

3.3. Вопросы обеспечения технической безопасности гидротехнических сооружений гидроузлов и водопропускных переходов подмосковных рыбоводных хозяйств (Бурлаченко А.В., Черных О.Н.)

За последние годы в результате действия ряда нацпроектов общие производственные показатели в АПК страны, в том числе и в Московской области (МО), поднимаются вверх. Этому также способствует принятие ряда современных законодательных актов и нового Федерального закона №163 от 11.06.2021г. «Об аквакультуре», который позволяет на водоёмах площадью до 200 га (или более если они построены до 1980 г.), созданных подпорными гидротехническими сооружениями (ГТС) на водотоках разного порядка, заниматься прудовым рыбоводством, причём и на тех водных объектах, которые использовались ранее, либо и сейчас являются функционалом мелиоративных систем, что уже вызвало волну продаж малых прудов (например, ряд прудов рыбхоза «Клинский» и др.).

По данным инвентаризации водохозяйственных объектов АПК РФ подлежат реконструкции и восстановлению ГТС 72 водохранилищ, 240 регулирующих гидроузлов и 1,2 тыс. км защитных дамб, имеющих износ более 50% [30, 178]. Надо отметить, что многие плотины подмосковных прудовых хозяйств эксплуатируются с 60-х годов прошлого века без реконструкции, ремонта и являются объектами повышенной опасности для населения и объектов экономики: на данный момент 97% ГТС отработали свой нормативный срок. Выводу из кризиса рыбного хозяйства МО должно способствовать безопасное техническое состояние и надёжная работа всех ГТС прудовых гидроузлов.

Для проведения анализа состояния низконапорных гидроузлов различного назначения сотрудниками кафедры гидротехнических сооружений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева совместно со специалистами других научно-исследовательских, проектных и учебных заведений Москвы и МО уже несколько лет выполняются обследования

водохозяйственных объектов с комплексом ГТС [30]. Гидроузлы рыбохозяйственного назначения имеют наиболее сложные и разнообразные конструкции ГТС в соответствии с различными типами хозяйств. Кроме основного подпорного сооружения – земляной, чаще всего однородной, плотины с напором до 10 м и грунтовых дамб (контурных, разделительных, оградительных, проезжих, непроезжих и пр.) для сброса воды из прудов перед отловом, пропуска весенних, летних и осенних паводков, иногда сброса льда, шуги в головных и нагульных прудах, устраивают паводковые водосбросы: регулируемые, нерегулируемые и комбинированные. Нерегулируемые водосбросы рыбоводных хозяйств бывают открытыми (рисунок 3.5 а), трубчатыми с башенным оголовком (рис. 3.5 б) или без него, шахтными, сифонными и др.

