

При определении геометрической высоты всасывания НУ и назначении отметки оси рабочего колеса насоса наряду с вышеизложенными общими положениями следует учитывать особенности работы проектируемой насосной станции: обеспечение нормальной работы насосов оросительных насосных станций при их пуске и эксплуатации при минимальных уровнях НБ; возможности эксплуатации насосов вне зоны их рекомендуемой работы на оросительных автоматизированных насосных станциях подкачки; пуск в работу насосов осушительных насосных станций при максимальных уровнях НБ.

Геометрическая высота всасывания является не только кавитационной, но и строительной характеристикой НУ; уменьшение ее ведет к заглублению насосов и удорожанию всего узла машинного водоподъема. Анализ возможности возникновения кавитации с целью максимального использования положительной высоты всасывания насоса, выполненный для осушительных насосных станций, оборудованных низконапорными лопастными насосами, обладающими большой положительной высотой всасывания, превышающей колебания уровней в НБ, показал, что во многих случаях насосы можно заглублять не под минимальный уровень НБ, как это сейчас делается, а под максимальный. Это позволит сократить стоимость насосной станции и улучшить условия эксплуатации основных насосов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л о м а к и н А.А. Центробежные и осевые насосы. — М.; Л., 1966. — 364 с. 2. К а р е л и н В.Я. Кавитационные явления в центробежных и осевых насосах. — М., 1975. — 336 с. 3. Насосы осевые типа "О", "ОП" и центробежные вертикальные типа "В" // Каталог-справочник. — М., 1970. — 52 с. 4. Насосы центробежные и осевые / Минводхоз СССР. — М., 1972. — 72 с. 5. Насосы. Каталог-справочник. Главхиммаш, ВИГМ. — М., 1953. — 552 с.

УДК 639.2.061:621.65

А.Ф. АВДОНЬКИН, К.Ф. ЗЕЙДАЛЬ

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТВОДА РЫБЫ ОТ РЫБОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Исследования эффективности рыбозащиты на действующих сетчатых рыбозащитных сооружениях (РЗС) показали, что они удовлетворительно выполняют свою функцию только в том случае, если рыба, попавшая в сооружение, непрерывно выводится из него через рыбоотвод. Перекрытие рыбоотвода даже на некоторое время приводит к прижатию молоди к сетке и гибели [1, 2, 3]. Обеспечить течение воды в рыбоотводе можно несколькими способами, но при этом должно выполняться главное требование: устройство для отвода воды с рыбой (рыбонасос) не должно повреждать рыбу.

В ряде стран мира для гидротранспорта рыбы применяются центробежные, вихревые, канальные, шнековые, эрлифтные и струйные насосы [4...9].

Корпус многих известных типов центробежных рыбонасосов (ЦРН) выполнен в форме улитки, внутри которой находятся вал и рабочее колесо с одной, двумя или тремя лопастями. В СССР аналогичными являются насосы марок РБУ-150-2НП-2-ВН, РБУ-200АП, РБУ-250, РУП-3, А8-ИРЗП и др.

Рыбонасос РБУ-150-2НП-2-ВН предназначен для бессетового лова рыбы, отвода живой рыбы от РЗС, откачки рыбной молоди из выростных прудов. Корпус насоса снабжен двумя патрубками, ротор – трехлопастный, скорость вращения ротора – регулируемая. Максимальная длина перекачиваемой рыбы l_p при диаметре всасывающего патрубка $d_b = 150$ мм составляет 0,3 м, максимальная ширина рыбы $b = 0,075$ м, допустимая объемная концентрация рыбы в потоке воды $c \leq 30$ %.

Погружной рыбонасос РБУ-200АП имеет двухлопастный ротор, размещенный в корпусе, выполненном из сплава АЛ-2.

На базе РБ-200 был разработан насос РУП-3, отличающийся от прототипа тем, что его ротор выполнен из алюминиевого сплава, а корпус из стеклопластика. Использование легких и прочных материалов позволило уменьшить массу насоса.

