

Рамзиль Салахович КАРИПОВ¹

УДК 556

ПОДЛЕДНАЯ АЭРАЦИЯ ЗАМОРНЫХ ОЗЕР ЗАУРАЛЬЯ

¹ главный технолог, Южно-Уральский
государственный университет (НИУ)
(г. Челябинск)
karipovrs@susu.ru

Аннотация

В статье описывается инновационный способ подледной аэрации зимовальных ям заморных рыбных водоемов Зауралья, обеспечивающий оперативный и эффективный отлов товарной рыбы в условиях ледостава и сохранения молоди в зимовальных ямах до схода льда. Распределение внутренних водоемов России через аукционные и конкурсные процедуры в частные руки, согласно Федеральному закону «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», активизировало деятельность пользователей — рыбохозяйственных организаций — в направлении более эффективного использования природных ресурсов с инвестированием значительных финансовых средств на мероприятия по улучшению условий развития ихтиофауны, сохранения биоресурсов с целью повышения продуктивной отдачи водоемов, рентабельности и окупаемости вложений для извлечения прибыли. Мощная естественно возобновляемая кормовая база сравнительно неглубоких и непроточных прогреваемых озер Зауралья обеспечивает быстрый рост поликультуры, что при благоприятных условиях позволяет извлечь прибыль уже в текущем году.

Однако высокий уровень заморности большинства озер Зауралья, носящий постоянный или периодический характер, вносит в рыбохозяйственную деятельность свои коррективы. Мероприятия по снижению заморности можно условно разделить на летне-осенние (до ледостава) и зимне-весенние (в период ледостава). Летне-осенние биотехнические мероприятия хорошо описаны в литературе, в специализированных

Цитирование: Карипов Р. С. Подледная аэрация заморных озер Зауралья / Р. С. Карипов // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2017. Том 3. № 4. С. 24-37.

DOI: 10.21684/2411-7927-2017-3-4-24-37

журналах, материалах конференций и патентах. Это и рыхление сапропелевого ила, углубление водоемов, внесение химических веществ с целью корректировки химического состава воды, аэрация стоячей воды, создание водоемов-спутников с зимовальными ямами и проточными каналами и т. д. Мероприятия по сохранению поликультуры, в особенности более уязвимой молоди рыбы в зимнее время, в период формирования на озерах ледяного купола в условиях дефицита кислорода и выбросов вредных газовых соединений описаны в недостаточной степени и часто необъективно без учета физических законов и явлений. В настоящей статье описан новый эффективный способ снижения заморности озер с помощью подледной аэрации зимовальных ям.

Ключевые слова

Аэрация, заморные озера, кислород, метан, сероводород, углекислый газ, сеголеток, рыба, планктон, ил, диффузия, гидравлическое аэрационное оборудование, гидродинамика, давление, майна, эффективность.

DOI: 10.21684/2411-7927-2017-3-4-24-37

Введение

Рыбоводную и рыболовную деятельность в Зауралье можно приравнять к отрасли сельского хозяйства, относящейся к зоне неустойчивого земледелия. Хорошие урожаи зерновых могут сменяться неурожайными засушливыми годами, или того хуже: отлично выращенный урожай зерновых гибнет в результате затяжных осенних дождей, неожиданно сменившихся снегопадами. Так и с рыбохозяйственной деятельностью: хороший рыбный год сменяется засушливым заморным летом, когда подращенная молодь в раз погибает в одну ночь, покрывая к утру всю поверхность акватории, или тонет на дне водоема, создавая экологическую катастрофу.

Палящее знойное солнце, продолжительный штиль, вспышка роста синезеленых водорослей, перегрев воды, в особенности мелких озер, выбросы сероводорода и метана, резкое снижение концентрации кислорода в воде — это и есть факторы, ведущие к фатальному падежу уязвимой молоди рыбы, в особенности семейства сиговых.

Если же молодь сохранилась, нагулялась до товарных размеров (веса), то промысловики предпринимают все меры для максимального отлова товарной рыбы в период путины еще до начала шуги или ледостава.

