

Из анализа полученных экспериментальных данных следует, что при изменении величины воздушного зазора незначительно, но меняется значение напряжения начала пробоя Унач.пр, а значение напряжения пробоя Упр. практически не изменяется. Следовательно, значение напряжения пробоя не зависит от величины воздушного зазора.

#### Литература

1. Подпоркин, Г. В. Современная грозозащита распределительных воздушных линий 6, 10 кВ длинно-искровыми разрядниками / Г. В. Подпоркин, А. Д. Сиваев // Электро, 2006. – № 1. – С. 36-42.

2. Халилов, Ф.Х. Защита сетей 6-35 кВ от перенапряжений / Г.А. Евдокунин, В.С. Поляков и др.; Под ред. Ф.Х. Халилова, Г.А. Евдокунина, А.И. Таджибаева. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 2002. – 272 с.: с ил.

3. 2АМБ.169.001-01 РЭ Аппарат испытания диэлектриков «АИД-70М». Руководство по эксплуатации.

### **ХОЛОДИЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕДЯНОЙ ВОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ**

**А.В. Горовой, А.О. Добродей**

**Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь**

Цель исследования: модернизация холодильной системы получения ледяной воды для производства сыров.

Задачи – выведение из эксплуатации действующей холодильной системы для получения ледяной воды и ее оборотного водоснабжения, достигших морального и физического износа, с последующей заменой на современное оборудование; производство холода в объеме, удовлетворяющем потребность технологии производства сыров; снижение затрат энергоресурсов на производство холода.

Основное сырье для производства сыров – молоко, которое нужно очистить и охладить. Молоко можно охладить открытым и закрытым способами при помощи технологического оборудования: емкостей различной вместимости; пластинчатых и оросительных аппаратов. Главное условие при охлаждении – продолжительность процесса. Для наилучшего сохранения свойств молока необходимо мгновенное охлаждение. С этой целью используют пластинчатые теплообменники, где молоко в закрытом потоке за один проход через аппарат охлаждается до температуры примерно на 3 °С выше температуры хладоносителя, в качестве которого применяется ледяная вода.

Под термином «ледяная вода» подразумевается вода с температурой близкой к 0 °С – самый дешевый хладоноситель по сравнению с семейством гликолевых и солевых растворов и в полной мере отвечает всем требованиям,

предъявляемым к хладоносителям, используемым для охлаждения пищевых продуктов. Однако получение воды с такой температурой в пластинчатых или кожухотрубных теплообменниках сопряжено с риском ее замерзания и, соответственно, выходом из строя теплообменного оборудования.

Основные характеристики существующей холодильной системы для получения ледяной воды представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики существующей системы.

Показатель	Величина
Производство холода, физический объем – эквивалент холодопроизводительности одновременно работающих компрессоров	630 кВт
Потребляемая электрическая мощность в часы пиковой нагрузки	230 кВт
Количество аммиака в системе	817,5 кг

Технологический процесс производства ледяной воды в холодильной установке осуществляется по следующему циклу:

- нагревшаяся в технологическом оборудовании ледяная вода направляется в теплообменники-испарители, где охлаждается хладоагентом, испаряющимся по другую сторону теплообменной поверхности;

- хладоагент из теплообменников-испарителей в виде парожидкостной смеси направляется в отделитель жидкости;

- парообразный хладоагент из отделителя жидкости направляется в компрессоры на сжатие;

- сжатый парообразный хладоагент поступает в конденсатор, где конденсируется, отдавая тепло на испарение циркулирующей по другую сторону теплообменной поверхности оборотной воде;

- жидкий хладоагент после конденсатора дросселируется в поплавковом клапане и направляется в отделитель жидкости;

- жидкий хладоагент из отделителя жидкости направляется в теплообменники-испарители под действием сил гравитации.

Для увеличения эффективности работы холодильной системы приняты следующие технологические решения: использовать в качестве хладоагента аммиак; использовать для охлаждения ледяной воды охладитель жидкости (отделитель жидкости и два пластинчатых теплообменника-испарителя); применить двухконтурную схему циркуляции ледяной воды; использовать поршневые компрессорные агрегаты; использовать испарительный конденсатор с форконденсатором; применить для ледяной и оборотной воды насосные установки, буферные баки ледяной и оборотной воды включить в технологические блоки с насосными установками; установить частотные преобразователи на насосные и конденсаторные установки.

В связи с моральным и физическим износом существующей системы для получения ледяной воды выберем энергоэффективное холодильное оборудование требуемой производительности, которое должно обеспечивать:

- минимальные затраты электроэнергии на производство холода и достижения за счет этого снижения себестоимости производимой продукции;
- уменьшение количества аммиака в холодильной установке на единицу производимого холода.

Параметры выбранного оборудования в соответствии с необходимыми тепловыми нагрузками представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры выбранного оборудования.

Наименование и марка оборудования	Тепловая нагрузка существующей системы, кВт	Холодопроизводительность, кВт	Суммарный показатель, кВт	Мощность электродвигателей, кВт
Агрегат компрессорный V450	673	363,9	727,8	70
Охладитель жидкости GRA PXE 750 V-2-2/ NH <sub>3</sub> в составе:	673	750	750	-
Отделитель жидкости RSV-H 750NH <sub>3</sub>	673	750	750	-
Испаритель пластинчатый TL0500 LCGL500	673	360	720	-
Конденсатор VXC 250	868	949	949	13,5

Потребляемая мощность электродвигателей оборудования холодоснабжения, с учетом насосного оборудования составляет 182,74 кВт, объем холода, производимый оборудованием холодоснабжения, составляет 727,8 кВт.

