

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГОРНЫЕ НАУКИ

УДК 622.331.002.5

DOI: 10.46573/2658-5030-2026-3-41-48

АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БАРАБАННОГО ФРЕЗЕРА МТФ-14 С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

И.В. ГОРЛОВ, д-р техн. наук, И.М.о. ГУЛИЙЕВ, асп.

Тверской государственный технический университет,
170026, Тверь, наб. Аф. Никитина, 22, e-mail: gorloviv@yandex.ru

© Горлов И.В., Гулийев И.М.о., 2026

В статье проведен анализ механических и конструктивных параметров привода барабанного фрезера МТФ-14. Рассмотрены конструктивные особенности установки редуктора привода фрез и перспективы использования гидравлического привода при капитальном ремонте агрегата. Приведено сравнение механического и гидравлического приводов с точки зрения возможностей использования типовых узлов при ремонте. Отмечены основные преимущества гидропривода, такие как повышение надежности, увеличение ресурса узлов фрезерного агрегата, улучшение управляемости режимами фрезерования. Установлены основные параметры гидросистемы, необходимые для обеспечения функционирования фрезерного агрегата. Предложены рекомендации по практическому использованию типовых узлов при капитальном ремонте с учетом выбора современных гидромоторов.

Ключевые слова: гидравлический привод, барабанная фреза, торфяная машина, гидросистема, энергоэффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Использование местных энергетических ресурсов позволяет решать проблему повышения безопасности топливно-энергетической системы многих регионов России. В нашем регионе таким ресурсом является торф, запасы которого значительны, а плечо доставки до энергетических объектов короткое. Торфяная индустрия Тверской области требует серьезных вложений для восстановления необходимых объемов добычи, причем решение данной задачи должно опираться на современные подходы в сфере организации эксплуатации техники.

В нашей стране проблема восстановления объемов добычи торфяной промышленности усугубляется нехваткой производственных мощностей в торфяном машиностроении. В связи с резким сокращением объемов добычи торфа в предыдущие годы практически остановилась закупка новой торфяной техники, что привело к остановке большинства российских предприятий торфяного машиностроения. Кроме того, возникла проблема – отсутствие качественных запасных частей для ремонта торфяных машин. Предприятия, осуществлявшие ремонт торфяного оборудования, были вынуждены изготавливать необходимые для восстановления машин детали самостоятельно, обычно в условиях единичного производства, что вело к повышению их стоимости и не всегда обеспечивало требуемое качество. Большинство тофодобывающих предприятий страны функционируют в тяжелых экономических

условиях [1, 2] и не имеют достаточных средств на своевременное обновление технологического оборудования. Вследствие этого кратно увеличиваются затраты на проведение капитальных ремонтов технологических агрегатов, как правило выработавших свой ресурс.

Восстановление отечественной торфяной индустрии с использованием традиционных подходов при эксплуатации торфяных машин в условиях существующей конкуренции с другими направлениями энергетики не сможет обеспечить нужного результата. Следовательно, необходимо внедрять новые решения при ремонте машин, например, основанные на использовании существующих типовых узлов гидроприводов для повышения эффективности восстановления работоспособности торфяного оборудования.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТИПОВЫХ ТОРФЯНЫХ МАШИН ДЛЯ ФРЕЗЕРНОГО СПОСОБА ДОБЫЧИ

Добыча фрезерного торфа в настоящее время требует высокой эффективности использования машин, соблюдения экологических норм, а также снижения эксплуатационных затрат, что не всегда обеспечивается при использовании типовых подходов для восстановления работоспособности торфяных машин. Типовые машины в большинстве случаев имеют механический привод технологических агрегатов, чем обусловлено наличие ряда существенных недостатков, к которым относятся:

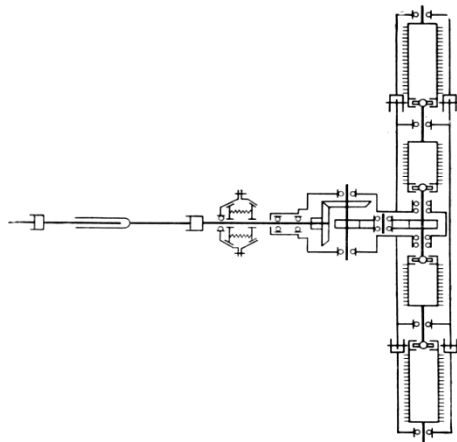
жесткая кинематическая связь элементов трансмиссии, приводящая к повышению динамических нагрузок при взаимодействии с древесными остатками в залежи;