Однако и здесь есть свои нюансы. А что если молодь не достигла товарной навески из-за слабой кормовой базы или неправильно рассчитанного или умышленного с целью получения дополнительной прибыли сверхнормативного перенаселения в период зарыбления личинкой, мальком, подращенным сеголетком, беспокойства из-за наличия хищника (гольяна, верховки), а также сменяющихся один другого циклов перепадов давления, когда рыба болеет, не кормится, стоит косяками на месте неделями и недорослью уходит на зимов-

ку под лед? Хорошо, если на водоеме проведены гидротехнические (углубления, мелиоративное рыхление сапропелевого ила, гидрохимическая корректировка состава воды внесением извести и т. д. [1-3]) и гидробиологические работы с внесением саморазмножающихся водорослей, выделяющих кислород, а осень выдалась дождливой, ветреной, штормовой и холодной, когда вода очищается, освобождаясь от растворенного в ней метана, сероводорода и углекислоты, водоросли и гумус выбрасываются на берег, а охлажденная вода насыщается кислородом. Тогда промысловикам остается только молиться, чтобы зимой не произошло фатального выброса сероводорода или метана и хватило кислорода до схода льда. Но сегодня мы живем в другое время, и нам нечего ждать милости от природы. И если по каким-либо причинам рыбаки не смогли отловить рыбу в путину, то промысловики обязаны ее доловить уже по льду или сохранить до схода льда весной.

Аэрация озер в период ледостава

Как известно, в водоемах Зауралья в зимний период ледостава при понижении растворенного кислорода в воде рыба концентрируется в естественных углублениях озер, так называемых «зимовальных ямах».

Однако даже при небольшой толщине придонного ила, окислительные процессы гниения органики, сопровождающиеся поглощением кислорода и газообразованием в виде соединений углерода, сероводорода и метана негативно сказываются на ихтиофауне. Одновременно с этим массовое скопление многовидового сообщества рыбного населения в таких ямах способствует повышенному расходу кислорода и последующему снижению его концентрации в воде. В случае с заморными [4] водоемами, которые постоянно и периодически случаются в регионах Зауралья, значительные по площади и составляющие порядка 65% от общей рыбопромысловой площади озер [5], ситуация еще более обостряется по сохранению ушедшей под лед рыбы. Озера, характеризующиеся постоянной заморностью, определяются следующими признаками:

- средняя глубина водоема не превышает 1,2-1,9 м;
- бурный рост водорослей и зарастание акватории водными растениями, препятствующими проведению на водоеме биотехнических мероприятий, включая выкашивание тростника, боронование дна и т. д.;
- достаточная толщина многолетнего сапропелевого ила, покрытого подтопленным свалившимся тростником и погибшей растительностью в стадии гниения и брожения с постоянным выделением газообразных соединений метана и сероводорода.

Обитателями таких озер, как правило, является местный разнообразный тугорослый карась (золотистый, черный, реже серебристый), который приспособлен к экстремальным условиям выживания. На таких озерах отлов рыбы ведется обычными сетями и фитилями, и они не имеют промыслового значения, так как биотехнические мероприятия порой являются бессмысленными в виду их нерентабельности.

Озера с периодичной заморностью могут обладать следующими признаками:

- средняя глубина центральной открытой части акватории озера, занимающей не менее 35-50% всей площади водной поверхности, составляет более 2 м и свободна от растительности;
- дно относительно ровное с углублениями до 3,5-4 м без наличия наслоений погибшего камыша, толщина сапропелевого ила не превышает 15-20 см;
- погодные условия перед ледоставом характеризуются наличием или отсутствием дождей, штормовой ветреной погоды, а после ледостава — глубиной снежного покрова еще до наступления экстремально низких температур.

В Зауралье годы с безветренной осенью и бесснежной зимой, как правило, являются заморными, так как еще до ледостава вода обеднена кислородом, а в морозы лед быстро нарастает толщиной более 1 м что значительно снижает эффективную глубину водоема, еще более сокращая запасы кислорода.

