

УДК 621.565.92 : 339.372.7

Исследование и выбор наиболее эффективной модели судового рыбоохладителя

Б.В. Голубев, А.В. Шутов, Е.А. Глазунов

Факультет пищевых технологий и биологии МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования

Аннотация. В статье описана усовершенствованная конструкция модели универсального судового рыбоохладителя. Проведены исследования гидродинамического сопротивления фильтрации охлаждающей воды через слой муляжей рыбы. Показано, что данная конструкция существенно менее затратна в сравнении с предыдущей моделью. Кроме того, модель значительно облегчает систему трубопроводов и патрубков за счет исключения из неё тяжелых по весу вентиляей.

Abstract. The paper describes an improved design of the universal vessel refrigerant model. The researches of hydrodynamic resistance to filtering cooling water through a layer of fish patterns have been performed. It has been shown that the given design is less expensive in comparison with the previous model. Moreover, the model simplifies the system of pipelines and connections due to removal of heavy valves.

Ключевые слова: конструкция, модель, охлаждение рыбы, эффективность, морская вода, фильтрация

Key words: design, model, cooling of fish, efficiency, sea water, filtering

1. Введение

В течение последних двух лет сотрудниками кафедры технологического и холодильного оборудования технологического факультета МГТУ спроектировано и частично изготовлено несколько моделей рыбоохладителя. Устройство предназначено для исследования процесса фильтрации воды через слой муляжей рыбы различной формы.

При совершенствовании конструкции модели авторами было получено три патента. Сборка и испытания показали, что требуются дальнейшие изменения. В частности, модель, описанная в последнем патенте, полученном 10 марта 2012 г., является недостаточно удобной для проведения исследования процесса фильтрации воды через слои "рыбы" различной формы. Недостатки данной модели заключаются в сложности соединения пластмассовых труб с вентилями трубопроводов, а также достаточно высокой их стоимости.

На сегодняшний день разработана и изготовлена четвертая модель универсального судового рыбоохладителя с целью проведения гидродинамических исследований процесса фильтрации воды через слой "рыбы" различной толщины и при различных скоростях фильтрации.

2. Результаты модельных исследований процесса фильтрации воды через слой рыбы в бункере рыбоохладителя

Область научных знаний о гидродинамических сопротивлениях фильтрации воды через слой "рыбы" различной толщины и формы в литературе представлена недостаточно. Достоверные сведения практически отсутствуют. Из имеющихся источников (Голиков, 1977) известно, что в проведенных исследованиях использовались модели рыб из парафина, причем только одной формы.

В экспериментах, проведенных авторами, использовались муляжи из силикона, а также гибких пластмасс; были изготовлены "рыбы" различных размеров и видов (в формах камбалы, ерша, палтуса, представителей тресковых пород).

Для исследования процесса фильтрации охлаждающей воды через слои "рыбы" был выбран наиболее совершенный и экономичный тип рыбоохладителей, используемых на рыболовных траулерах типа "Атлантик 2", "Атлантик 488", "Моонзунд".

Для расчета модели рыбоохладителя очень важны данные о расходах воды и воздуха в натурном образце, т.к. на всех судах этого типа применялась эрлифтная система циркуляции воды в контуре "бункер – водоохладитель – бункер". В работе (Гликман, Голубев, 1972), а также в инструкции по эксплуатации натуральных рыбоохладителей на РТМ типа "Моонзунд" отмечено, что для использования эрлифтной системы прокачки морской охлаждающей воды используются ротационные воздуходувки для наддува дизелей. Производительность одной воздуходувки 300 кг/час воздуха. Одна воздуходувка работает на два бункера рыбоохладителей. 150 кг/час воздуха при начальном давлении 760 мм рт.ст.

(1 атм) и температуре плюс 20 °С сжимаются до 0,5 атм и подаются через коллектор с соплами под водоохладитель. При соотношении объема воздуха и воды, равного 1 к 3, объем воды, проходящей через трубчатые поверхности охлаждения со скоростью 0,26 м/с (Голубев и др., 2008), составляет 165 м³/час охлаждающей воды. Кратность циркуляции воды в контуре "водоохладитель – бункер – водоохладитель" составляет 13,8 час⁻¹.

