождевателей.

7. Совершенствование дождевателей для работы на сложном рельефе [2].