Известные способы, включая создание глубоких водоемов-спутников и сообщающих каналов с аэрацией и течением воды, а также установка турбоаэраторов на скованных льдом озерах для оперативного отлова рыбы товарных навесок и сохранения молоди до вскрытия озер весной, не нашли широкого распространения по следующим причинам:

- высокая трудоемкость изготовления и стоимость гидротехнических сооружений (рытье глубоких водоемов-спутников и неперемежающихся каналов) на каждом заморном водоеме;
- установка стационарных дорогостоящих мощных турбоаэраторов с прокладкой электрических кабельных линий или поставкой ГСМ для их работы на каждом заморном водоеме;
- подледное взболмучивание воды (смешивание воды с иловыми отложениями за счет создания турбулентных вращающихся потоков водяных струй). Взболмучивание негативно сказывается на жаберно-дыхательной системе рыб (по аналогии с подледной ловлей закидными неводами, когда сапропелевый ил забивает жабры) и создает стресс от шума, вибрации, явлений кавитации (всхлapyивании пузырьков воздуха), мутных потоков и электрических разрядов, пугающих и травмирующих рыбу. Известно также, что подледная ловля рыбы закидными неводами, в особенности на водоемах со значительными сапропелевыми иловыми наслоениями, оборачивается для оставшейся подо льдом неотловленной рыбы настоящей катастрофой, так как не охваченная крыльями или сбегавшая из мотни закидного невода рыба, скорее всего, обречена на травмы, болезни и гибель. В результате неотвратимо фатального подледного газообразования из-за значительных смещений грузами и нижними поводками невода многолетних иловых отложений, ранее сконцентрированных в виде пузырьков в толще гниющих водорослей и разлагающегося гумуса, последние мигрируют в толщу воды и под лед, пересыщая ее вредоносными газовыми соединениями и образуя под-

- ледные метановые и сероводородные пузыри. Измерения концентрации кислорода в воде показали, что уже через несколько дней уровень кислорода в местах активной рыбалки с использованием закидных неводов падает в несколько раз, что является роковым для существования не только ценных видов рыб, но и разновидностей планктона;
- недостаточная эффективность аэрации в силу законов гидродинамики из-за не сжимаемости жидкости не позволяет обогащенной кислородом воде создавать в стационарной жидкой среде направленные протяженные потоки для обогащения кислородом застоявшихся, удаленных от майны водных пространств, смежных с потоками масс воды. Кроме того, основные потоки воды в силу того же закона гидродинамики будут преимущественно направлены по наименьшему сопротивлению, т. е. по короткому пути, многократно возвращаясь к аэратору и пересыщаясь кислородом в ограниченном объеме водной среды;
 - недостаточная эффективность очищения воды от растворенных и не растворенных в воде пузырьков отравляющих газовых соединений, а также не достаточное по концентрации насыщение воды кислородом за счет кратковременного поверхностного взаимодействия на границе сред вода — воздух.

Под эффективной аэрацией [6] следует понимать взаимодействие всего объема движущейся воды с контактирующим кислородом воздуха, когда все слои воды, перемешиваясь в водовороте, неоднократно должны пройти цикл отделения пересыщенных газообразных соединений, растворенных в воде при контакте с воздухом с одновременной фатальной диффузией кислорода в обедненную кислородом воду. Большинство аэраторов, основанных на известных принципах, не обеспечивают должной эффективности аэрации обширных подледных объемов воды в силу ее несжимаемости и, как следствие, фактически ограничены акваторией образовавшейся аэрацией майны, работая по принципу «из пустого в порожний». Кроме того, площадь майны мало зависит от продолжительности аэрации, а в основном определяется мощностью привода аэратора, что связано с большими энергозатратами. Предлагаемый способ свободен от указанных выше недостатков и технически реализуется следующим образом (рис. 1, рис. 2).

После установившегося на заморном озере ледяного покрова толщиной более 40 см, который формируется уже в декабре, определяется один из центров зимовальной ямы (на озере зимовальных ям может быть одна или несколько). В шахматном порядке в радиусе 100-120 м от центра зимовальной ямы ледобуром сверлятся сквозные до воды лунки с шагом 20-25 м для удаления собравшихся подо льдом пузырей метана, сероводорода и других вредоносных газовых соединений. Если лед покрыт снегом, то места пропиливания майн и протяженных штробов — желобов очищаются от снега лопатой. В помеченном месте во льду прорубают, пропиливают или бурят сквозную центральную майну сечением не менее $0,12 \text{ м}^2$. В равноудаленных по отношению к центральной майне противоположных направлениях формируют аналогично две или более периферийных майн на расстоянии от 50 до 100 м, как показано на рис. 1.