Насос А8-ИРЗП сконструирован на основе РБ-200. Поверхность чугунного корпуса покрыта эпоксидной смолой.

Однако перечисленные центробежные рыбонасосы сильно повреждают рыбу (отрыв головы, надлом хвоста, сбой чешуи, разрыв плавательного пузыря), которая получает удары со стороны входных частей лопастей, вращающихся с большой скоростью, бьется о выступ корпуса (так называемый "язык"), трется о внутреннюю поверхность корпуса, подвергается воздействию вихрей в напорном патрубке. Умеренный процент поврежденной рыбы $\Pi = 5...6$ % возможен лишь в том случае, когда ЦРН работает в режиме с максимальным КПД. Отклонение от него ведет к росту повреждаемости до 10...23 [10] и даже до 56 % [11].

В значительной степени (до 20...28 %) повреждают рыбу и вихревые насосы марки ЭРНО-250.

Наряду с ЦРН фирмы США и Японии изготавливают насосы, рабочее колесо которых имеет спиральный канал, примыкающий одним концом вплотную к всасывающему патрубку. Вследствие отсутствия лопастей и тщательного изготовления проточной части корпуса насосы повреждают незначительную долю перекачиваемой рыбы ($\leq 2...3$ %).

Практически не травмируют рыбу разработанные в Перу насосы со шнековым ротором (рис. 1), способные перекачивать рыбу на расстояние до 1500 м. Однако насосы с канальными и шнековыми роторами в СССР не производятся.

Эрлифтный насос (ЭН) включает напорный трубопровод, на нижнем конце которого имеется перфорированная зона, заключенная в кожух с патрубком. Воздух в полость кожуха подается воздуходувкой, регулируется вентилем. Напор, развиваемый ЭН, определяется глубиной погружения напорного трубопровода и расходом воздуха через перфорацию. ЭН не содержит вращающихся или вибрирующих частей и поэтому минимально повреждает рыбу ($\Pi \leq 1...2$ %).

Недостатки ЭН: необходимость в воздуходувке или компрессоре, низкий напор, громоздкость, ограниченная область применения, обусловленная тем, что нижний конец напорной трубы ЭН, развивающего напор (например, 2,5...3,0 м), должен находиться на глубине примерно 11...15 м [7]. Обычно же глубина аванкамер, в которых устанавливаются РЗС, не превышает 4...5 м.

Научные исследования и практика [2, 3, 4] показали, что для отвода рыбы от сеток РЗС наиболее целесообразно применять струйные насосы с кольце-

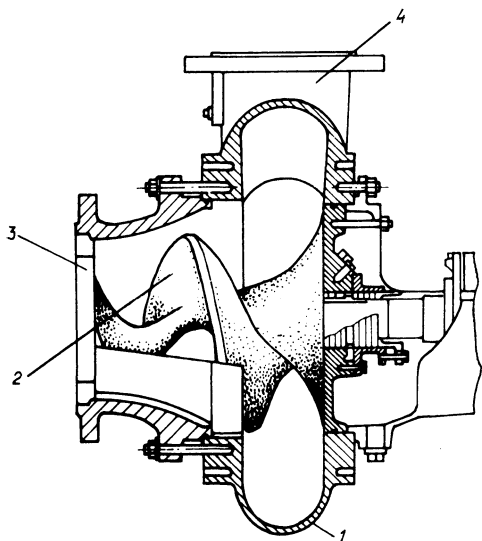


Рис. 1. Схема рыбонасоса со шнековым ротором:
1 – корпус; 2 – шнек; 3 – всасывающий патрубок; 4 – напорный патрубок.

