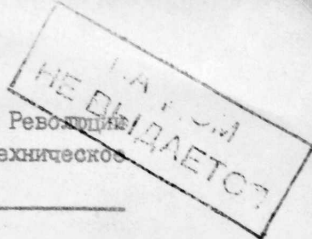


М 454542

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени высшее техническое
училище им. Н.Э. Баумана



На правах рукописи

КУРГАНСКИЙ ГЕННАДИЙ НИКОЛАЕВИЧ

УДК: 621.646:639.3.001.2

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОДНОЙ
СРЕДЫ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МАРИКУЛЬТУРЫ

Специальность: 05.04.03 - машины и аппараты
холодильной и криогенной техники и систем
кондиционирования

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МОСКВА - 1987

Работа выполнена в лаборатории акватории, контроля и управления средой Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор Подволоцкий Н.М.

Официальные оппоненты - доктор технических наук
Калнинь И.М.
- кандидат технических наук,
доцент Фролов Д.Д.

Ведущая организация - Всесоюзный научно-исследователь-
ский институт рыбного хозяйства
и океанографии, г. Москва

Защита диссертации состоится "15" 06 1987 г.
в "14" час. "00" мин. на заседании специализированного
совета К 053.15.07 в Московском высшем техническом училище
им. Н.Э. Баумана по адресу: Москва, Бауманская ул.,
д. 5.

ВЫШЕ:

Московского

М454542

У
с
д

Л. Козлов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. "Основные направления Экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года" предусматривают довести производство пищевой рыбной продукции до 4,4+4,6 млн. тонн в год. Сложность поставленной задачи заключается в том, что в последнее десятилетие сократились запасы многих традиционных объектов промысла, а их ежегодный вылов достиг почти предела [Моисеев, 1983]. Для сохранения рыбных запасов большинство прибрежных государств ввели 200-мильные экономические зоны и ограничение на промысел.

В создавшейся обстановке возрос во всем мире интерес к искусственному выращиванию морских организмов или марикультуре. Она получила интенсивное развитие во многих странах, а объемы производства её продукции превысили 8% добычи [Владовская, Павлов, 1985]. В нашей стране марикультура находится на этапе становления. Для её развития создана Межотраслевая комплексная целевая программа "Марикультура". Она призвана обеспечить разработку передовых технологий и дальнейший рост производства морепродуктов.

Дальневосточный регион СССР - главный рыбный цех страны, дающий около половины союзной продукции. Несмотря на благоприятные природные условия и наличие мощной добывающей и перерабатывающей базы, удельный вес продукции марикультуры не превышает 1%. Наибольшее распространение на Дальнем Востоке получили лососеводство и водорослеводство. Однако эффективность работы предприятий этих направлений ниже в несколько раз чем зарубежных [Моисеев, 1977; Рухлов, 1980].

Главной причиной замедленного развития марикультуры в нашей стране является отсутствие современных предприятий, позволяющих интенсифицировать производственные процессы. В XI пятилетке была осуществлена закупка ряда заводов за рубежом. Однако более суровые климатические условия и высокая стоимость импортного оборудования требуют значительных эксплуатационных затрат, что отрицательно сказывается на эффективности.

Средой обитания объектов марикультуры является вода. Поэтому основу предприятия составляют системы кондиционирования,



обеспечивающие требуемые параметры водной среды: её расход через бассейны, температурный и кислородный режимы, pH и др. Следовательно, актуальным и экономически целесообразным является создание систем кондиционирования для отечественных предприятий марикультуры на базе совершенного оборудования и энергосберегающих технологий.

Цель работы. Создание экономических систем кондиционирования водной среды для экспериментального и промышленного выращивания объектов марикультуры применительно к условиям Дальневосточного региона.

Методы исследования. Для решения поставленных задач были использованы теоретические и экспериментальные исследования, а также математическое моделирование с применением ЭВМ. Эксперименты проводились в лабораторных условиях и на промышленном предприятии в процессе подготовки оборудования к запуску в технологический процесс. Расчёты выполнялись на ЭВМ ЕС-1035.