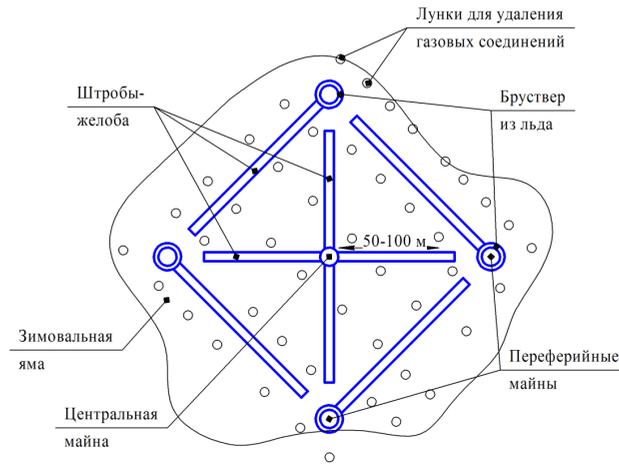


Рис. 1. Схема расположения майн и штроб в плане

Fig. 1. The layout of the lanes and rods in the plane

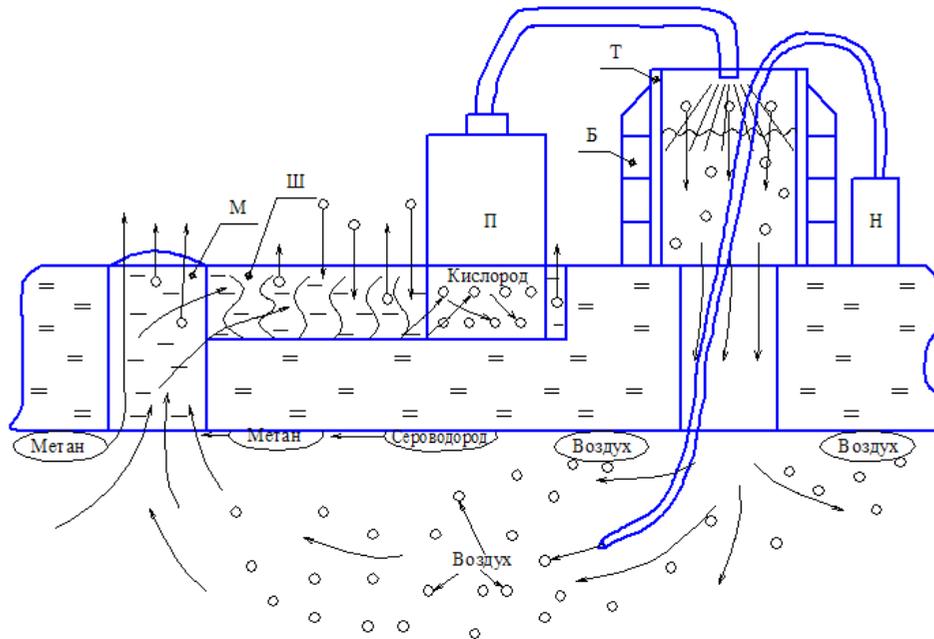


Рис. 2. Рабочая схема подледной аэрации с оборудованием

Условные обозначения: М — майна; Ш — штроба; Т — труба; Б — бруствер; П — помпа; Н — воздушный нагнетатель; пузырьки с направлением стрелок вверх — испарение газовых соединений; пузырьки со стрелками вниз — диффузия кислорода в воду.

Fig. 2. The working scheme of subglacial aeration with equipment

Notes: М — Mine; Ш — rod; Т — tube; Б — breastwork; П — pump; Н — air supercharger; bubbles with upward arrows — evaporation of gas connections; bubbles with downward arrows — diffusion of oxygen into water.