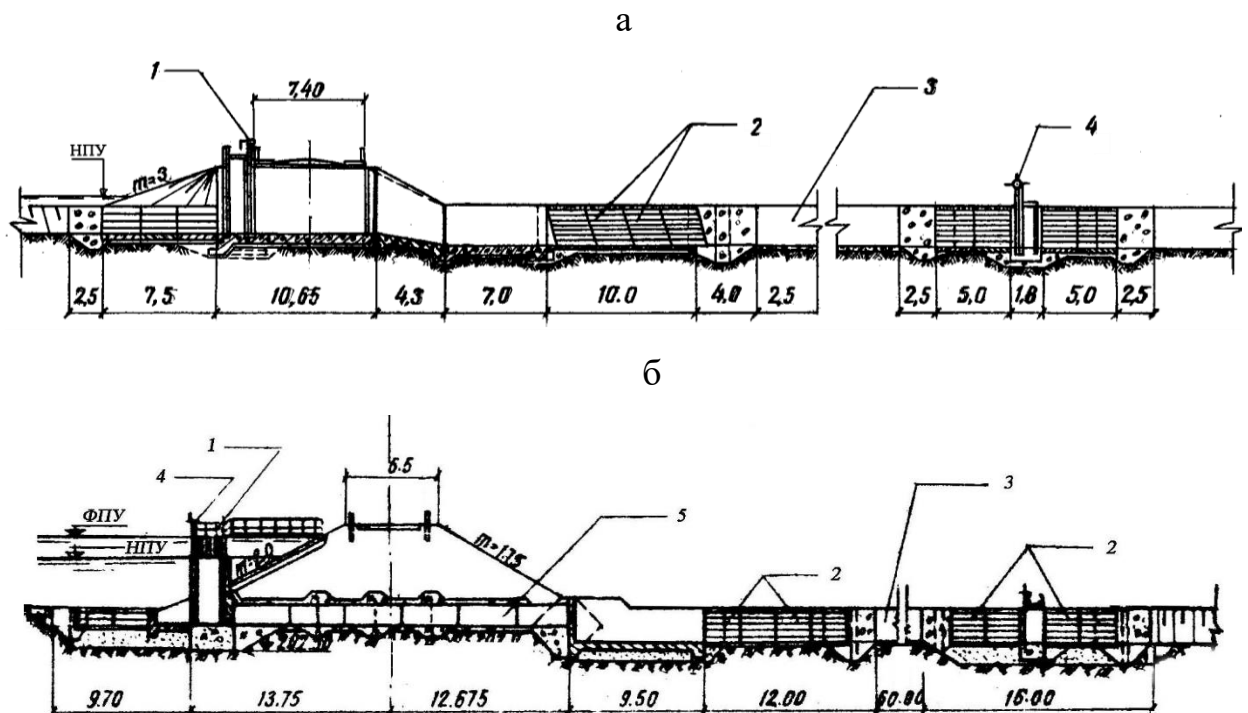


Рисунок 3.5 – Продольный разрез по оси водосбросов нагульных прудов («Росгипроводхоз», 1964-1965 гг.): а - открытый регулируемый водосброс на р. Черноголовке в с. Починки (Орехово-Зуевский район МО); б – трубчатый водосброс с башенным оголовком на р. Волошине (Волоколамский район МО); 1 – винтовой подъёмник; 2 – крепление из сборных железобетонных плит; 3 – рыбоуловитель; 4 – деревянный ворот; 5 – железобетонные трубы $D = 1,47$ м

В качестве водоспускных сооружений (водоспуски, рыбоуловители, сооружения осушительной и сбросной сети каналов) наиболее часто используются в подмосковных прудах закрытые трубчатые донные водоспуски, которые иногда совмещают с паводковым водосбросом. В качестве перепускных сооружений или переходов под дорожным полотном устраивают водопропускные трубы, работающие в безнапорном режиме, из металла, пластика, бетона или железобетона. При реновации всё чаще малые мосты и трубы на нерестовых водотоках заменяют металлическими гофрированными кульвертами (р. Вельга на автодороге Хохлово-Скрепящево ПК 3+52 в Клинском р-не МО) [170].

По данным В.И. Волкова число рыбохозяйственных прудов из общего числа обследованных с 2000 по 2018 гг. составляло не менее 40% (нагульные, выростные, маточные, ремонтные, сеголетние и т.п.) с общей площадью более 8-ми тысяч га [30]. Они в основном находятся на балансе рыбхозов акционерного общества «Мосрыбхоз», и лишь 11% - других акционерных обществ. Около 60% этих гидроузлов эксплуатируются более 40 лет, что равнозначно очень высокому проценту ГТС с неудовлетворительным и опасным уровнем безопасности. Полевые обследования, выполненные в ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА в 2022 г., показали, что прудовые гидроузлы с нормальным уровнем безопасности составляют всего 0,3%. Поскольку объём финансирования ремонтно-восстановительных работ крайне ограничен, то угроза возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), могущих привести к серьёзным авариям, очень велика. За последние 15 лет на рыбхозных гидроузлах произошло около двух десятков аварийных ситуаций с ГТС: например, из-за повышенной фильтрации через тело плотины в 1997 г. пришлось полностью спустить пруд рыбхоза «Малая Истра». Так же обследования 2022 г. показали, что примерно 87% из прудов бывших или действующих рыбхозов требуют проведения планового либо срочного капитального ремонта. Так, несмотря на выполненный несколько лет назад текущий ремонт, полуспущен головной пруд на р. Клязьме в с. Образцово

(рисунок 3.6 б).



