

# РОЛЬ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ВОДОХРАНИЛИЩ В УПРАВЛЕНИИ ПОТОКАМИ ПЛАВАЮЩЕГО МУСОРА

*М.Б. Шилин*

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*

В статье показаны актуальность и важность проблемы управления потоками плавающего мусора в зарегулированных водотоках с использованием потенциала гидроэлектростанций и водохранилищ. Оценены объемы, состав и время разложения плавающего мусора. Дается обзор способов борьбы с мусором и спецтехники для его сбора и удаления из водохранилищ. Предлагается алгоритм управления мусорными потоками в зарегулированных речных системах с использованием потенциала гидроэлектростанций.

Ключевые слова: плавающий мусор, зарегулированные водотоки, управление мусорными потоками.

В настоящее время большое количество отходов антропогенной деятельности различными путями поступает в водотоки (реки, каналы), образуя так называемый плавающий мусор (ПМ) (Васильев и др., 2018). При попадании в водоток ПМ может транспортироваться на десятки километров вниз по течению от места сброса, образуя скопления у естественных и / или искусственных преград, прежде всего - в верхних бьефах водохранилищ гидроэлектростанций (ГЭС) непосредственно в зоне, примыкающей к плотине.

ПМ практически всегда присутствует в водохранилищах, начиная с момента их наполнения. Нередко объем плавающего мусора возрастает настолько, что он становится препятствием для эксплуатации ГЭС. На большинстве ГЭС мероприятия по очистке бьефов от ПМ рассматриваются как первоочередные и крайне необходимые (Федоров и др., 2023).

В настоящее время ПМ близок по составу и морфологии к твердым бытовым отходам (ТБО). Он состоит в основном из полиэтиленовых пакетов и посуды, пластиковых упаковок, автомобильных шин и их фрагментов, алюминиевых отходов, мертвых веток и стволов деревьев и органических

отходов. Большая часть отходов, представленная легкими плавающими фракциями (в основном от изделий из пластика), скапливается в поверхностном слое воды толщиной 0,5—0,7 м. Тяжелые фракции («топляк») опускаются в более глубокие слои и оседают на дне. В результате практически вся толща воды перед плотиной оказывается засоренной.

Загрязнение ПМ водной среды включено ЮНЕСКО в список наиболее острых экологических проблем современности. Основными источниками поступления ПМ в водотоки являются: свалки, придорожные территории, автомобильные стоянки, рекреационные зоны, непрофессиональное поведение частных лиц и организаций, ответственных за сбор, транспортировку и размещение твердых бытовых отходов.

Основными проблемами, возникающими в связи с накоплением ПМ, являются: загрязнение экосистемы водотока, засорение сороудерживающих решеток ГЭС, создание препятствий для водного транспорта, создание неблагоприятных условий для водных видов спорта.

В результате загрязнения водной среды ПМ качество питьевой воды существенно снижается, что резко повышает риск заболеваний населения. Как свидетельствуют отчеты экспертов ООН, которые публикуются ежегодно в преддверии Всемирного дня воды (22 марта), число людей, ежегодно болеющих и умирающих только потому, что употребляют загрязненную воду, практически равно числу жертв различного вида насилия. От заболеваний, вызванных употреблением загрязненной воды, во всем мире погибает в год не менее 1,8 млн детей младше пяти лет.

Препятствуя проникновению солнечного излучения в толщу воды, ПМ ингибирует фотосинтез планктона и донных водорослей, что нарушает процессы образования первичной продукции и вызывает деформацию пищевых цепей. Токсичные и вредные вещества, поступающие в водную среду из ПМ, накапливаются в тканях гидробионтов и циркулируют по пищевым сетям, попадая в конце концов в организмы консументов верхних уровней трофической пирамиды, в том числе человека. Для человека, а также водных и околоводных животных особую опасность представляет пластик, не включающийся в природные циклы. Примерный период разложения пластиковых отходов насчитывает, по разным оценкам, от 100 до 500 лет. При этом пластик до конца никогда не разлагается и не растворяется, а под воздействием агрессивных факторов внешней среды (УФ-излучение, соленая морская вода и т.д.) механически разрушается на более мелкие частицы («микропластик» — частицы размером менее 5 мм).

К третьему десятилетию XXI века возникла необходимость разработки дорогостоящих специальных мероприятий по очистке водохранилищ от ПМ путем создания новых типов боновых ограждений, устройств очистки сороудерживающих решеток, плавучих мусоросборщиков и т.п.

*Сороудерживающие решетки.* Основная функция сороудерживающих решеток заключается в защите оборудования, такого как калитки и турбины, от фрагментов ПМ, которые слишком велики для прохождения через водопроводящие каналы ГЭС без нанесения вреда. Как правило, сороудерживающая решетка состоит из стационарных рядов параллельных балок, расположенных на входе в плотину.

*Мусорные грабли.* Основная задача данного компонента — удаление ПМ, который накапливается на сороудерживающих решетках. Очищая забитые стойки, мусорные грабли уменьшают разницу давления. Размер конструкции грабель изменяется в зависимости от размеров частиц мусора. Грабли также различаются по уровню автоматизации: некоторые станции используют ручные мусорные грабли, а другие — механические системы.

*Мусорный конвейер.* Функция мусорного конвейера заключается в удалении мусора, счищенного с мусорных стоек. Мусорные конвейеры сокращают расходы, устранив необходимость ручного труда.