Увеличение расстояния более 100 м значительно снижает эффективность акваториального насыщения воды кислородом из-за большого гидравлического сопротивления воды, препятствующего движению водовоздушных масс от периферийных майн к центральной майне. Для гидравлического (водяного) сообщения периферийных майн с центральной майной и близрасположенных периферийных майн друг с другом между ними пропиливают штробы, например, гидравлической установкой для пиления льда шириной 20-40 см и глубиной 20-25 см в зависимости от производительности гидравлической погружной помпы. Штроба с одной стороны сообщается с центральной майной, другая сторона, обращенная к периферийной майне, тупиковая, т. е. штроба пропиливается на расстоянии 1,5-2 м до майны. Далее лед из пропиленной штробы удаляется, например, гидравлическим отбойным молотком с широкой лопаткой. На ледяные выступы периферийной майны соосно и вертикально устанавливается, например, отрезок полиэтиленовой (полистирольной) трубы диаметром 0,5-1 м и высотой до 1 м, снаружи труба обкладывается плитками льда, удаленными из штробы, зазоры забиваются снегом, которые орошением водой обмораживаются до образования монолитного герметичного бруствера. Гидравлическая погружная помпа устанавливается в заполненную водой штробу, в непосредственной близости от периферийной майны. При этом всасывающая часть помпы, защищенная сеткой, погружается в воду, а сливной шланг, оснащенный рассекателем, крепится внутри полиэтиленовой трубы для истечения и фонтанирования.

Так как вода из центральной майны будет под давлением истекать в штробу, заполняя ее и протекая в ней как на перекатах в горных речках (за счет неровных донных и боковых поверхностей штробы) на протяженном участке и в течение достаточно продолжительного времени, то будет неоднократно и послойно избавляться от пересыщенных вредных газообразных соединений, растворенных в воде с образованием пузырьков их улетучиванием на границе фаз вода-воздух. Вместе с тем одновременно будет происходить фатальная диффузия кислорода в обедненную кислородом холодную воду. Для подачи воды непосредственно под лед сливной шланг может опускаться в воду под лед для создания направленного водяного потока. Для еще большего эффекта обогащения кислородом воздуха подледной акватории можно использовать гидравлический центробежный вентилятор (нагнетатель воздуха), шланг и патрубков которого погружается в воду и закрепляется со сливным шлангом, при этом воздух будет инжектироваться направленной струей воды, диффундируя в окружающее пространство и создавая подледные объемные воздушные пузыри для восстановления экосистемы и активизации роста планктона и водорослей, вытесняя и нейтрализуя растворенные в воде и собравшиеся подо льдом летучие газовые пузыри соединений сероводорода, углекислого газа, метана и т. д.

Перестановку насосного оборудования от одной периферийной майны к другой необходимо менять через каждые два-четыре часа в зависимости от

протяженности шланга (расстояния от центральной майны до периферийной), толщины льда, производительности гидравлической помпы и насыщения воды кислородом. Комплекс гидравлического ледопильного оборудования в работе представлен на рис. 3. Ледопильный инструмент представлен на рис. 4.



Рис. 3. Комплекс гидравлического ледопильного оборудования в работе

Fig. 3. Hydraulic ice-breaking equipment in operation

Рис. 4. Комплекс гидравлического ледопильного оборудования в работе

Fig. 4. Hydraulic ice-cutting equipment in operation

Для обеспечения длительной аэрации обширных зимовальных ям при большой производительности погружной гидравлической помпы, например, марки S6P производства США производительностью до 270 м³/ч в желобах могут образоваться сквозные промоины. Для продолжительной аэрации в качестве желобов могут быть использованы полимерные лотки, соединяемые друг с другом в герметичный замок. Вся лотковая конструкция устанавливается с уклоном между майнами на опорных козелках. В этом случае погружная гидropомпа устанавливается на опорных элементах непосредственно в центральную или периферийную майну, а сливной шланг опускается в сливной лоток, по которой вода устремляется по уклону к другой майне, оборудованной приемным колодцем, изготовленным по предыдущему описанному варианту.