а



б

Рисунок 3.6 – Общий вид нижнего бьефа открытого регулируемого водосброса головного пруда на р. Клязьма у с. Образцово Щёлковского района МО, ввод в эксплуатацию в 1959 г.: а - октябрь 2007 г.; б – август 2022 г.

При обследовании выявлено, что откосы дамб нагульных прудов площадью до 30...40 га практически не разрушаются или разрушены незначительно. На прудах нагульных хозяйств (например, рыбхоз «Клинский») дамбы имеют заложение откосов: мокрого от 1:2 до 1:5, сухого – от 1:1,5 до 1:3 без специального твёрдого покрытия верхового откоса; выростных прудов - соответственно от 1:2 до 1:3 и от 1:1,5 до 1:2. Откосы таких дамб подвержены значительным разрушениям и переработке в пределах изменения расчётного уровня водоёма. Откосы дамб питомных прудов частично деформируются при работе гидросистемы, но существенно это не сказывается на их эксплуатации (например, сильно разрушено железобетонное крепление и переработан до гребня верховой откос плотины

у д. Крюково СПК «Генезис»; локальные оползневые участки наблюдаются на низовом и верховом откосах дамб и плотин прудов у с. Образцово «Бисеровский рыбокомбинат» и т.д.).

Водопропускные сооружения подмосковных гидроузлов рыбохозяйственного назначения построены в основном по типовым проектам, разработанным Гидрорыбпроектом и Росгипроводхозом в 60...70 гг. прошлого столетия (рисунки 3.5 и 3.6), когда только начиналось широкое строительство крупных рыбоводных хозяйств. Анализ полученных при обследовании материалов позволяет констатировать, что обследованные паводковые водосбросы по техническим и конструктивным характеристикам в большинстве случаев отвечают своему назначению. Неудовлетворительное состояние отдельных частей сооружений сводится чаще всего на гидроузлах к дефектам строительства, неудовлетворительной организации службы эксплуатации и неполноте учёта изменившихся к настоящему времени условий работы ГТС. Практически на всех водопропускных ГТС нижний бьеф и отводящий канал либо сильно заросли древесно-кустарниковой растительностью, либо завалены мусором (рыбохозяйственные пруды у д. Дятловка и д. Пестово Балашихинского р-на, у д. Крюково Нарофоминского р-на и многие другие).

Встречающиеся водовыпуски на подмосковных прудах, располагающихся обычно в дамбах водоподающих каналов, по конструкции можно разделить на два типа: трубчатые и открытые. Причины неудовлетворительного состояния ряда таких ГТС не редко сводятся к дефектам строительства (20%), некачественного ремонта (15%) либо его отсутствия и физического старения элементов. Донные водоспуски предназначены в основном для полного опорожнения прудов, регулирования горизонта воды и перепуска рыбы из прудов в рыбоуловители при отлове. На русловых прудах они используются ещё для пропуска части или всего расхода паводковых вод.

Менее половины из обследованных подмосковных ГТС построено по

типовым проектам, другая часть – по индивидуальным проектам (около 57%). Конструктивно они состоят из следующих частей: башенный оголовок П-образного сечения, водопроводящая часть из одной или двух ниток железобетонных или асбестоцементных труб, выходной оголовок с водобойным колодцем и рисбермой, служебный мостик. Башенный оголовок имеет входную часть, сопряжение которой с подводным каналом осуществляется с помощью открьлков или ныряющих стенок, и оборудован двумя или тремя пазами для шандор, рыбозаградительных решёток и затвора. Напор на пороге донных водоспусков в процессе эксплуатации изменяется от 1,0 до 3,5 м, в отдельных случаях до 5,0 м. Маневрирование затворами осуществляется винтовыми подъёмниками с ручным приводом, шандоры поднимаются и опускаются в большинстве случаев с помощью ворота или вручную, но часто они вообще отсутствуют.