отсутствие возможности широкой регулировки скорости технологических агрегатов;

недостаточная адаптация агрегатов к неоднородности свойств торфяной залежи;

повышенный износ механической передачи фрезерного агрегата при возникновении ударных нагрузок из-за наличия в торфяной залежи древесных включений.

Например, в трансмиссии МТФ-14 и аналогичных фрезерных агрегатов имеется большое количество кинематических узлов (21 подшипник качения, две крестовины, три зубчатые пары, семь кулачковых муфт, предохранительная фрикционная муфта, шлицевое подвижное соединение и др.) (рис. 1).



**Рис. 1. Кинематическая схема фрезера МТФ-14
(показаны только 4 фрезерных барабана)**

Элементы трансмиссии фрезерных агрегатов достаточно часто выходят из строя в период добычи, так как они работают в условиях агрессивной среды, характерной для торфяных месторождений. Кроме того, сказывается значительная изношенность механизмов и отсутствие качественного ремонта. Это значительно уменьшает сезонную производительность технологической машины из-за простоев в неплановых ремонтах и требует дополнительных затрат на восстановление работоспособности. Следовательно, для повышения надежности агрегатов при ремонте лучше использовать такие технические решения, которые позволяют уменьшить число элементов приводов, влияющих на безотказность, и обладают возможностью гибкой адаптации к условиям эксплуатации. Таким решением может стать использование гидравлического привода в технологических агрегатах.

При изучении условий эксплуатации торфяных фрезеров исследователями было установлено [3–6], что при взаимодействии с торфяной залежью создается значительная сила резания (для фрезерного агрегата МТФ-14 касательная составляющая силы резания достигает 6 238 Н с учетом возможного наличия древесных включений размером 0,12 м). Наружный диаметр фрез по вершинам штифтов составляет 0,223 м, при частоте вращения около 750 об/мин требуется мощность привода до 50 кВт, что может быть достаточно легко обеспечено с помощью гидравлического привода.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ПРИВОДА ФРЕЗЕРНОГО АГРЕГАТА МТФ-14

Основные модели фрезерных агрегатов построены на основе унифицированных блоков. Конкретные агрегаты в зависимости от модели могут иметь различное число секций рамы, фрез и режущих элементов.

Базовой моделью серии МТФ является прицепной фрезерный агрегат МТФ-14. Он состоит из прицепа, шарнирно соединенных подпружиненных рам, в которых установлены барабанные фрезы, опорных катков, задних катков для регулирования глубины фрезерования и привода. На центральной раме установлен коническо-цилиндрический редуктор (рис. 2), поступающий на который крутящий момент от вала отбора мощности трактора через карданный телескопический вал передается далее на фрезы через сферические муфты (см. рис. 1).

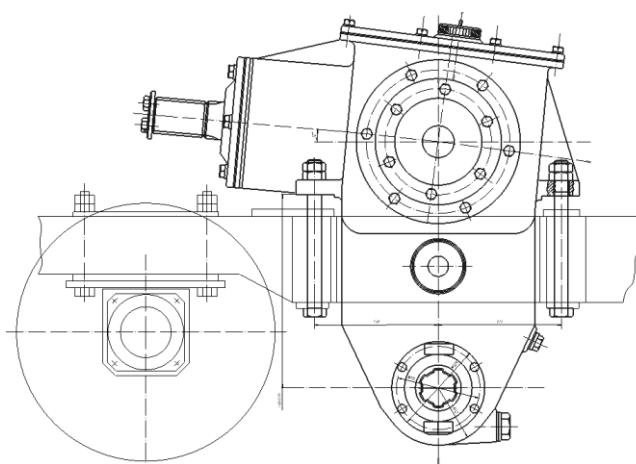


Рис. 2. Схема установки редуктора привода на центральную раму

Сферические муфты устанавливаются на шлицевые поверхности выходного вала редуктора с двух сторон и фиксируются пальцами диаметром 28 мм, на которые крепятся шарнирные втулки (рис. 3).