Таким образом, при наличии четырех периферийных майн аэрация подледной акватории зимовальной ямы завершится ориентировочно через двенадцать часов. При этом восстановление структуры воды, насыщенной кислородом за смену в 12 часов, обеспечится на площади подледной акватории зимовальной

ямы более чем трех гектар и создаст запас кислорода для рыбного сообщества общей массой 25 тонн на продолжительный период времени даже при отсутствии активной рыбалки с отловом товарной рыбы.

Для увеличения площади аэрации, например, еще в два раза процесс можно повторить на следующий день при условии, что аэрацию необходимо производить поочередно между периферийными майнами, т. е. в предложенном варианте между соседними углами квадрата, образованного майнами, рис. 1. Облов рыбы можно производить как закидными неводами, так и обычными ставными рыбацкими сетями, установленными через майны параллельно пропиленным штробов. Звук падающей, фонтанирующей воды будет привлекать рыбу со всего водоема, что обеспечит условия для максимального отлова товарной рыбы.

Данный способ обладает следующими преимуществами:

- автономность и мобильность оборудования, которая позволяет незамедлительно реагировать на катастрофическое снижение уровня кислорода в воде водоемов;
- все используемое гидравлическое оборудование и инструменты электрически безопасны для обслуживающего персонала, так как работают от гидравлической насосной станции на базе бензинового двигателя, отличаются высокой эффективностью, легкостью в применении. В целях экологической безопасности гидравлическая система оборудования заправляется экологическим и разлагаемым водой гидравлическим маслом. Весь гидравлический инструмент подключается к гидравлической насосной станции с помощью рукавов высокого давления посредством быстроразъемных соединений, что позволяет находиться рабочему инструменту на расстоянии до 20 м от гидравлической станции и быстрому их переключению. Все оборудование транспортируется по льду или снегу на санях вручную или прицепом на снегоходе.

Описанный способ подледной аэрации обладает следующими преимуществами:

- способ не требует сложных гидротехнических сооружений и конструкций;
- так как аэрация производится непосредственно в зимовальной яме (ямах) и привлекает рыб, то и эффект следует ожидать максимальный;
- рыба не травмируется, не болеет, сохраняется до следующего нагульного периода здоровой, и создаются благоприятные условия для развития и сохранения экосистем;
- вода не только насыщается кислородом далеко за пределами майны, но и очищается от вредных газовых соединений, проходя многократные послойные взаимодействия на границе фаз вода — воздух;
- прямой экономический эффект за счет эффективного подледного изъятия товарной рыбы не менее 100 кг/га с площади рискованного с точки зрения заморности зарыбленного, но не обловленного в пугину водоема;

- комплекс оборудования обслуживается двумя обученными рыбаками;
- оставшаяся в водоеме рыба сохраняется до вскрытия водоема;
- снижается заморность водоема, повышается устойчивость экосистемы.

Заключение

Предлагаемый экологический, эффективный и безопасный способ отлова подледной товарной рыбы с сохранением молоди и водных биоресурсов на заморных водоемах снизит риск замора, обеспечит рыбохозяйственную устойчивость и стабильность рыбопромысловой деятельности на озерах Зауралья [6-10].