По результатам натурного обследования можно сделать следующие выводы: большинство осмотренных водоспусков подмосковных рыбхозов, как в конструктивном отношении, так и по пропускной способности лишь частично отвечают своему назначению и современным требованиям рыбоводства. Несоблюдение конструктивных размеров водопроводящей части, уменьшение длины, занижение диаметра, отсутствие крепления рисбермы ведёт к деформациям мокрого откоса ГТС в пределах сооружения и к разрушению нижнего бьефа. Нарушение требований при производстве земляных работ, особенно по уплотнению грунта обратной засыпки, так же нередко являются причиной аварии на ГТС. Например, в рыбхозе «Лотошинский» было разрушено два донных водовыпуска зимовальных прудов только из-за того, что не было выполнено надлежащего уплотнения грунта при засыпке прорана в месте сооружения. Отсутствие подъёмных механизмов, затворов, а часто даже и заменяющих их шандор, затрудняет полноценную эксплуатацию ГТС. Практически на всех сооружениях отсутствуют или находятся в аварийном состоянии служебные мостики.

Состояние водоподающих каналов во всех обследованных подмосковных

рыбхозах удовлетворительное, а сбросные каналы в силу их более тяжелых условий эксплуатации находятся в неудовлетворительном состоянии: не выдерживаются проектные сечения, каналы заросли древесно-кустарниковой растительностью и сорной травой, заболочены, их дно и откосы сильно деформированы (Егорьевский и Луганский рыбокомбинаты). В большей степени это наблюдается на каналах, которые располагаются вблизи от дамб и поэтому принимают воды напорной фильтрации (рыбхоз Клинский).

Таким образом, анализ состояния подмосковных гидроузлов рыбохозяйственного назначения показал, что их число с неблагоприятным состоянием водосбросов (35%) примерно в 8 раз превышает количество гидроузлов с аварийным состоянием земляных плотин и дамб. Неудовлетворительное состояние отдельных частей ГТС, а в ряде случаев и водопропускных сооружений, в целом вызваны как некачественным выполнением строительных работ, так и плохой работой службы эксплуатации, не выполняющей в полном объеме своевременные ремонтные работы, что зачастую приводит к существенному увеличению расходов на восстановление и капитальный ремонт. Проблема обостряется ещё и тем, что проектная документация на ГТС в рыбхозах, как и их расчётное обоснование практически во всех хозяйствах не сохранены.

Следует отметить, что сегодня надзор за безопасностью всего комплекса ГТС рыбхозов должен осуществляться администрацией района. В рамках готовности к предупреждению и ликвидации ЧС на ГТС прудов рыбхозов и оценки достаточности мер по защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера в соответствии с требованиями Федерального закона «О безопасности ГТС» [102] необходимо иметь корректно составленную декларацию безопасности (например, как рыбхоз Клинский, нагульный пруд №1 участка Дятлово на р. М. Сестра) с учётом наиболее вероятного и тяжёлого по последствиям для третьих лиц сценария развития аварии на ГТС. Где помимо самостоятельного документа «План ликвидации (локализации) аварийных ситуаций на ГТС конкретного пруда

рыбхоза», должны быть приведены в разделе III декларации безопасности такие сведения как:

- о силах и средствах аварийно-спасательной службы;
- о состоянии дорожной инфраструктуры, используемой для обслуживания ГТС;
- о наличии системы оповещения и работоспособности средств связи на ГТС;
- о профессиональной и противоаварийной подготовке персонала, задействованного в обслуживании ГТС и пр.