С учётом масштаба, в котором выполнена модель, авторами была высчитана скорость фильтрации воды через слои муляжей рыбы. При допущении, что скорость фильтрации воды и кратность ее циркуляции повысятся до более высоких значений, было предусмотрено провести исследования потерь напора фильтрующейся воды при скоростях и кратности ее циркуляции, примерно такой, какая существует в настоящее время, а также при значениях, намного выше существующих.

При проектировании максимально удобной модели, в которой легко производить все необходимые измерения, были приняты следующие условия:

1. Подача воды осуществляется снаружи модели.
2. Модель изготовлена из оргстекла (это позволяет подкрашивать воду и следить за линиями тока воды в модели).
3. Удобно измерять потерю напора при фильтрации воды через слои "рыбы".
4. Удобно измерять расход воды.

3. Исследование гидродинамики рыбного слоя в модели рыбоохладителя

В более современной, усовершенствованной модели использованы пластмассовые трубы и патрубки последнего поколения, которые имеют быстро разбирающиеся и собирающиеся муфты. На этой основе авторами разработана модель системы подвода воды без использования вентиля, с отдельными патрубками и заглушивающими их пробками, выполняющими функции закрытого вентиля.

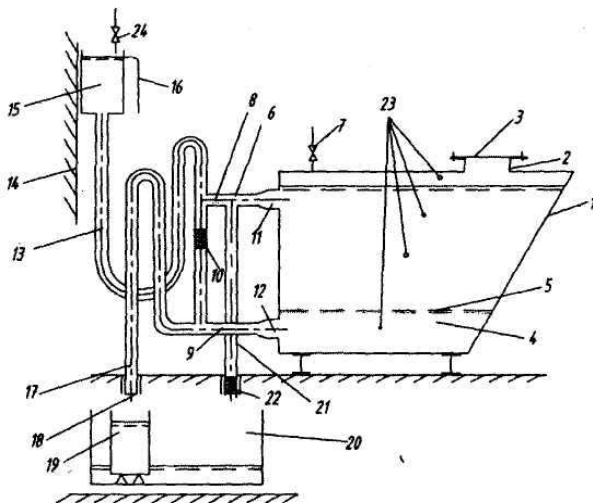


Рис. 1. Конструкция модели рыбоохладителя, с заглушками, с помощью которых осуществляется прямая циркуляция воды через слои "рыбы" (вода в бункере (1) подается сверху вниз).

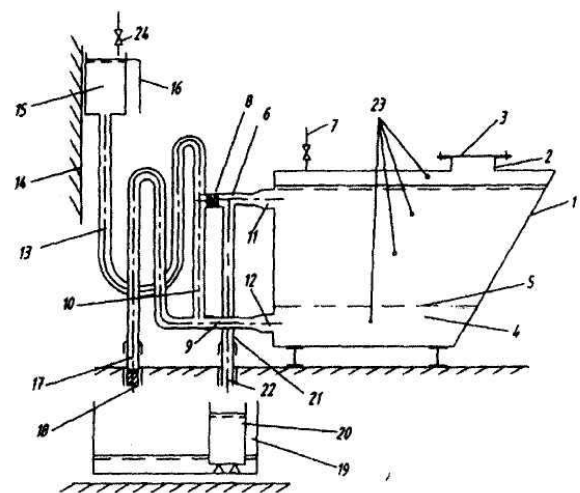


Рис. 2. Конструкция трубопроводов с заглушками, позволяющая воду для фильтрации проводить снизу вверх (обратная циркуляция воды).

1 – бункер; 2 – горловина для загрузки моделей рыб; 3 – крышка горловины; 4 – пространство под решеткой для подачи или слива воды через патрубок (12); 5 – решетка с сеткой, на которой лежат муляжи рыбы; 6 – патрубок, связывающий систему трубопроводов с патрубком для подачи или слива воды в бункер (1) вверх; 7 – воздушный краник для выпуска воздуха из бункера (1); 8 – патрубок, соединяющий систему трубопроводов и емкость бункера (1), может глушиться; 9 – патрубок, сообщающий систему трубопроводов и нижнюю часть бункера (1); 10 – патрубок с заглушкой; 11 – патрубок бункера (1) (верхний); 12 – патрубок бункера (1) (нижний); 13 – гибкий шланг, соединяющий расходную ёмкость и систему трубопроводов; 14 – направляющая для подъема и опускания расходной ёмкости (15); 15 – расходная ёмкость; 16 – сливной патрубок расходной ёмкости (15); 17 и 18 – сливные патрубки при прямой подаче воды; 19 – мерная ёмкость; 20 – сливная ёмкость; 21 и 22 – сливные патрубки при обратной подаче воды; 23 – отверстия в корпусе бункера для пьезометров; 24 – патрубок с вентилями для наполнения расходного резервуара.