выми соплами (СНКС), повреждаемость перекачиваемой рыбы ($P \leq 0,1\%$) [12]. Насосы могут работать от автономного рабочего насоса или, что особенно важно, за счет подвода воды из напорной линии насосной станции. Хороший эффект наблюдается при подаче в сопло СНКС одновременно с рабочей водой воздуха под давлением. Эта смесь образует пенообразную среду, предохраняющую рыбу от повреждений в процессе перекачки и обеспечивающую хорошие условия для рыбы при ее транспортировке на расстояния 1000...2000 м [7].

Основные недостатки СНКС – отсутствие приспособлений для регулирования режима работы и низкие допустимые напоры – 3...4 м [9]. При увеличении последних разность скоростей воды Δv в сопле v и во всасывающем патрубке $v_{\text{в}}$ превосходит допустимую $\Delta v^* = 8...12,5 \text{ м/с}$, что приводит к высокой повреждаемости рыбы.

В Белорусском политехническом институте разработан ряд конструкций СНКС, в которых устранены отмеченные недостатки [13...15]. Примером может служить насос, представленный на рис. 2 [16]. Он состоит из корпуса 1 с крышкой 7 и патрубками 12 и 9, всасывающего патрубка 16, жестко связанной с крышкой 7 камеры смешения 2, снабженной конфузурой 20, и диффузора 5. Внутри корпуса 1 находится подвижное кольцо 11, в центре которого закреплен конический патрубок 18, образующий с конфузурой 20 сопло 19. Приспособление для регулирования режима работы насоса включает винты 3 с шестернями 8, взаимодействующими с зубчатым колесом 6, охватывающим камеру 2 и имеющим возможность вращаться вокруг нее. Между кольцом 11 и дном 17 расположена камера 15, а между патрубками 16 и 18 – кольцевой канал 10. Патрубок 12 снабжен задвижкой 14 и трубопроводом 13. Зубчатая передача закрыта крышкой 4.

Рабочая вода, нагнетаемая в полость корпуса 1 через патрубок 9, создает на срезе сопла 19 и патрубка 16 разрежение, под действием которого в камеру смешения 2 по патрубку 16 РЗС поступает вода с рыбой, а по кольцевому

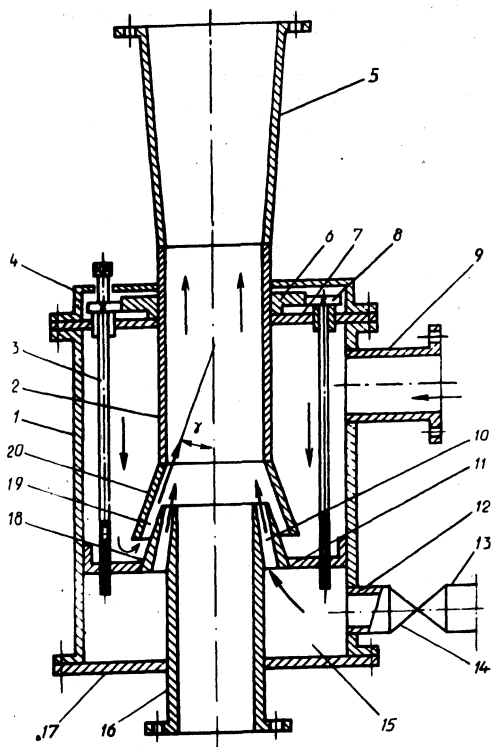


Рис. 2. Схема струйного насоса с буферным потоком.

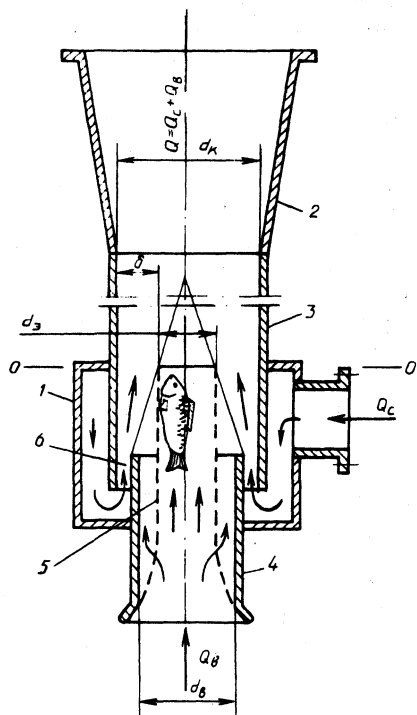


Рис. 3. Расчетная схема струйного насоса с буферным потоком:

1 – корпус; 2 – диффузор; 3 – камера смешения; 4 – всасывающий патрубок; 5 – экран; 6 – сопло.