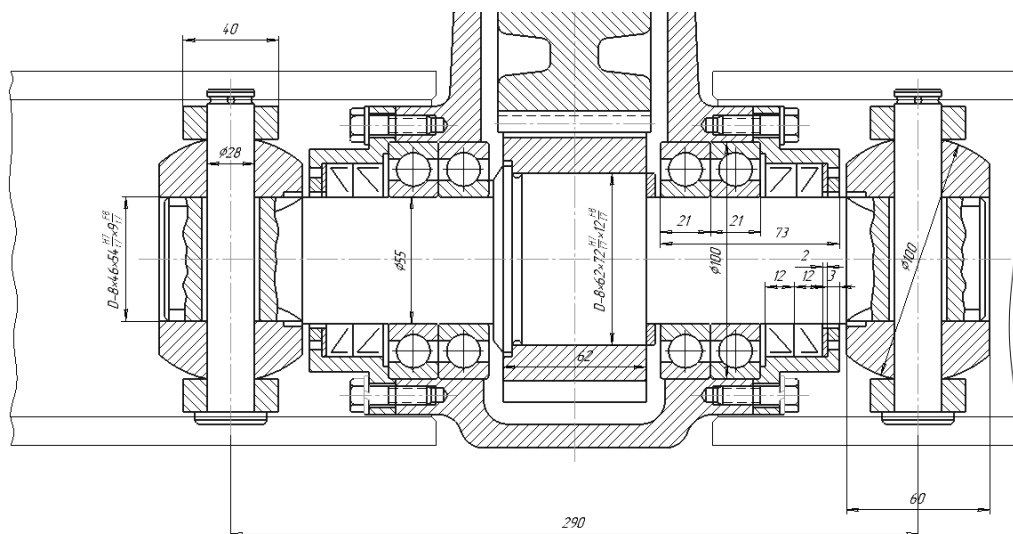


Рис. 3. Конструкция выходного вала редуктора

Корпус редуктора крепится на средней раме четырьмя болтами М12. Крепежные отверстия расположены на раме, расстояние между ними 230×340 мм (рис. 4). При выборе гидромотора необходимо учитывать эти параметры.

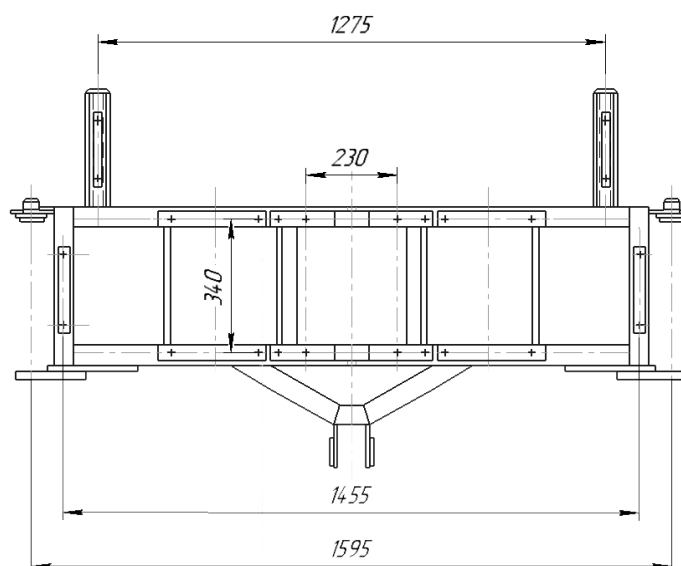


Рис. 4. Конструкция центральной рамы

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОПРИВОДА ДЛЯ ТОРФЯНОГО ФРЕЗЕРА

Для решения проблемы обеспечения надежности оборудования необходимо изменить подход к проведению капитального ремонта торфяных машин, что невозможно осуществить на основе традиционных подходов. Как отмечено выше, множество кинематических элементов трансмиссий торфяных машин наряду с

несовершенством их конструкции приводит к частым отказам в сезон добычи, поэтому для повышения их надежности можно использовать гидравлический привод. Его закрытая от внешней среды конструкция способствует повышению надежности работы в условиях агрессивной среды торфяных месторождений. Кроме того, возможность широкого изменения параметров работы с использованием ограниченного количества типовых устройств регулирования позволяет уменьшить число элементов системы и, как следствие, повысить надежность агрегатов. Упрощается и ремонт привода, поскольку основные элементы гидроприводов производятся серийно, имеют высокое качество и доступны для приобретения.