Предлагаемые решения позволяют снизить уменьшить количество оборудования, обеспечивающего производство холода для системы ледяной воды. Так, количество компрессорных агрегатов холодильной системы с 4 комплектов снизилось до 2, количество единиц емкостного оборудования – с 3 до 1, теплообменного оборудования – с 7 до 3. Полностью выбывают из технологической схемы градирни. Общее количество насосов хладоносителя – ледяной и оборотной воды сохранилось практически на существующем уровне.

В состав аммиачной холодильной установки входят емкостные аппараты и трубопроводы, в которых при нормальных режимах работы содержится жидкий аммиак. В остальных аппаратах, сосудах и трубопроводах при нормальной работе холодильной установки аммиак находится только в парообразном состоянии. Плотность парообразного

аммиака почти в 1000 раз меньше плотности жидкого аммиака, поэтому в расчетах парообразный аммиак не учитывается. Общее содержание аммиака в существующей холодильной установке – 817,5 кг (таблица 1).

В состав аммиачной холодильной установки после модернизации входят следующие емкостные аппараты и трубопроводы, в которых при нормальных режимах работы, содержится жидкий аммиак (таблица 3).

Таблица 3 – Количество аммиака в аппаратах и жидкостных трубопроводах.

Наименование аппарата, трубопровода	Внутренний объем, м <sup>3</sup>	Уровень заполнения, %	Масса, кг
Жидкостный коллектор испарительного конденсатора VXC-250	0,243	20	28,8
Отделитель жидкости D800x2500	1,26	12	97,4
Испаритель пластинчатый TL0500	0,12	70	108,2
Трубопровод отсоса-слива от испарителей в отделитель жидкости	0,002	100	1,29
Жидкостный трубопровод от отделителя жидкости до испарителей	0,01	100	6,44
	0,0039	100	2,51
Жидкостный трубопровод от конденсатора до поплавка	0,047	100	27,9
	0,0039	100	2,31
Жидкостный трубопровод от поплавка до отделителя жидкости	0,002	100	1,29
	0,037	100	23,8
Итого			299,55
С учетом неучтенного жидкого аммиака в колонках датчиков уровня, запорной арматуре, маслосборителях и т.д. (k=1,05)			314,5

Необходимая и достаточная аммиакоемкость модернизированной системы для получения ледяной воды определена расчетом и составляет 314,5 кг, что на 503 кг меньше, чем у существующей холодильной системы для получения ледяной воды филиала.

Изменение удельных показателей энергоэффективности холодильной системы для получения ледяной воды в результате модернизации оценены по сравнению с существующим положением и приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Изменение удельных показателей холодильной системы в результате модернизации.

Сравниваемый показатель	Ед. изм.	Существующее положение	Результат модернизации	Баланс показателей
Расход электр. мощности на единицу производ. холода	кВт/кВт т	230/630=0,36 5	182,74/727,8=0,2 51	-31,2%

Расход электр. мощности на ед. производ. холода по компрессорн. оборудованию	кВт/кВт	$150/630=0,238$	$140/727,8=0,192$	-19,3%
Аммиакоемкость на единицу производимого холода	кг/кВт	$817,5/630=1,298$	$314,5/727,8=0,432$	-66,7%

Таким образом, предлагаемые мероприятия обеспечивают эффективность модернизации холодильной системы для получения ледяной воды за счет снижения энергоемкости производства холода.

#### Литература:

- Твердохлеб, Г.В., Диланян, З.Х., Чекулаева, Л.В., Шилер, Г.Г. Технология молока и молочных продуктов/ Г.В. Твердохлеб, З.Х. Диланян, Л.В. Чекулаева, Г.Г. Шилер// – М.: Агропромиздат, 1991. – 463с.
- Голубев, И.Ф., Кияшова, В.П. Теплофизические свойства аммиака/И.Ф. Голубев, В.П. Кияшова// – М.: Издательство стандартов, 1978 – 264с.
- Полевой, А.А., Монтаж холодильных установок/А.А. Полевой// – Спб.: Политехника, 2005. – 259с.
- Дытнерский, Ю.И., Основные процессы и аппараты химической технологии/Ю.И. Дытнерский// – М.: «Химия», 1991. – 495с.
- Дытнерский, Ю.И., Процессы и аппараты химической технологии Том 1/Ю.И. Дытнерский// – М.: «Химия», 1995. – 389с.
- Бобков, В.А., Производство и применение льда/В.А. Бобков// – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 233с.

### КАЧЕСТВО НАМОТКИ КРЕПОВЫХ НИТЕЙ НА ЭТАЖНО-КРУТИЛЬНЫХ МАШИНАХ КЭ-145-ШЛ

<sup>1</sup>Валиев.Г.Н.,<sup>2</sup>Орипов Ж.И..

<sup>1</sup>Узбекский НИИ натуральных волокон (к.т.н., с.н.с., учёный секретарь), <sup>2</sup>Ферганский Политехнический Институт (докторант).

В последнее время неуклонно растёт спрос на изделия из натуральных волокон, в том числе и из натурального шелка. Нити натурального шелка очень тонкие и прочные, обладают большой упругостью, хорошо окрашиваются, имеют приятный нежный блеск и обладают хорошими гигиеническими и потребительскими свойствами. Шелк является одним из древнейших, благородных и ценнейших видов текстильного сырья, а также единственного рода волокна, который имеет стойкость к микробиологическому разложению.