Научная новизна. В работе решены следующие вопросы:

- разработана методика проектирования экономических систем кондиционирования среды на предприятиях марикультуры;
- предложена и защищена авторским свидетельством структурная схема гидросистемы для выращивания объектов марикультуры, разработан алгоритм расчёта её параметров, позволяющий определить рациональное размещение элементов и минимизировать затраты энергии на циркуляцию воды;
- на основе экспериментального изучения и математического моделирования определены коэффициенты массопередачи кислорода в проточных абсорбционных аппаратах для капельного режима течения жидкости, разработана методика расчета конструктивных параметров и схема управления с циклической подачей газовой фазы;
- разработана и защищена авторским свидетельством эффективная схема термоподготовки воды для завода марикультуры на базе компрессионных тепловых насосов;
- экспериментально определены основные характеристики теплонасосных установок, являющихся элементом системы кондиционирования среды предприятия марикультуры.

Практическая ценность заключается в следующем:

- разработаны инженерные методы расчёта систем кондиционирования, пригодные для практического проектирования предприятий марикультуры;

- предложена технологическая схема завода марикультуры, включающая отечественное энергосберегающее оборудование, являющаяся более экономичной по сравнению с известными ранее;
- результаты исследования могут быть использованы при модернизации существующих лососевых рыбопроизводных заводов.

Практическая значимость подтверждается копиями актов ведомственных испытаний разработанных систем и внедрением результатов исследования в промышленности.

Апробация работы. Основные материалы диссертационной работы были доложены и обсуждены на:

- XXV Юбилейной научной конференции ДВПИ (г. Владивосток, 1978);
- IV и VI Бассейновых семинарах по марикультуре (г. Владивосток, 1980 г., 1982 г.);
- III и IV Всесоюзных совещаниях по марикультуре (г. Владивосток, 1980 г., 1983 г.);
- II Всесоюзной конференции по энергетике океана (г. Владивосток, 1985 г.).

Разработки в виде макетов демонстрировались на четырех Международных выставках (г. Ленинград, 1980 г.; г. Токио, 1983 г.; г. Саппоро, 1983 г.; г. Ленинград, 1985 г.), выставке в ГОСПЛАН СССР (г. Москва, 1980 г.), ВДНХ СССР (г. Москва, 1982 г.), где автор был награжден серебряной медалью.

Реализация работы. Результаты исследований, защищенные авторскими свидетельствами №653489, №797625, №1017241, были использованы при создании комплекса по выращиванию рассады морской капусты и молоди лососевых на Экспериментальной базе марикультуры производственного объединения "Приморьрыбпром". Его использование позволяет перейти с двухгодичного на одногодичное выращивание морской капусты - ценного пищевого продукта и сырья для производства альгината натрия, интенсифицировать процесс выращивания лососей.

Публикации. Основные положения диссертационной работы изложены в трех авторских свидетельствах и четырнадцати опубликованных работах.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы из 164 наименований. Работа изложена на 134 страницах машинописного текста, 37 рисунках, 9 таблицах. Общий объем диссертационной работы - 223 страницы, включая приложения.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность создания экономических систем кондиционирования водной среды для заводов марикультуры на базе современного энергосберегающего оборудования. Отмечено, что марикультура в нашей стране только создается и внедрение передовых технологий позволит достичь высокорентабельного производства морепродуктов. Значительный вклад в развитие марикультуры внесли работы зарубежных ученых Дж. Бардача, Р. Кнёше, П.Б. Лиан, Р.Д. Спотта, Р. Уитона и других. Из отечественных исследователей необходимо отметить работы В.В. Лавровского, А.Л. Фридмана, в которых обоснована целесообразность управления расходами водной среды, её кислородным и температурным режимами.

В первой главе дан анализ конструктивных и технологических особенностей существующих в мировой практике систем кондиционирования водной среды на предприятиях марикультуры, которые включают в себя комплекс устройств управления расходом воды, температурным режимом, концентрацией растворенных газов, солёностью и т.д. Рассмотрена эффективность отечественных лососевых рыбоперерабатывающих заводов и предприятий, закупаемых за рубежом.

Отечественные заводы оборудованы проточными системами водоснабжения, которые требуют значительного количества чистой воды и не обеспечены управлением температурным режимом. Многократное использование воды невозможно без устройств, осуществляющих регенерацию. В технологических схемах заводов, закупаемых в Японии, предусмотрено лишь трехкратное использование воды, для чего последовательно установлен ряд насосов, обеспечивающих циркуляцию. Управление температурным режимом реализуется на базе котельных на жидком или твердом топливе. Вода, прошедшая термообработку и технологический процесс, сбрасывается обычно в природные водоемы. Это ведет к росту затрат энергии и стоимости продукции. Рассмотрены эффективные конструкции для промышленного выращивания пресноводных рыб и отмечено ограничение их применения в марикультуре из-за различий в солёности. Выполнен анализ известных методов управления расходом воды, концентрацией растворенных газов и температурным режимом в гидросистемах.