Новизна применения гидравлического привода для барабанной фрезы торфодобывающей машины заключается не в самой идее использования гидравлики (она давно известна в машиностроении), а в комплексе технических и эксплуатационных преимуществ, которые он обеспечивает именно в специфических условиях торфяных месторождений.

При выборе элементов гидропривода мощность привода насоса должна быть рассчитана с запасом, с учетом потерь энергии. Так, КПД элементов гидросистемы составляет:

гидронасос – $\eta_{\text{насос}} \approx 0,9$;

гидромотор – $\eta_{\text{мотор}} \approx 0,92$;

трубопроводы (гидравлические потери) – $\eta_{\text{трубы}} \approx 0,98$;

регулирующие клапаны – $\eta_{\text{клап}} \approx 0,97$.

Общий КПД системы $\eta_{\text{общ}} = 0,87$.

Требуемая мощность на входе в гидросистему должна быть приблизительно 11,5 кВт, что легко обеспечивается на валу отбора мощности трактора.

Ориентировочное сравнение общих потерь механического и гидравлического приводов показывает, что последний является достаточно эффективным, а в некоторых случаях превосходит механический привод за счет:

плавного регулирования скорости вращения без потерь на пробуксовку;

отсутствия механических передач с низким КПД;

оптимального согласования нагрузки и мощности.

ВЫБОР ГИДРОМОТОРА ДЛЯ ПРИВОДА ФРЕЗЕРНОГО АГРЕГАТА

На выбор конкретного гидромотора влияют следующие факторы [7, 8]:

1. Эксплуатационные параметры, достаточный крутящий момент и возможность регулирования частоты вращения. В нашем случае лучше выбрать гидромотор с прямым приводом на фрезы, без использования редуктора фрезерного агрегата, что существенно упростит конструкцию и повысит ее надежность.

2. Приемлемые габаритные и присоединительные размеры. С точки зрения существующей конструкции фрезерного агрегата выгодно, чтобы при установке гидромотора в процессе капитального ремонта не потребовалось существенного изменения присоединительных параметров, т.е. при установке нужно максимально использовать имеющиеся крепежные поверхности. При этом габариты приводного вала гидромотора должны обеспечить установку типовых или незначительно измененных сферических муфт (см. рис. 3). Важно также, чтобы размер гидромотора соответствовал размеру наружного диаметра корпуса фрезы (170 мм).

3. Плавность и максимальная равномерность вращения без выраженной пульсации. Данное обстоятельство особенно важно при передаче крутящего момента на фрезы, так как контактные поверхности муфт устанавливаются с зазором и пульсация приведет к повышенным динамическим нагрузкам. Кроме того, для обеспечения

требуемых режимов фрезерования необходимы стабильная угловая скорость и точное управление параметрами движения.

Наиболее полно этим требованиям отвечают героторные гидромоторы серии MRB (рис. 5) и им аналогичные. Гидромоторы данной серии имеют двойной выход вала со шпоночным или шлицевым соединением. Гидромоторы имеют максимальный крутящий момент 430 Н · м, частоту вращения от 10 до 800 об/мин, мощность до 35 кВт, что достаточно для фрезера МТФ-11 с шириной захвата 4,8 м (близок по конструкции МТФ-14, но с меньшим количеством фрезерных барабанов).