Что касается подледной ловли аборигенного карася закидными неводами в снежные зимы с предшествующими до ледостава осенними ветрами, когда уровень кислорода в воде достаточно высокий на всей акватории озера, промысел может быть и неэффективным. Испуганный посторонними звуками — бурение майн, расчистка снега тракторами, затягивание под лед фалов и неводов — «хитрый» карась уходит из естественных углублений — зимовальных ям, предпочитая переждать смутные времена в более спокойных зарослях камыша, где промысловая рыбалка невозможна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков Г. М. Экологические проблемы рекультивации озёр заморного типа / Г. М. Быков, И. С. Мухачёв // Сб. науч. ст. Тюмень: ТюмГУ, 1994. С. 178-188.
2. Мухачёв И. С. Рекомендации по выращиванию интенсивной поликультуры рыбы в озерах / И. С. Мухачёв. Тюмень.
3. Мухачёв И. С. Системы инновационных технологий товарного рыбоводства на юге Тюменской области / И. С. Мухачёв, Е. Г. Бойко, Н. В. Янкова, Е. С. Петрачук // Аграрный вестник Урала. №8 (74). 2010. С. 178-188.
4. Ядренкина Е. Н. Структурно-функциональная организация рыбного населения в заморных озерах Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Томск: ТГУ, 2011. 41 с.
5. Мухачёв И.С. Эколого-рыбохозяйственная устойчивость озёр Зауралья / И. С. Мухачёв, С. В. Пономарёв, Ю. В. Фёдоровых, Ю. М. Баканёва // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия «Рыбное хозяйство». 2016. С. 53-63.
6. Патент РФ № 2014124410/13, 10.12.2015. Способ аэрации водоема в период ледостава // Патент России 2569959. 2014. Бюл. № 34. / А. Л. Шестаков, Р. С. Карипов, Д. Р. Карипов, Д. А. Брейгин.
7. Слинкин Н. П. Новые методы интенсификации озерного рыболовства и рыбоводства / Н. П. Слинкин. Тюмень: ТГСХА; ГОСРЫБЦЕНТР, 2009. 151 с.
8. Слинкин Н. П. Облов малых озёр / Н. П. Слинкин // Рыбоводство и рыболовство. 2000. № 4. С. 26-27.
9. Слинкин Н. П. Новые технологии — основа для многократного увеличения уловов рыбы в озерах / Н. П. Слинкин // Нивы Зауралья. Тюмень, 2008. № 4. С. 103-104.

10. Слинкин Н. П. Способ лова рыбы в озерах с помощью потокообразователя / Н. П. Слинкин, В. Н. Новокшенов, С. А. Пирожков // Обмен опытом по выращиванию в поликультуре рыбопосадочного материала в озерных товарных рыбных хозяйствах. Тюмень, 1982. С. 92-95.
11. Слинкин Н. П. Поверхностные турбоаэраторы с регулируемой зоной действия / Н. П. Слинкин, А. Д. Пожидаев, Ю. Г. Чепуркин // Проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах в условиях перехода к рыночным отношениям: материалы международной научно-практической конференции. Минск, 1998. С. 344-347.

Ramzil S. KARIPOV¹

SUBGLACIAL AERATION OF THE TRANS-URAL LAKES

¹ Chief Technologist,
South Ural State University
(Chelyabinsk)
karipovrs@susu.ru

Abstract

This article describes an innovative method of subglacial aeration of wintering pits of Trans-Ural fish reservoirs in the Trans-Urals Region, which ensures prompt and effective catching of commercial fish in conditions of freeze-up and conservation of young in wintering pits until ice disappears. The distribution of internal reservoirs of Russia through auction and competitive procedures in private hands in accordance with the Federal Law “On Fisheries and the Conservation of Aquatic Biological Resources” has stepped up the activity of fisheries management organizations in the direction of more efficient use of natural resources with the investment of significant financial resources for measures to improve the conditions for the development of the fish fauna, preservation of bioresources in order to increase the productive return of water bodies, profitability and payback investments for profit. A powerful naturally renewable fodder base of relatively shallow and non-continuous heated lakes of the Trans-Urals provides a rapid growth of the polyculture, which, under favorable conditions, makes it possible to extract profits this year.

However, the high level of fish death of most of the lakes of the Trans-Ural Region, which is permanent or periodic, introduces its own corrections into the fishery business. Measures to reduce fish deaths can be conditionally divided into summer-autumn (before ice-freezing) and winter-spring (during the freeze-up period). Summer-autumn biotechnical measures are well described in the literature: specialized journals, conference materials, and patents. These measures include the loosening of sapropel silt, the deepening of reservoirs, the introduction of chemicals to adjust the chemical composition of water,

Citation: Karipov R. S. 2017. “Subglacial Aeration of the Trans-Ural Lakes”. Tyumen State University Herald. Natural Resource Use and Ecology, vol. 3, no 4, pp. 24-37.
DOI: 10.21684/2411-7927-2017-3-4-24-37

the aeration of standing water, the creation of satellite reservoirs with wintering pits and flow channels, among others. Measures to preserve the polyculture, in particular the more vulnerable juvenile fish in winter, during the formation of the ice dome on lakes in the conditions of oxygen deficiency and the emission of harmful gas compounds are described to an insufficient degree, and often not objectively, without taking into account physical laws and phenomena. This article describes a new effective way to reduce the lakes' winters with the help of sub-ice aeration of wintering pits.