Исходя из задач развития марикультуры Дальневосточного ре-

гиона, на основе литературных данных, определены диапазоны и требуемая точность регулирования основных параметров водной среды.

Выполненный анализ позволил представить структурную схему современного предприятия марикультуры в виде блоков:

- управления параметрами водной среды (расход, температура, содержание кислорода, солёность и т.п.);
- выращивания, включающий бассейны с культивируемыми объектами;
- энергетического обеспечения и кондиционирования воздуха;
- регенерации воды для многократного её использования.

На основе анализа известных технических решений и рассмотренных технологических требований к системам кондиционирования определены задачи исследования:

- разработать структурную схему типовой гидросистемы для экспериментальных и промышленных предприятий марикультуры Дальневосточного региона;
- провести анализ методов расчета параметров гидросистемы и моделирование процессов перемещения жидкости в магистралах с целью минимизации затрат энергии;
- разработать структурные схемы управления технологическими параметрами водной среды, провести экспериментальное исследование и конструктивную разработку аппарата для управления кислородным режимом;
- создать экономичную систему термоподготовки воды для экспериментальных и промышленных предприятий марикультуры на базе теплонасосных установок;
- провести исследование эффективности использования теплонасосных установок в системах кондиционирования воды на экспериментальном предприятии марикультуры.

Во второй главе приведены результаты теоретических расчетов параметров гидросистем на основе метода балансовых уравнений. Учтены требования к качеству водной среды, скорость удаления загрязнений, эффективность очистки и степень рециркуляции. В результате расчёта определен оптимальный расход воды через бассейны при заданных конструктивных параметрах. На основе структурной схемы разработана многоцелевая гидросистема для экспериментального и промышленного выращивания объектов марикультуры. Она включает минимальное количество элементов, функциональная

взаимосвязь которых позволяет обеспечивать технологические потребности целого ряда объектов марикультуры. Система работает следующим образом. Вода, загрязненная продуктами жизнедеятельности и остатками корма, поступает из бассейнов в блок очистки, состоящий из набора последовательно установленных фильтров. Взвешенные частицы загрязнения удаляются на первой стадии очистки. Прощедшая очистку вода подаётся насосом через теплообменник в напорный бак, где интенсивно аэрируется для удаления азота и углекислого газа. В напорный бак поступает свежая вода с необходимой солёностью, где смешивается с рециркуляционной. Далее она насыщается кислородом и поступает в бассейны. Функционирование системы возможно при разноуровневой расстановке её элементов и правильном выборе конструктивных параметров. Расчёт гидросистемы основан на балансе материальных потоков в напорном баке, бассейнах и блоке очистки во времени

$$\begin{cases} Q_{св} + Q_n = Q_{пер} + \sum_{i=1}^n Q_{ni} \\ \sum_{i=1}^n Q_{ni} = \sum_{i=1}^n Q_{сли} \\ Q_n + Q_{св} = Q_{пер} + \sum_{i=1}^n Q_{сли} \end{cases} \quad (I)$$

где $Q_{св}$ - расход свежей воды, поступающей в систему;
 $Q_{ni}, Q_{сли}$ - расход подаваемой и сливаемой из бассейнов воды;
 $Q_{св}, Q_{пер}$ - слив воды из блока очистки и напорного бака;
 Q_n - расход воды, подаваемой насосом;
 n - количество включенных в систему бассейнов.

На основе баланса материальных потоков и заданных биотехнологией требований к качеству управления расходами воды разработан алгоритм и программа расчёта, реализованная на ЭВМ. Она позволяет найти оптимальные длины и диаметры трубопроводов во всех магистральных, уровни расстановки оборудования и мощность насосного агрегата при условии минимума затрат энергии на циркуляцию жидкости.

