

УДК 502/504:556.16

С. Н. САЛИЕНКО, Д. Н. НОВИКОВ

Общество с ограниченной ответственностью «ОСАННА», Энгельс, Саратовская область

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РЫБОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Представлены результаты численного моделирования условий работы рыбозащитных устройств водозаборов с использованием программного продукта SolidWorks + FloWorks. Целью исследований является оптимизация параметров криволинейного жалюзийного экрана рыбозащитного устройства для водозаборов полупогружных буровых установок «Северное сияние» и «Полярная звезда».

Рыбозащитное устройство, жалюзийный экран, кассета, численное моделирование, водоприемное окно, поток, струя, молодь рыб, борт, буровая платформа.

Современные технические средства позволяют оценивать инженерные решения на стадии выбора и обоснования вариантов, оптимизировать параметры конструкций в процессе проектирования для самых сложных условий функционирования объекта [1, 2].

Возможности численного моделирования структуры водного потока при оценке условий работы рыбозащитных устройств на базе программного продукта SolidWorks + FloWorks рассмотрены на примере плоского жалюзийного экрана с потокообразователем [3]. В настоящей работе представлены результаты моделирования, выполненные с целью оптимизации параметров криволинейного жалюзийного экрана для рыбозащитных устройств (РЗУ) водозаборов полупогружных буровых установок (ППБУ) «Северное сияние» и «Полярная звезда». Забор технологической воды суммарным расходом $0,4112 \text{ м}^3/\text{с}$ осуществляется через восемь кормовых водозаборных окон размером $0,774 \times 0,484 \text{ мм}$ каждая, расположенных в два яруса по высоте борта.

С учетом условий эксплуатации полупогружных буровых установок в качестве рыбозащитного устройства предложено использовать жалюзийный экран с

потокообразователем. Устройство представляет собой жалюзийную кассету, устанавливаемую на каждое приемное окно. Экран рыбозащитного устройства выполнен в виде ряда пластин толщиной 5 мм, установленных под углом 45° к плоскости экрана. Потокообразователь, предназначенный для отведения молоди рыб за пределы зоны влияния жалюзийного экрана, представляет собой трубу-коллектор с размещенными водоструйными насадками диаметром 6 мм, оси которых установлены под углом 18° к плоскости жалюзийного экрана. Расчетная скорость истечения струи из насадок потокообразователя составляет 5,0 м/с.

Необходимость оптимизации формы и конструкции жалюзийного экрана обусловлена тем, что проектируемое рыбозащитное устройство размещается на водозаборных окнах, расположенных на криволинейной части борта платформы. Установка в данных условиях плоского жалюзийного экрана повлекла бы за собой увеличение общих габаритов и веса устройства, возрастание волновых и ледовых нагрузок на него и на платформу в целом.

В результате анализа различных компоновочных и конструктивных

решений жалюзийных рыбозащитных устройств исследовали два варианта конструкции и размещения экрана, повторяющего изгиб борта.

Первый вариант: с креплением жалюзийной кассеты внакладку к борту платформы. Параметры жалюзийного экрана: число пластин жалюзи – 13 шт.; ширина пластин – 105 мм. Параметры потокообразователя: количество сопел – 6 шт.; шаг – 100 мм.

Второй вариант: размещение жалюзийной кассеты рыбозащитного устройства в плоскости кормовых водозаборных окон. Параметры экрана: число пластин жалюзи – 9 шт.; ширина пластин – 110 мм. Параметры потокообразователя: количество сопел – 8 шт.; шаг – 80 мм.

Изменение параметров жалюзийного экрана связано с тем, что компоновка РЗУ и условия его закрепления на водоприемном окне сказываются на размерах устройства.

В качестве инструмента для моделирования условий обтекания жалюзийного экрана РЗУ выбрана расчетная среда пакета Cosmos FloWorks программы SolidWorks.

На рис. 1 представлена структура течения потока в пределах жалюзийного экрана, полученная при расчете модели движения воды у экрана РЗУ по первому варианту.

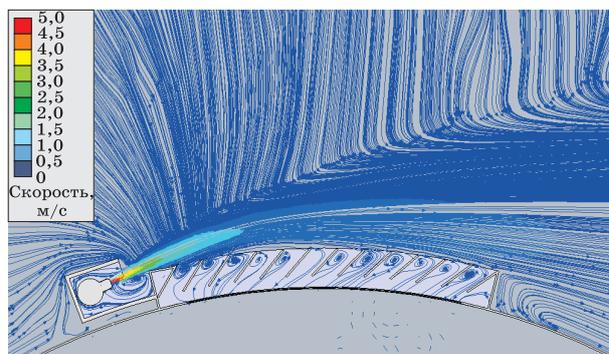
Анализ результатов расчета модели по данному варианту показал следующее:

в плоскости по оси потокообразователя происходит равномерное обтекание потоком жалюзийной поверхности на всей протяженности экрана (см. рис. 1а);

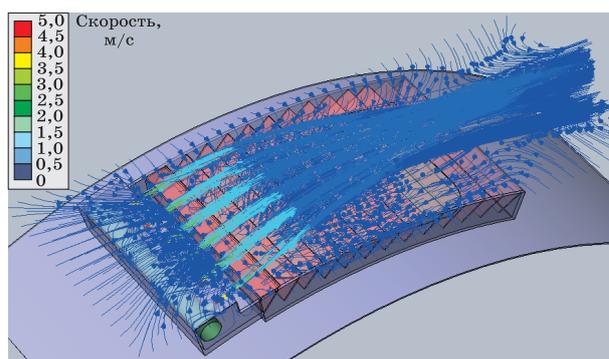
в пространственных условиях данная модель не обеспечивает полного покрытия жалюзийной поверхности струйной завесой (см. рис. 1б); это вызвано тем, что в результате взаимодействия струй, а также возникающей разницы давления между областью движения струй и окружающей жидкости происходит «свал» струй к осевой части экрана;