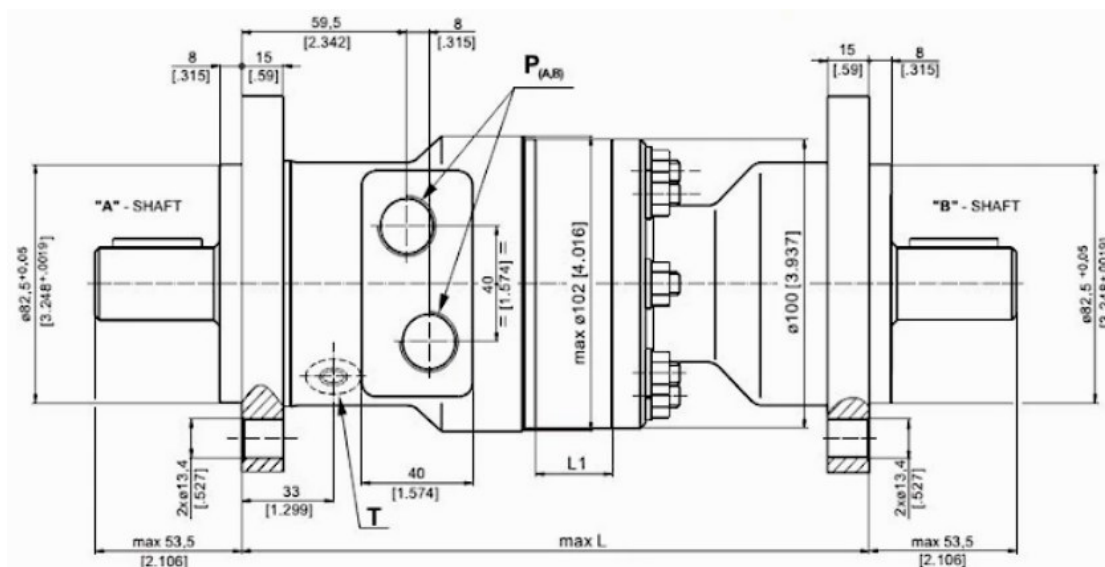


Рис. 5. Героторный гидромотор серии MRB

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повышение эффективности эксплуатации торфяных машин невозможно без использования новых подходов при восстановлении их работоспособности. Катастрофическое отсутствие качественных запасных частей для торфяных машин требует новых решений при ремонте. Альтернативой типовым решениям является использование гидравлических приводов в капитальном ремонте технологических агрегатов. Гидравлический привод имеет целый ряд преимуществ перед механическим приводом, при этом его элементы производятся серийно, имеют широкую номенклатуру и доступны по цене, что позволяет в случае внезапных отказов производить оперативный ремонт без длительного простоя в ожидании требуемых запасных частей.

Кроме того, гидропривод позволяет гибко регулировать режимы эксплуатации (скорость вращения, крутящий момент, регулируемый режим отключения при перегрузке, работа при кратковременной перегрузке, возможность автоматизации управления режимами эксплуатации и др.).

На основании проведенных исследований установлено:

гидравлический привод обеспечивает плавное регулирование скорости резания (с частотой вращения барабана до 800 об/мин) без редуктора;

система защищает оборудование от перегрузок при встрече с включениями в торфяной залежи (древесные включения, камни [9]);

компактность гидромотора позволяет интегрировать его в существующую конструкцию фрезера;

снижение энергозатрат составляет около 20 %;
использование гидропривода сократит расходы на ремонт;
ресурс режущего инструмента увеличится за счет автоматических регулировок;
снижается уровень вибрации и шума;
возможна автоматизация управления;
гидросистема стабильно работает в допустимом температурном диапазоне.