Изменение исходных уровней в системе может произойти вследствие увеличения или уменьшения расхода свежей воды. Модель этого процесса описывается системой уравнений

$$\begin{cases} S_n \frac{dh_n}{dt} = K_s V_c + \sqrt{A^2 - B} - \frac{B_1 - h_n}{R_{пер}} - \frac{B_2 + h_n}{R_{ж.п}} - A \\ 3 \cdot S_b \frac{dh_{бср}}{dt} = \frac{B_2 + h_n}{R_{ж.п}} - \frac{B_3 - h_{бср}}{R_{ж.с.п}} \\ S_{\phi} \frac{dh_{\phi}}{dt} = \frac{B_3 - h_{бср}}{R_{ж.с.п}} + \frac{B_1 - h_n}{R_{пер}} - \frac{B_4 - h_{\phi}}{R_{сб}} - \sqrt{A^2 - B} - A, \end{cases} \quad (2)$$

где $A = \frac{0,5 \cdot Q_1}{Q_2 - R_n}$;
 $B = \frac{Q_2 + h_n + h_r + R_{пер} Q_{пер}^2 + R_{ж.п} (\sum Q_{ж.п})^2}{Q_2 - R_n}$;

- S_n, S_b, S_{ϕ} - площадь напорного бака, бассейна, фильтра;
 $B_1 \div B_4$ - постоянные коэффициенты;
 K_s, V_c - доля подаваемой свежей воды и объем системы;
 $h_{бср}, h_n, h_{\phi}$ - средний уровень воды в бассейнах, уровень её в напорном баке и фильтре;
 h_n, h_r - потери напора в оксигенаторе и теплообменнике;
 $R_n, R_{пер}, R_{сб}$ - гидравлическое сопротивление магистралей нагнетания, перелива и сброса воды из системы;
 $R_{ж.с.п}, R_{ж.п}$ - эквивалентное гидравлическое сопротивление магистралей слива и подачи;
 Q_0, Q_1, Q_2 - размерные коэффициенты, полученные при аппроксимации паспортной характеристики насоса "напор-подача".

Анализ выражения 2 методом Адамса с помощью ЭЕМ показал, что гидросистема устойчива к колебаниям расхода свежей воды в диапазоне от 0 до 10% её объема в час. Свежая вода необходима для удаления загрязнений и является источником поступления кислорода. Многократное использование воды требует организации управления кислородным режимом.

В третьей главе выполнен анализ потерь кислорода в системе, где он расходуется на дыхание культивируемых объектов, окислительно-восстановительные процессы при очистке воды и т.д. Поскольку гидросистема нацелена на интенсификацию технологического процесса, а кислород является одним из главных лимитирующих факторов, то необходимы специальные устройства для аэрации воды. Расход кислорода, поступающего в гидросистему из уст-

роиств аэрации, при заданных условиях будет

$$R_k = 1,1 \cdot P_0(t) + \sum_{i=1}^n Q_{ki} [3,4 K_o K_p - 0,5 C_{kp} (1 - K_p)] + A \cdot \sum_{i=1}^n S_{ki}, \quad (3)$$

где $R_k(t)$ - потребление кислорода водными организмами в функции времени;

$K_o K_p$ - коэффициенты очистки и рециркуляции воды;

C_{kp} - равновесная концентрация кислорода в воде при атмосферном давлении;

A - коэффициент массопереноса кислорода с открытых водных поверхностей.

Изменение расхода кислорода в процессе выращивания требует организации управляемой его подачи в гидросистему. Известно, что одним из эффективных способов, позволяющих управлять кислородным режимом в широких пределах, является аэрация техническим кислородом. Реализуется этот способ путем включения в гидросистему абсорбционного аппарата в виде оросительной колонны, где поверхность контакта фаз образуется при движении потока жидкости. С целью получения расчётных зависимостей и создания структурной схемы управления было проведено моделирование и экспериментальное исследование аппаратов шести типовразмеров.