Оценка технического состояния отдельного эксплуатируемого ГТС должна осуществляться в следующем порядке:

- проводится детальное обследование ГТС и его конструктивных элементов;
- устанавливаются и анализируются количественные и/или качественные диагностические показатели с учетом их взаимовлияния;
- выделяются значимые для данного ГТС диагностические показатели, а также указываются отклонения от проектных, нормативных условий эксплуатации;
- на основе результатов обследований и сравнения диагностических показателей с их предельными значениями (с критериями безопасности) оценивается уровень безопасности ГТС (его конструктивных элементов);
- дается оценка состояния ГТС;
- рассматриваются различные возможные сценарии возникновения аварии или аварийной ситуации.

Общая оценка состояния ГТС базируется на анализе технического состояния ГТС и качества их эксплуатации. Оценка технического состояния ГТС должна производиться на основе обобщения оценок соответствия критериям безопасности качественных и количественных диагностических показателей состояния сооружения. При анализе безопасности и назначении

критериев безопасности ГТС учитывается специфика получения информации об их техническом состоянии [169]:

- имеется проектная документация (в том числе расчетное обоснование, результаты исследований), результаты инструментальных и визуальных наблюдений, материалы обследований и т.п.;
- отсутствуют/есть проектная и исполнительная документация, расчетное обоснование;
- не проводилось инструментальных и визуальных наблюдений;
- отсутствуют материалы обследований.

При разработке критериев безопасности головных прудов рыбхозов, относящихся обычно к ГТС IV и реже III класса опасности, так же учитываются различные рекомендации по оценке риска аварий и уровня безопасности ГТС [171, 180]. Оценка условий эксплуатации ГТС заключается в определении соответствия условий эксплуатации действующим нормам и правилам и принимается на основе анализа и оценки соответствия нормативным (проектным) требованиям следующих групп факторов безопасности:

- наличие или отсутствие служб эксплуатации;
- условия эксплуатации ГТС, включая вопросы финансирования;
- квалификация работников и материальная база эксплуатирующей организации.

Необходимым и достаточным условием обеспечения надёжной и безопасной эксплуатации ГТС прудовых рыбохозяйственных гидроузлов АПК должно быть соответствие фактических качественных и количественных показателей состояния как грунтовых, так и бетонных сооружений критериальным значениям, приведённым в таблице 3.3.

Основные показатели оценки безопасности рыбохозяйственного гидроузла

№	Наименование ГТС/элемента	Диагностический показатель	Критериальные значения показателей	
			количественных	качественных
1	Пруд	Нормальный подпорный уровень верхнего бьефа	НПУ	
		Форсированный подпорный уровень верхнего бьефа	ФПУ	
2	Плотина			
3	Гребень плотины	Запас гребня над НПУ	Проектное значение, определённое по СП	
		Запас гребня над ФПУ	Проектное значение, определённое по СП	
		Ширина гребня плотины	4,5 м	
		Наличие и развитие просадочных воронок на гребне		Отсутствие
		Наличие и развитие площадных глубоких ям на гребне		Глубина менее 0,5 м
		Наличие и развитие промоин, начинающихся с гребня		Глубина менее 0,5 м
		Наличие и развитие колеи на гребне		Глубина не более 0,5 м
		Переработка откоса ветровой волной, включая переработку с захватом гребня		Без захвата гребня
		Продольные трещины		Отсутствие
		Поперечные трещины		Отсутствие
4	Верховой откос	Устойчивость откоса Основной расчётный случай	Для IV класса - 1,16, для III – 1,21	
		Устойчивость откоса. Особый расчётный случай	Для IV класса - 1,04, для III – 1,09	
		Наличие на поверхности верхового откоса локальных повреждений, которые могут быть оперативно устранены при проведении текущих ремонтных работ		Без захвата гребня
		Оползни верхового откоса, включая локальные		Отсутствие
		Наличие и развитие просадок		Отсутствие
5	Низовой откос	Устойчивость откоса Основной расчётный случай	Для IV класса - 1,16, для III – 1,21	
		Устойчивость откоса. Особый расчётный случай	Для IV класса - 1,04, для III – 1,09	