Таким образом, гидравлический привод позволяет существенно повысить надежность торфяных машин для фрезерного способа добычи, а использование типовых элементов гидропривода при ремонте обеспечит снижение затрат на восстановление работоспособности и, как следствие, повысит эффективность торфяного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов А.В., Иванов С.Л., Габов В.В. Формирование и эффективное использование машинного парка торфодобывающих компаний // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело*. 2015. № 14. С. 82–91.
2. Хазанович Г.Ш., Черных В.Г., Воронова Э.Ю., Отроков А.В. О некоторых направлениях разработки эффективного горнопроходческого оборудования // *Горное оборудование и электромеханика*. 2013. № 4. С. 20–24.
3. Фомин К.В., Рахутин М.Г. Моделирование повреждающих воздействий на режущих элементах рабочего органа фрезерующего агрегата при взаимодействии с торфом // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2019. № S39. С. 36–46.
4. Фомин К.В. Методика оценки спектральной плотности момента сопротивления на рабочем органе торфяного фрезерующего агрегата // *Записки Горного института*. 2020. Т. 241. С. 58–67.
5. Яблонев А.Л., Жуков Н.М. Расчет момента сопротивления фрезерованию торфяной залежи при попадании фрезы на пень и определение активной ширины рабочего органа // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки»*. 2021. № 2 (10). С. 51–61.
6. Фомин К.В. Моделирование нагрузок на рабочем органе торфяного фрезерующего агрегата с учетом погрешности расстановки режущих элементов // *Горные науки и технологии*. 2022. Т. 7. № 2. С. 161–169.
7. Копенкина Л.В. Проектирование торфяных машин (к 100-летию ТвГТУ и кафедры технологических машин и оборудования) // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки»*. 2022. № 2 (14). С. 91–99.
8. Яблонев А.Л. Гидропривод горных, транспортных и технологических машин: расчет и лабораторный практикум: учебное пособие. Тверь: ТвГТУ, 2024. 112 с.
9. Горлов И.В., Рахутин М.Г. Влияние пнистости залежи на безотказность торфяных машин // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2017. № 12. С. 139–145.

Для цитирования: Горлов И.В., Гулийев И.М.о. Анализ механических и конструктивных параметров барабанного фрезера МТФ-14 с точки зрения использования гидравлического привода при капитальном ремонте // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки»*. 2026. № 3 (31). С. 41–48.

ANALYSIS OF MECHANICAL AND DESIGN PARAMETERS OF THE MTF-14 DRUM MILLING CUTTER FROM THE POINT OF VIEW OF THE USE OF A HYDRAULIC DRIVE DURING MAJOR REPAIRS

I.V. GORLOV, Dr. Sc., I.M.o. GULIJEV, Postgraduate

Tver State Technical University,
22, Af. Nikitin emb., Tver, 170026, e-mail: gorloviv@yandex.ru

This article analyzes the mechanical and design parameters of the MTF-14 drum milling machine drive. It examines the design features of the milling machine drive gearbox and the potential for using a hydraulic drive during overhauls. A comparison of mechanical and hydraulic drives is provided in terms of the potential for using standard components during repairs. The key advantages of a hydraulic drive are described: increased reliability, increased service life of milling machine components, and improved controllability of milling modes. The key hydraulic system parameters required to ensure the operation of the milling machine are established. Recommendations for the practical use of standard components during overhauls are provided, taking into account the selection of modern hydraulic motors.

Keywords: hydraulic drive, drum milling machine, peat machine, hydraulic system, energy efficiency.

Поступила в редакцию/received: 31.03.2026; после рецензирования/revised: 06.04.2026;
принята/accepted: 17.04.2026

УДК 622.331:639.3

DOI: 10.46573/2658-5030-2026-3-48-57

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПРОТОЧНОГО КАНАЛА ДЛЯ ИНКУБАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ, УСТАНОВЛИВАЕМОЙ НА ОТРАБОТАННЫХ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

А.Л. ЯБЛОНЕВ, д-р техн. наук, А.А. АНДРИАНОВА, ст. препод.

Тверской государственный технический университет,
170026, Тверь, наб. Аф. Никитина, 22, e-mail: lp62007@yandex.ru

© Яблонев А.Л., Андрианова А.А., 2026

Размещение в проточном канале отработанного торфяного месторождения инкубационной системы требует гидравлического расчета как самой системы, так и канала. Расчет элементов инкубационной системы (гнезда-инкубатора и подводных гофрированных ПВХ-труб) был ранее уже представлен в ряде статей. В данной статье описана разработанная авторами методика расчета проточного канала и определены его основные параметры: гидравлический уклон дна, скорость течения потока и расход воды. Приведен пример расчета канала по предложенной методике. Отмечено, что рациональный внутренний диаметр гофрированной ПВХ-трубы составляет 25 мм, а требуемый уклон для инкубирования икры пеляди – 0,000 66...0,000 79. Рекомендована техника для рытья и ремонта проточного канала, приведена ее краткая характеристика.