Математическая модель процесса включает материальный баланс, массоперенос для жидкой и газовой фаз

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum G_i = 0 \\ \Delta G_{kj} = K_{pk} \cdot F_p \cdot \Delta T_k \\ \frac{dC_k}{dt} = K_{Lk} \cdot (C_k^* - C_k) \\ \Delta G_{aj} = K_{pa} \cdot F_p \cdot \Delta T_a \\ \frac{dC_a}{dt} = K_{La} \cdot (C_a^* - C_a) \\ \Delta G_{kg} = p_k \cdot (V_{go} \cdot P_o - V_{gr} \cdot P_{k1}) \\ \Delta G_{ag} = p_a \cdot (V_{gr} \cdot P_{k1} - V_{go} \cdot P_{ko} - \Delta V_r), \end{array} \right. \quad (4)$$

где G_i - масса компонентов, проходящих через аппарат;

$\Delta G_{kj}, \Delta G_{aj}$ - изменение массы кислорода и азота в жидкой фазе;

$\Delta G_{K_2}, \Delta G_{A_2}$ - изменение массы кислорода и азота в газообразной фазе;

$K_{пк}, K_{па}$ - коэффициенты массопередачи кислорода и азота;

$\Delta T_K, \Delta T_A$ - модуль движущей силы для кислорода и азота;

K_{LK}, K_{LA} - коэффициенты пропорциональности;

C_K, C_K^*, C_A, C_A^* - текущая и равновесная концентрации кислорода и азота в жидкой фазе;

F_n - площадь поверхности массопередачи;

ρ_K, ρ_A - плотность кислорода и азота;

P_{K0}, P_{K1} - начальное и конечное давление кислорода в аппарате;

$V_{г0}, V_{г1}, \Delta V_{г}$ - начальный, конечный и разность объемов газа в аппарате.

На основе аналитического решения модели и экспериментального исследования были получены зависимости для определения коэффициента массопередачи через едичную поверхность

$$K_{пк} = \frac{(0,08 + 0,1) \cdot C_{кр}}{\sqrt{J_z}} \cdot (1 - e^{-3 \cdot 10^{-2} \sqrt{J_z}}), \quad (5)$$

где J_z - критерий Фруда.

Критерием эффективности аппарата является создание режима наиболее полного растворения кислорода в воде. Экспериментально определен диапазон допустимых перепадов давления газа в рабочей камере и разработана принципиальная схема управления с циклической подачей кислорода. Проведен анализ изменений давления в магистрали подачи с помощью ЭЕМ на базе программного комплекса ПА-6, созданного в МВТУ им. Н.Э. Баумана. Результаты расчетов показали устойчивость гидросистемы при трапецидальном изменении давления.

Для автоматизации гидросистемы в целом разработаны структурные схемы управления параметрами водной среды, включая температурный режим, расход свежей воды и солёность. Температура воды в гидросистемах регулируется за счёт управляемой подачи через теплообменники, стоящие в цепи рециркуляции, нагретого или охлажденного теплоносителя.

В четвертой главе рассмотрены вопросы управления температурным режимом на предприятии марикультуры. В качестве базового выбран комплекс для последовательного выращивания нескольких объектов: летом - рассады морской капусты, а зимой - молоди

тихоокеанских лососей. Энергетическое состояние такого комплекса может быть описано системой уравнений, включающих тепловой, влажностный и воздушный баланс

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n W_{mi} + W_T + W_B + W_u + W_{ж} - W_k \pm c_a \rho_a V_a \frac{dt_a}{dt} = 0 \\ \Delta y - \Delta k - \sum_{i=1}^n \Delta m_i = 0 \\ L_B + L_u - L_y = 0, \end{cases} \quad (6)$$

где $W_{mi}, W_{ж}, W_k$ - теплопритоки от гидросистем, электрооборудования и системы кондиционирования воздуха;

W_T, W_u, W_B - теплота, теряемая зданием путем теплообмена, инфильтрации и вентиляции в единицу времени;

ρ_a, c_a - плотность и теплоемкость воздуха;

$\Delta m_i, \Delta k, \Delta y$ - расход влаги, испарившейся из гидросистем, каналов и удаляемой из здания;

L_B, L_u, L_y - расход воздуха, поступающего за счет вентиляции, инфильтрации и удаляемого из здания;

t_a, V_a - температура воздуха в здании и его объем.

Решение системы уравнений 6 для любых параметров воздуха в здании аквариального комплекса и наружного, взятых из условий конкретного региона, позволяет определить требуемую мощность системы кондиционирования. Холодильная и тепловая мощность системы термоподготовки воды зависят от теплопотерь гидросистем, затрат теплоты на нагрев или охлаждение свежей воды и компенсации лучистой энергии искусственного освещения в единицу времени. Проведен анализ с помощью ЭВМ необходимых мощностей систем кондиционирования и термоподготовки в зависимости от параметров внутреннего воздуха для каждой из 36 декад года. Он позволил найти оптимальные температурные режимы по декадам

$$T_{в.опт.} = T_B (W_k + \sum W_{Ti}) = \min, \quad (7)$$

где $\sum W_{Ti}$ - суммарная тепловая мощность системы термоподготовки воды.