Скапливание ПМ на относительно небольшом участке перед плотиной ГЭС упрощает процесс его сбора различной спецтехникой. Масса выловленного мусора на различных ГЭС может варьировать от десятков до сотен тонн в год. Таким образом, ГЭС являются «мусорными фильтрами» рек, выполняя важную природоохранную функцию.

Для сбора ПМ с поверхности воды основным средством являются *судамусоросборщики*. Устанавливаемые на судах мусоросборные устройства представляют собой ловушки для мелкого мусора и один или несколько гидроманипуляторов для подъема крупных фракций (бревна, баллоны и т.п.).

Если применение спецсудов нерентабельно или невозможно, используются различные *экскаваторы*. В зависимости от особенностей рельефа возможно использование обычного экскаватора (с береговой линии или с дамбы) или экскаватора-амфибии совместно с плавающей платформой, чтобы собирать мусор на удаленных от берега участках реки. Главное преимущество использования экскаваторов состоит в том, что они могут собирать мусор не только с поверхности водоема, но и со дна.

*Боновые заграждения* служат для ограничения распространения ПМ по поверхности воды. Возможно формирование из бонов «ворот», благодаря силе течения доставляющих ПМ на мусоронакопительную платформу.

Однако, проводимые на водохранилищах мероприятия лишь частично решают проблему ПМ, так как предназначены только для обеспечения бесперебойной работы оборудования ГЭС. Основной объем ПМ, скапливающегося у плотин, сбрасывается в нижний бьеф через водосливы и далее выносится в устья рек и морские акватории, что ухудшает экологическую ситуацию в прибрежно-морских экосистемах.

В настоящее время замусоренность зарегулированных водотоков во всем мире является острой экологической проблемой, требующей поиска способов ее решения. Учитывая, что все большее число крупных, средних и малых рек регулируется водохранилищами ГЭС, целесообразно возложить на них дополнительную функцию защиты бьефов от ПМ. Для этого необходимо разработать эффективные мероприятия по контролю мусорных потоков и удалению ПМ из водной среды.

Для управления в зарегулированных водотоках потоками ПМ предложен алгоритм, в соответствии с которым могут быть выделены следующие этапы управления.

1. Определение конструктивных особенностей ГЭС:

- длина/высота дамбы;
- наличие сороудерживающих механизмов;
- наличие дополнительных сооружений, таких как шлюзы или судоподъемники.

2. Определение гидрологического режима водотока.

3. Определение количественного и качественного состава ПМ.

4. Выбор основных способов сбора мусора из водотока в соответствии с результатами, полученными на первых трех этапах.

5. Определение способа утилизации собранного мусора в соответствии с особенностями расположения ГЭС:

- удаленность от полигонов ТБО,
- удаленность от мусороперерабатывающих предприятий,
- транспортная доступность.

В зависимости от особенностей расположения ГЭС возможны следующие способы утилизации собранного ПМ:

- организация вывоза мусора до полигона ТБО или мусороперерабатывающего предприятия;

— строительство мусороперерабатывающего предприятия или организация нового полигона ТБО в непосредственной близости от ГЭС.

Предложенный выше алгоритм необходимо использовать для составления документа (акта), регулирующего деятельность ГЭС по управлению мусорными потоками. Необходимость составления данного документа обусловлена фактическим отсутствием в настоящее время документа, регламентирующего деятельность ГЭС в вопросах регулирования мусорных потоков.

Обращение с плавающим мусором и управление мусорными потоками — трудоемкие и дорогостоящие процессы. На зарегулированных водотоках со значительным объемом мусорных потоков целесообразно строительство мусороперерабатывающих предприятий непосредственно вблизи ГЭС. Таким образом можно существенно снизить затраты на транспортировку собранного мусора, а также обеспечить дешевой электроэнергией мусороперерабатывающее предприятие.

Для решения проблемы мусорных потоков необходим комплексный подход, который устранил бы не только последствия, но и причины попадания мусора в водотоки. Важными компонентами комплексного подхода должна стать система экологического воспитания и пропаганды экологической культуры.

В рекреационных зонах необходимо устанавливать мусорные баки, организовать постоянный вывоз мусора из них; вести контроль чистоты прибрежных территорий; ввести штрафы за выброс мусора в неустановленных местах; организовывать акции по сбору мусора в зонах отдыха.

На ГЭС необходимо вести учет всех поступающих к плотине компонентов ПМ. Учет следует проводить в стандартизированной форме: распределение количества ПМ по месяцам, его морфологический состав в процентном соотношении и т.д.

На местном и федеральном уровне необходимо разработать соответствующее законодательство в отношении поступающего к плотине ПМ, регламентирующее его сбор и последующую утилизацию, с учетом того что ГЭС, как было сказано ранее, являются своеобразными фильтрами, не позволяющими отходам попасть в воды Мирового океана.

#### Библиографический список

1. Васильев Ю.С., Чусов А.Н., Шилин М.Б. Управление потоками плавающего мусора в зарегулированных речных системах // Ученые записки Российского

государственного гидрометеорологического университета. 2018. №52. С. 138-153.

2. Федоров М.П., Чусов А.Н., Шилин М.Б. Экология для гидротехников. СПб: Политех-Пресс, 2023. 214 с.