Keywords

Aeration, poor in oxygen lakes, oxygen, methane, hydrogen sulfide, carbon dioxide, fingerling, fish, plankton, silt, diffusion, hydraulic aeration equipment, hydrodynamics, pressure, Main, efficiency.

DOI: 10.21684/2411-7927-2017-3-4-24-37

REFERENCES

1. Bykov G. M., Mukhachev I. S. 1994. "Ekologicheskie problemy rekul'tivatsii ozer zamornogo tipa" [Ecological Problems of Reclamation of Overseas Type Lakes]. In: Ekologicheskie problemy rekul'tivatsii ozer zamornogo tipa. Sb. nauch. st., pp. 178-188. Tyumen: University of Tyumen.
2. Mukhachev I. S. Rekomendatsii po vyrashchivaniyu intensivnoy polikul'tury ryby v ozerakh [Recommendations on the Cultivation of Intensive Polyculture of Fish in Lakes]. Tyumen.
3. Mukhachev I. S., Boyko E. G., Yankova N. V., Petrachuk E. S. 2010. "Sistemy innovatsionnykh tekhnologiy tovarnogo rybovodstva na yuge Tyumenskoy oblasti" [Systems of Innovative Technologies for Commercial Fish Farming in the South of the Tyumen Region]. Agrarnyy vestnik Urala, no 8 (74), pp. 178-188.
4. Yadrenkina E. N. 2011. "Strukturno-funktsional'naya organizatsiya rybnogo naseleniya v zamornykh ozerakh Zapadnoy Sibiri" [Structurally Functional Organization of the Fish Population in the Overseas Lakes of Western Siberia]. Dr. Sci. (Biol.) diss. abstract. Tomsk: TGU.
5. Mukhachev I. S., Ponomarev S. V., Fedorovykh Yu. V., Bakaneva Yu. M. 2016. "Ekologo-rybokhozyaystvennaya ustoychivost' ozer Zaural'ya" [Ecological and Fishery Sustainability of the Trans-Ural Lakes]. Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya "Rybnoe khozyaystvo", pp. 53-63.
6. Shestakov A. L., Karipov R. S., Karipov D. R., Breygin D. A. 2014. RF Patent no 2014124410/13, 10.12.2015. "Sposob aeratsii vodoema v period ledostava" [Method of aeration Of the Reservoir during the Freeze-Up Period]. RF Patent 2569959. Application no 34. /
7. Slinkin N. P. 2009. Novye metody intensivifikatsii ozernogo rybolovstva i rybovodstva [New Methods of Intensification of Lake Fishing and Fish Farming]. Tyumen: TGSKhA; GOSRYBTsENTR.

8. Slinkin N. P. 2000. "Oblov malykh ozer" [Catching Small Lakes]. *Rybovodstvo i rybolovstvo*, no 4, pp. 26-27.
9. Slinkin N. P. 2008. "Novye tekhnologii — osnova dlya mnogokratnogo uvelicheniya ulovov ryby v ozerakh" [New Technologies Are the Basis for a Multiple Increase in Fish Catches in Lakes]. *Nivy Zaural'ya*, no 4, pp. 103-104. Tyumen.
10. Slinkin N. P., Novokshonov V. N., Pirozhkov S. A. 1982. "Sposob lova ryby v ozerakh s pomoshch'yu potokoobrazovatelya" [The Way of Fishing in Lakes with the Help of a Flow-Forming Agent]. In: *Obmen opytom po vyrashchivaniyu v polikul'ture ryboposadochnogo materiala v ozernykh tovarnykh rybnykh khozyaystvakh*, pp. 92-95. Tyumen.
11. Slinkin N. P., Pozhidaev A. D., Chepurkin Yu. G. 1998. "Poverkhnostnye turboeratory s reguliruemoy zonoy deystviya" [Surface Turboerators with a Regulated Zone of Action]. In: *Problemy razvitiya rybnogo khozyaystva na vnutrennikh vodoemakh v usloviyakh perekhoda k rynochnym otnosheniyam: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, pp. 344-347. Minsk.