В результате анализа установлено, что в течение большей части года необходимы и нагрев и охлаждение, а в отдельные декады они соизмеримы. Это создало предпосылки для рационального использования тепловой энергии, т.е. перераспределения её

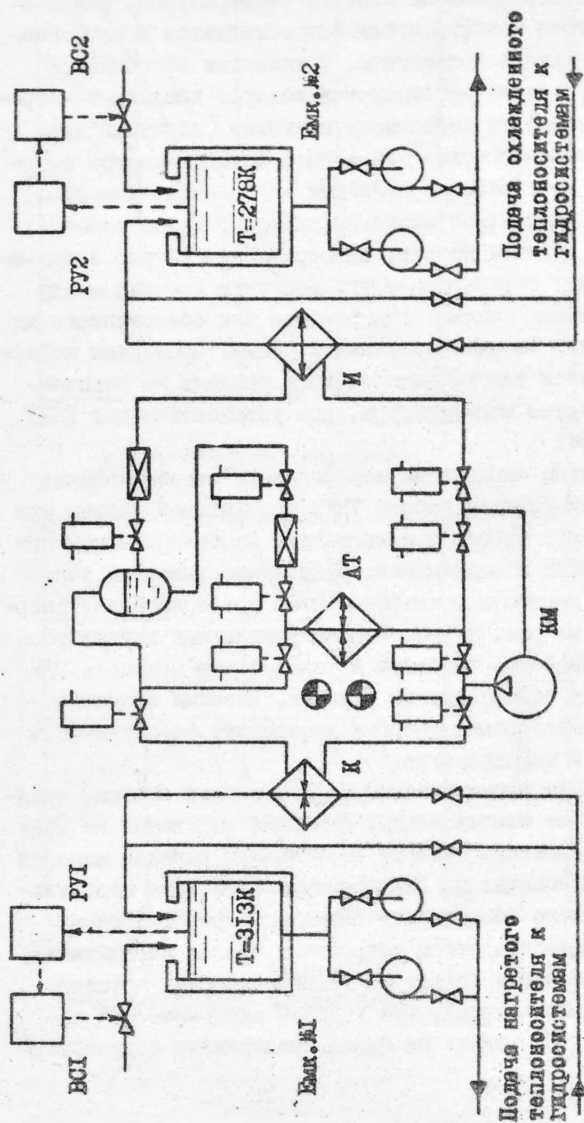


Рис. 1 Функциональная схема термоподготовки воды для предприятия маркультуры на базе компрессорных тепловых насосов

между гидросистемами. Для этих целей была разработана схема компрессионной теплонасосной установки (ТНУ), приведенная на рис. 1. В системе производится нагрев и охлаждение теплоносителей, с помощью которых обеспечивается температурный режим в гидросистемах. Нагрев теплоносителя осуществляется в конденсаторе ТНУ, а охлаждение в испарителе. В качестве источника низкопотенциального тепла используется воздух. Хладагент - фреон R-12. ТНУ работает по известному принципу (обратный цикл Карно). Реверсирование потоков хладагента осуществляется с помощью соленоидных вентилей, управляемых логическим блоком.

ТНУ обладает адаптивной системой выбора режимов работы: только охлаждение, только нагрев, одновременный нагрев и охлаждение. Это позволяет перераспределять тепловую энергию между работающими в различных режимах гидросистем или обеспечивать их температурные режимы за счет окружающей среды. Проведены исследования эффективности такого технического решения на экспериментальном предприятии марикультуры, где установлены две ТНУ мощностью по 40 кВт.

Экспериментально определены коэффициенты преобразования энергии в различных режимах работы ТНУ: холодильной машины при охлаждении, теплового насоса при нагреве и комбинированном при одновременном нагреве и охлаждении. Полученные значения тепловой и холодильной мощности и коэффициентов преобразования энергии ТНУ приведены на рис. 2 и 3. Экспериментальные характеристики позволяют определить тепловую и холодильную мощность ТНУ при любых известных температурных режимах. Высокие значения коэффициентов преобразования энергии доказывают эффективность использования ТНУ в марикультуре.