		Наличие на поверхности откоса локальных повреждений, которые могут быть оперативно устранены при проведении текущего ремонта		Без захвата гребня
		Оползни, включая локальные		Отсутствие
		Наличие и развитие просадок, повреждения из-за морозного пучения		Отсутствие
6	Фильтрационные проявления в теле грунтовой плотины/дамбы	Общая фильтрационная прочность тела плотины/дамбы	В зависимости от типа грунта тела плотины или ПФУ [3]	
		Общая фильтрационная прочность основания плотины/дамбы	В зависимости от типа грунта основания плотины [3]	
		Выходы фильтрационного потока, включая локальные, на низовой откос, за подошвой откоса и на береговых склонах, высачивание воды и намочение откосов, наличие ключей и грифонов		Отсутствие ключей и грифонов
		Заболачивание территории за подошвой низового откоса		Не допускается
		Наличие участков с влаголюбивой растительностью		Не допускаются обширные зоны
7	Примыкание плотины/дамбы к берегам и ГТС	Наличие локальных понижений в зоне примыканий		Отсутствие
8	Паводковый водосброс и перепускные сооружения	Дополнительная форсировка уровня верхнего бьефа при пропуске расчётного расхода (для IV класса - 5% и для III - 3% обеспеченности) по отношению к НПУ	0,0	
		Форсировка уровня верхнего бьефа при пропуске расчётного расхода (для IV класса - 1% и для III - 0,5% обеспеченности) по отношению к НПУ	0,25	
		Наличие трещин		Отсутствие сквозных трещин

		Проявления фильтрации воды на поверхности бетона		Допускается наличие влажных пятен на поверхности бетона
		Проявление опасной фильтрации воды в межсекционных и строительных швах		Отсутствие
		Наличие сосредоточенных выходов фильтрации в основании		Отсутствие
		Наличие интенсивной растительности и инородных предметов у входного оголовка и в зоне подвода воды к оголовку водосброса		Отсутствие
		Работоспособность затворов водосброса и подъёмных механизмов		Полная работоспособность рабочих затворов
		Механическое повреждение элементов водопропускного тракта		Незначительные истирания бетона, гасителей энергии, следы коррозии арматуры, наличие дефектов и повреждений на площади не превышающей 5% от общей площади поверхности бетона

Для проведения ремонтных и реабилитационных работ, восстановления работоспособности отдельных водопропускных сооружений гидроузлов рыбохозяйственного назначения и повышения безопасности последних необходимо в ближайшее время подготовить современные документы по проектированию водопропускных сооружений и трубчатых переходов, которые учитывали бы требования основных положений законов РФ (в части охраны окружающей среды, охраны и использования биоресурсов, ресурсов животного мира) и были дополнены действующими в

настоящее время нормативными и методическими документами. Эти документы должны быть подтверждены необходимыми расчётами, базирующимися на современных СП (проверка пропускной способности сооружений, расчёт возможной прорывной волны, разработка и оценка критериев безопасности и т.д.), и использующих наиболее известные отечественные и зарубежные разработки. При решении таких вопросов для водопропускных переходов на рыбных водотоках и водоёмах целесообразно применять гофрированные металлические структуры (трубы, арки и т.п.), более чем полувековой опыт строительства и эксплуатации которых и за рубежом, и в нашей стране (особенно интенсивно в последние 20 лет), показал их преимущества по сравнению с бетонными или стальными гладкостенными трубами (высокая экономичность, индустриальность и обеспечение условий быстрого возведения) [170]. Анализ условий гидравлической работы таких труб, формирования напорного режима в гофрированных трубах с разными типами входных оголовков, оценка их пропускной способности при разных формах и типоразмерах гофра для разных пород рыб должны быть подтверждены результатами экспериментальных фитогидравлических исследований.