зазору 10 – вода из камеры 15, куда она засасывается по трубе 13. Все три потока смешиваются между собой в камере смешения 2, из которой общий поток с усредненной скоростью поступает в диффузор 5, а затем в напорный трубопровод.

Поток воды, поступающий в камеру смешения 2 из зазора 10, выполняет роль кольцевого буферного потока, так как вытекающая из сопла 19 струя, прежде чем войти в поток, содержащий рыбу, смешивается с ним, существенно теряя свою первоначальную скорость. Такая струя оказывает на рыбу меньшее травмирующее действие.

Режим работы рыбонасоса для получения максимального КПД регулируется вращением винтов 3. Вращение винтов перемещает (вверх или вниз) кольцо 11 и связанный с ним патрубок 18, изменяя ширину сопла 19 и расход воды.

Используя задвижку 14, можно установить такой расход воды в зазоре 10, при котором скорость потока, смешивающегося непосредственно с водорыб-

ным потоком, будет соответствовать допустимым значениям для того или иного вида рыбы.

Расчеты показывают, что для СНКС с напором 7,5 м, но без буферного потока, разность скоростей Δv в месте встречи рабочего потока с рыбой равна 19...20 м/с (является недопустимой), а при наличии буферного потока, вытекающего из зазора l_0 шириной всего 10...12 мм, $\Delta v = 9...12$ м/с, т.е. лежит в допустимых пределах.

Наличие буферного потока снижает коэффициент полезного действия СНКС не более чем на 3...4 %. Однако это несущественно, если СНКС должен иметь напор в два раза больший, чем у используемых насосов такого типа. Предложенный насос может применяться для отвода рыбы от РЗС и извлечения ее из рыбоуловителей.

Расход воды в кольцевом канале шириной δ (рис. 3)

$$Q_{0-0}^* = Q_c + Q_b = v^* \frac{\pi (d_k - d_3)^2}{4}, \quad (1)$$

где Q_c – расход рабочей воды через сопло, м³/с; Q_b – расход воды через кольцевой канал шириной $(d_b - d_3)/2$; v^* – средняя скорость потока воды в канале шириной δ , м/с; d_k , d_b , d_3 – соответственно диаметры камеры смешения, наружного и внутреннего всасывающих патрубков, м.

Расход воды через кольцевой канал

$$Q_\delta = Q_b - v_b \frac{\pi d_3^2}{4}, \quad (2)$$

где Q_b – расход воды через всасывающий патрубок, м³/с; v_b – скорость потока во всасывающем патрубке, м/с.

Расход воды на срезе диффузора

$$Q = Q_c + Q_b. \quad (3)$$

После подстановки (2) и (3) в (1) получим формулу для расчета величины d_3 в виде

$$d_3 = 0,56K \left[\frac{\pi (v_b + \Delta v^*) d_k^2 - 4Q}{\Delta v^*} \right]^{0,5},$$

где $\Delta v^* = v^* - v_b = 8...12,5$ м/с – допустимая разность скоростей v^* и v_b , определяемая видом и возрастом перекачиваемой рыбы; $K = f(\xi)$ – коэффициент, учитывающий гидравлическое сопротивление потоку в кольцевом канале шириной $(d_b - d_3)/2$. Величина K определяется экспериментально и находится в пределах 0,8...0,9; а величины Q_c , Q_b , d_k , v_b и другие, характеризующие геометрические и режимные параметры СНКС, – по методике, изложенной в данном сборнике (см. с. 47)..