Проведена оценка экономической эффективности систем, предложенных в результате исследования. Она была выполнена на примере комплексного опытного цеха по выращиванию рассады морской капусты и молоди лососевых на Экспериментальной базе марикультуры производственного объединения "Приморрыбпром". Экономический эффект достигается путем сокращения сроков выращивания и снижения энергетических затрат на технологический процесс. Выполненные расчеты показывают, что годовой экономический эффект от применения ТНУ только на одном предприятии составляет более 50 тыс. руб.

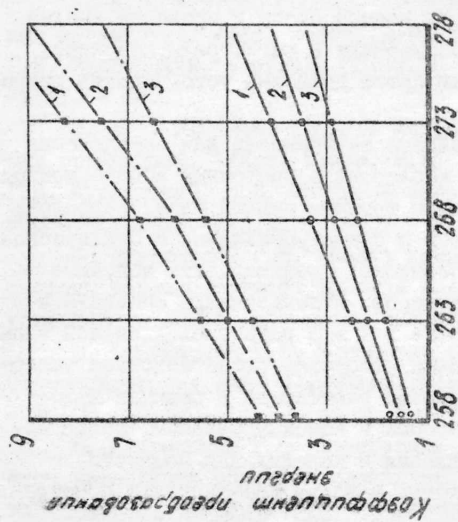


Рис. 2 Зависимости коэффициентов преобразования энергии для холодильного (—) и комбинированного (— · —) режимов от температур испарения при температурах конденсации: 1 — 303К; 2 — 308К; 3 — 313К.

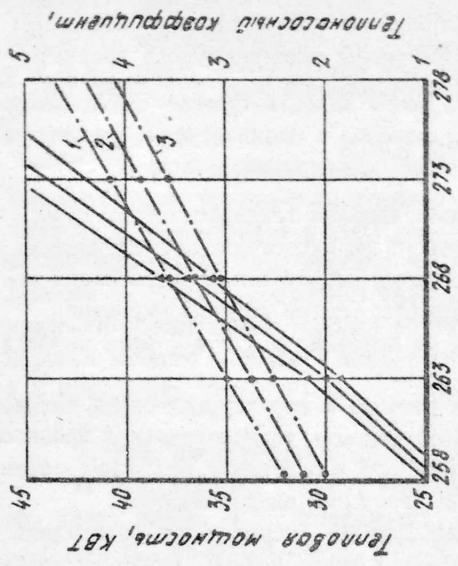


Рис. 3 Зависимости тепловой мощности (—) и теплонасосного коэффициента (— · —) от температур испарения при температурах конденсации: 1 — 303К; 2 — 308К; 3 — 313К.

Рассмотрены наиболее рациональные технологические схемы управления температурным режимом для лососевых рыбоперерабатывающих заводов. Экономичность использования энергоресурсов достигается за счет утилизации тепла сбрасываемой воды с помощью ТНУ.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. На основе проведенного анализа технологических схем, методов расчета и затрат энергии на существующих предприятиях марикультуры, а также выполненных исследований разработана методика проектирования экономичных систем кондиционирования водной среды. Использование её позволит в 1,5 - 2 раза снизить удельные энергозатраты.

2. Предложена методика расчета и структурная схема типовой гидросистемы, позволяющей осуществлять технологические процессы экспериментального и промышленного выращивания различных объектов марикультуры, защищенная авторским свидетельством.

3. Разработаны программы для ЭЕМ, позволяющие определить рациональное размещение элементов гидросистемы, минимизировать затраты энергии на циркуляцию водной среды и провести анализ переходных процессов при возмущениях в магистрали подпитки. Расчетным и экспериментальным путем доказана устойчивость гидросистемы к изменению расхода.

4. Экспериментально найдена зависимость для определения коэффициента массопередачи кислорода в проточных абсорбционных аппаратах при капельном режиме течения жидкой фазы. Разработана методика расчета аппаратов и схема управления с циклической подачей газовой фазы, что позволяет проектировать подобные устройства различных типоразмеров. Использование аппарата в гидросистеме позволяет снизить в 2 - 3 раза расход свежей воды.

5. Разработана и защищена авторским свидетельством теплонасосная установка, избирательно работающая в режимах холодильной машины, теплового насоса и комбинированном, когда используется одновременно тепловая и холодильная мощности.