имеет место неравномерность распределения скоростей потока между жалюзийными пластинами, связанная с пространственной неравномерностью структуры потока на поверхности экрана;

в конструктивном отношении размещение кассеты по первому варианту на поверхности борта платформы затрудняет



а



б

Рис. 1. Обтекание криволинейного жалюзийного экрана по первому варианту: а – в плоскости по оси насадка потокообразователя; б – трехмерное обтекание

закрепление защитной крышки, устанавливаемой на период транспортировки платформы или ремонта насосного оборудования с целью обеспечения герметичности водоприемного окна;

выступ жалюзийной кассеты над бортом платформы на 130 мм усложняет эксплуатацию сооружения в ледовых условиях.

При использовании второго варианта компоновки улучшаются некоторые характеристики данного типа рыбозащитного устройства, в частности установка жалюзийного экрана в водозаборном окне дает возможность разместить стационарные крепления защитной крышки, а увеличение числа насадок на трубоколлекторе потокообразователя позволяет расширить границы сплошной гидравлической завесы. В то же время не удастся полностью устранить выступы элементов рыбозащитного устройства за пределы плоскости борта платформы, несмотря на то что потокообразователь максимально приближен к его поверхности.

На рис. 2 представлена структура движения потоков воды в зоне жалюзийного экрана, полученная по результатам

компьютерного моделирования по второму варианту.

Анализ результатов моделирования показал, что данная конструкция и компоновка жалюзийного экрана, а также размещение и параметры потокообразователя позволяют достичь следующих результатов:

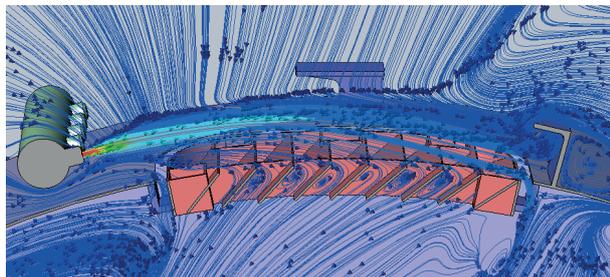
полного покрытия поверхности жалюзийного экрана струями;

улучшения условий для равномерного распределения скоростей потока между жалюзийными пластинами;

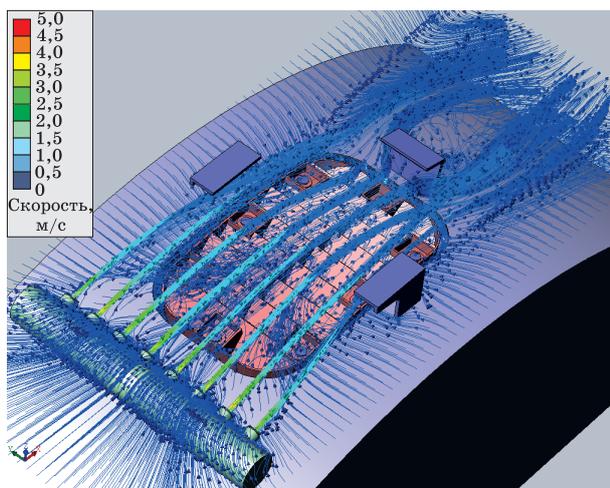
равномерности формирования вихрей вдоль гребней пластин, способствующих отведению молоди рыб;

эффекта отсутствия влияния элементов крепления защитной крышки на условия формирования завесы из струй;

снижения вероятности повреждения от ледовых нагрузок благодаря минимальному выступу данного рыбозащитного устройства от борта платформы, при этом сохранению удобства монтажа, закрепления защитной крышки, текущего обслуживания.



а



б

Рис. 2. Обтекание криволинейного жалюзийного экрана: а – в плоскости по оси насадка потокообразователя; б – трехмерное обтекание

Выводы

Принятая скорость истечения струй потокообразователя (5,0 м/с) обеспечивает условия отведения молоди рыб за пределы жалюзийного экрана, на границах которого скорость превышает критическую для молоди рыб, равную 0,2 м/с.

Компьютерное моделирование дает возможность проанализировать работу модели рыбозащитного устройства, что позволяет подобрать параметры РЗУ, оптимальные для конкретного водозабора, а также избежать в ряде случаев усложнения конструкции.

1. Абашеев О. Комплексный инженерный анализ с использованием семейства программных продуктов COSMOS // САПР и графика. – 2005. – № 4. – URL: <http://www.solidworks.ru/downloads/publications> (дата обращения 4.04.05).

2. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике /А. А. Алямовский [и др.]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

3. Новиков Д. Н., Салиенко С. Н., Михеев П. А. Оценка условий работы рыбозащитных устройств по результатам численного моделирования: Рыбоохранные мелиорации и сооружения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Современное состояние проблемы рыбозащиты и рыбопропуска, их роль в сохранении водных биологических ресурсов». – Новочеркасск: Лик, 2010. – С. 87–93.

Материал поступил в редакцию 26.01.12.

Салиенко Сергей Николаевич, генеральный директор

Тел. 8 (845) 375-48-28

E-mail: osannass@mail.ru

Новиков Денис Николаевич, инженер-программист

Тел. 8 (845) 375-48-28

E-mail: osannass@mail.ru