Описанные в статье конструкции отечественных рыбонасосов, применяемых в настоящее время, несовершенны и нуждаются в дальнейшем улучше-

нии. Струйные насосы, разработанные в БПИ, могут найти применение в рыбоводствах БССР и других республиках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цыпляев А.С. Исследования рыбозащитного сооружения в водозаборе Краснодарского рыбоводного завода // Рыбное хозяйство. — 1979. — № 6. — С. 23–24.
2. Малеванчик Б.С., Никоноров И.В. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. — М., 1984. — С. 256.
3. Порядин А.Ф. Устройство и эксплуатация водозаборов. — М., 1984. — С. 184.
4. Зарубежный опыт биологического и инженерного обоснования конструкций рыбозащитных устройств водозаборных сооружений / Обзорная информация ЦБНТИ. — 1982. — Вып. 7. — С. 56.
5. Кадников В.Б., Цыбушкин М.Б., Братковский В.А. Погружная рыбонасосная установка РУП-1 // Рыбное хозяйство. — 1971. — № 4. — С. 48–51.
6. Ковалев В.М., Волошко А.А. Эрлифты в рыбном хозяйстве. — М., 1978. — С. 64.
7. Рыбонасосная установка "Foamflo" / Экспресс-информация ЦНИИТЭИРХ. Рыбное хозяйство. Сер. Промышленное рыболовство. — 1984. — Вып. 9. С. 15.
8. Гриб В.К., Морев А.Н. Комплексная механизация прудового рыбоводства. — М., 1973. — С. 309.
9. Авдонькин А.Ф., Зейдаль К.Ф., Свистунов В.К. Расчет струйного рыбонасоса с кольцевым соплом // Водное хозяйство и гидротехн. стро-во. — 1985. — Вып. 16. — С. 41–45.
10. Фонарев А.Л. Оптимальные режимы работы лопастных рыбонасосов, особенности движения рыбы в канальных насосах // Тр. КТИРПиХ. — 1982. — Вып. 100. — С. 3–26.
11. Пинчук М.А. Исследования повреждаемости объектов лова центробежными рыбонасосами при последовательной работе на сеть // Тр. КТИРПиХ. — 1982. — Вып. 100. — С. 30–36.
12. Докучкин М.М., Муравенко Т.А. Струйный аксиальный насос // Рыбное хозяйство. — 1985. — № 9. — С. 65–66.
13. А.с. 4274129/31-13 СССР. Рыбонасос / А.Ф. Авдонькин, К.Ф. Зейдаль.
14. А.с. 4286136/25-29 СССР. Струйный насос / А.Ф. Авдонькин, Е.М. Иштугин, К.Ф. Зейдаль.
15. А.с. 4286139/25-29 СССР. Рыбонасосная установка / А.Ф. Авдонькин, К.Ф. Зейдаль.

УДК 628.88

И.П. ВОПНЯРСКИЙ, А.Н. СИДОРОВ,
А.В. МОЛОЧКО

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЫБОЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА

Задача очистки сетчатого полотна в процессе работы рыбозащитного устройства (РЗУ) конструктивно простыми, недорогими и эффективными средствами еще не решена.

Предлагаемое нами устройство (рис. 1) является по своей сути оптимальным вариантом гидравлической флейты, но фронт струи вдоль образующей непрерывный, не требует питательного насоса. Кроме того, нет сложного подвода жидкости к вращающимся частям устройства [1].

Очистным элементом цилиндрического рыбозащитного устройства (ЦРЗУ) является наклонная вращающаяся пластина 1, расположенная на минимальном расстоянии от сетчатого полотна 2 и укрепленная на валу 5. Фактически это укороченная лопатка динамического насоса. Наклонные пластины приводятся во вращение автономно внешним двигателем или турбинкой 4 с направляющим аппаратом 3, установленной на валу пластин и вращаемой потоком от-