6. Экспериментальным путем найдены коэффициенты преобразования энергии теплонасосной установки, имеющей реверсирование потоков хладагента, и доказана высокая эффективность их применения в системах кондиционирования воды предприятий мари-

культуры. Применение теплонасосных установок дает возможность сократить затраты энергии на управление температурным режимом в 1,5 + 4 раза. В результате исследования предложен также ряд экономичных технологических схем, позволяющих утилизировать вторичные энергоресурсы с помощью теплонасосных установок.

7. На основе выполненных исследований и других разработок Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии в 1983 году было создано предприятие по выращиванию рассады морской капусты и молоди тихоокеанских лососей на Экспериментальной базе марикультуры. Его проектные мощности обеспечивают годовой объем выпускаемой продукции: по морской капусте - более 5 тыс. тонн; по молоди лососевых - 1,5 млн. штук.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. А.с. №653489 (СССР). Установка для термоподготовки воды. /Авт. изобр. И.В. Проскуренко, Г.Н. Курганский. - заявл. 22.02.78 г., №2585124/23-06. //Б.И. - 1979. - №11.

2. А.с. №797625 (СССР). Устройство для выращивания морских организмов. /Авт. изобр. И.В. Проскуренко, Н.Д. Савин, Г.Н. Курганский. - заявл. 03.05.78 г., №2613077/28-13. //Б.И. - 1981. - №3.

3. А.с. №1017241 (СССР). Устройство для выращивания водных организмов. /Авт. изобр. И.В. Проскуренко, О.А. Нарыгин, Г.Н. Курганский, Н.Д. Савин. - заявл. 21.08.81 г., №3334732/28-13. //Б.И. - 1983. - №13.

4. Курганский Г.Н. Анализ энергетических показателей системы термоподготовки морской воды. //XXV Юбилейная научная конференция ДВПИ: Тез. докл. - Владивосток, 1978. - С.12-13.

5. Курганский Г.Н. К вопросу оптимизации энергозатрат на термоподготовку воды в марикультуре. //Известия ТИНРО. - 1979. - Т.103. - С.120-124.

6. Курганский Г.Н. Энергетика водоподготовки при заводском разведении объектов марикультуры. //Состояние и перспективы развития марикультуры на Дальневосточном бассейне. - Владивосток, 1979. - С.113-116.

7. Проскуренко И.В., Нарыгин О.А., Курганский Г.Н. Технология водоподготовки комплексного хозяйства марикультуры.

//Рыбное хозяйство. - 1981. - №12. -С.20-23.

8. Нарыгин О.А., Курганский Г.Н., Проскуренок И.В. Автономная система жизнеобеспечения в аквариуме. //Рыбное хозяйство. - 1982. - №9. -С.35-36.

9. Проскуренок И.В., Курганский Г.Н. К вопросу об оптимальном управлении процессами на лососевых рыбоводных заводах. //Марикультура на Дальнем Востоке. - Владивосток: Изд-во ТИНРО, - 1983. -С.147-151.

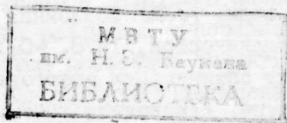
10. Курганский Г.Н. Управление кислородным режимом в системах водоснабжения заводов аквакультуры. //Марикультура на Дальнем Востоке. - Владивосток: Изд-во ТИНРО, 1983. -С.140-146.

11. Курганский Г.Н. Адаптивные теплонасосные системы термоподготовки воды в аквакультуре. //Научно-технические проблемы марикультуры: Тез. докл. IV Всесоюзного совещания. - Владивосток, 1983. -С.101-102.

12. Курганский Г.Н. Использование тепловых насосов для термоподготовки воды в марикультуре. //Холодильная техника. - 1984. - №3. -С.9-12.

13. Курганский Г.Н. Вопросы разработки экономичных преобразователей энергии для марикультуры. //II Всесоюзная конференция по энергетике океана: Тез. докл. - Владивосток, 1985. -С.79-80.

14. Курганский Г.Н. К вопросу о гидравлическом расчете систем водоподготовки в марикультуре. //Известия ТИНРО. - 1986. - Т.111.



ВД №08176. Подписано к печати 16.04.87. Заказ №107.
Тираж 100 экз. Объем 1,0 уч.-изд. л. Ротапринт ТИНРО
г. Владивосток, ул. Западная, 10