Модель имеет емкость, заполненную слоем муляжей рыбы, изготовленных из силикона. "Рыба" лежит на решетке с сеткой, расположенной горизонтально у самого дна модели. Примыкающая к ней система трубопроводов с вертикальным напорным ресивером способна перемещаться вверх-вниз по специальному направляющему с фиксаторами. Гидродинамическую фильтрацию воды через слой "рыбы" можно проводить при подаче воды сверху или снизу.

При подаче воды сверху гидродинамическое сопротивление фильтрации резко возрастает. При подаче снизу, под слой "рыбы", поток воды разрыхляет слой, и гидродинамическое сопротивление фильтрации уменьшается.

В универсальной модели судового рыбоохладителя использован насос, позволяющий значительно увеличить скорость фильтрации воды через слои муляжей рыбы. Принцип работы насоса основан на законе сообщающихся сосудов.

На рис. 1 показана модель рыбоохладителя с двумя заглушенными патрубками. Вода из расходного резервуара (15) по трубопроводу (13, 8, 6) через патрубок (11) сверху подается в бункер (1) и, пройдя вниз через слои "рыбы", поступает под решетку с сеткой (5) в пространство (4). Далее отработавшая вода попадает через патрубки (12) и (9) в сливной трубопровод (17), а из него, через патрубок (18), который легко глушится пробкой, – в емкость (19) для слива отработавшей на фильтрации воды, или в мерный бак (20) для измерения расхода воды. С помощью пьезометров (23) определяется потеря напора воды, фильтрующейся через слои "рыбы".

На рис. 2 представлена модель рыбоохладителя после разборки трубопроводов. Заглушки поставлены на патрубках (18) и (8), в результате чего вода из расходной емкости (15) подается через гибкий шланг (13) в патрубок тройникового типа (9), а из него, через патрубок (12), – в пространство (4) под решеткой с сеткой. Теперь вода под напором через решетку с сеткой (5), поднимаясь вверх, фильтруется через слои "рыбы" в бункере (1). Наверху вода через патрубок (11), тройник (6) опускается вниз по трубопроводу (22), который также внизу может глушиться пробкой.

Отработавшая вода из патрубка (22) сливается в емкость (19) или в мерный бак (20) для измерения расхода воды.

Расходный резервуар (15) может свободно подниматься или опускаться в специальных направляющих (14), в результате чего можно изменять напор, под которым вода подается в бункер (1) модели рыбоохладителя для изменения скорости фильтрации воды через слои "рыбы".

4. Заключение

Разработанная модель рыбоохладителя позволяет проводить исследования гидродинамического сопротивления слоя "рыбы" различных форм и размеров при разных скоростях фильтрации воды и разных способах её подачи (сверху или снизу). Система всех трубопроводов легко разбирается и собирается (соединяется) с патрубками, имеющими заглушки в других местах, благодаря чему осуществляется реверс воды.

Данная конструкция существенно менее затратна в сравнении с предыдущей моделью. Кроме того, она значительно облегчает систему трубопроводов и патрубков за счёт исключения из неё тяжелых по весу вентиляей.

Модель рыбоохладителя позволяет получить данные, которые с помощью теории подобия можно распространить и на натуральные рыбоохладители.

На новую конструкцию модели рыбоохладителя подана заявка на изобретение.

Литература

- Гликман В.Г., Голубев Б.В. Предварительное охлаждение рыбы на рыбопромысловых судах. *Сборник центрального научно-исследовательского института информации и технико-экономических исследований рыбного хозяйства*, сер. 4, вып. 4, с.21-23, 1972.
- Голиков Ф.Д. Исследование предварительного охлаждения рыбы в комплексе с судовыми морозильными аппаратами. *Дис. ... канд. техн. наук. Астрахань*, с.42, 1977.
- Голубев Б.В., Шутов А.В., Кобылянский И.Г. Исследование гидродинамики потока охлаждающей морской воды в судовых рыбоохладителях методом электрогидравлических аналогий. *Мат. Междунар. науч.-практ. конф. "Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья"*, посвящ. памяти проф. Н.Н. Рулёва, 24-25 апр. 2008 г. Мурманск, МГТУ, 125 с., 2008.