

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ ВОДНОЙ ГЛАДИ

Д.А. Минько, А.А. Сидорова  
Томский политехнический университет  
E-mail: Dam35@tpu.ru

## Введение

В настоящее время проблема загрязнения Мирового океана достигла колоссальных масштабов. Технический прогресс и развитие цивилизации привело к тому, что на данный момент воды Мирового океана содержат в себе отходы жизнедеятельности множества видов, начиная от пластикового мусора, заканчивая радиоактивными отходами.

Исходя из этого, становится понятно, что существует острая необходимость в новых эффективных методах очистки водной глади по всей планете. На данный момент разработаны или еще разрабатываются как системы, способные бороться с несколькими видами загрязнений, так и узконаправленные системы, например, для сбора пластика. Выбор системы очистки зависит, в том числе, и от района применения. К примеру, в России преобладает загрязнение пластиковым мусором.

## Описание

Сейчас в мире ведутся разработки систем очистки водоемов. Наиболее популярное место тестирования подобных систем – так называемое «тихоокеанское мусорное пятно», которое занимает, по приблизительным оценкам, от 700 тыс. до 1,5 млн км<sup>2</sup> и более, (от 0,41 % до 0,81 % общей площади Тихого океана). Одна из самых известных на сегодняшний момент – система «System 001» [1], представляющая собой пластиковую 600-метровую трубку, которая может менять форму в зависимости от волны, ветра и количества пойманного мусора, оснащённая специальной трёхметровой юбкой из прочного полимера для захвата и сдерживания мусора внутри конструкции (рисунок 1).

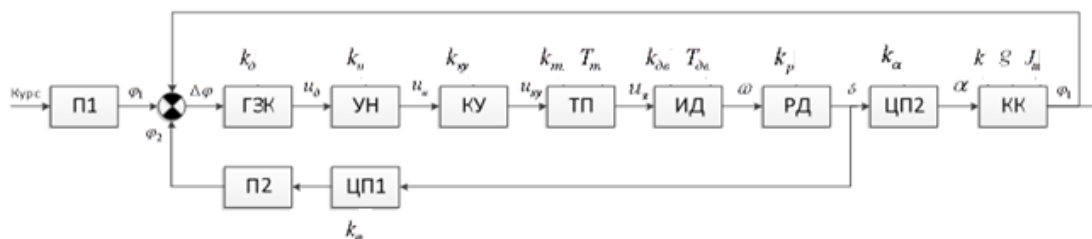
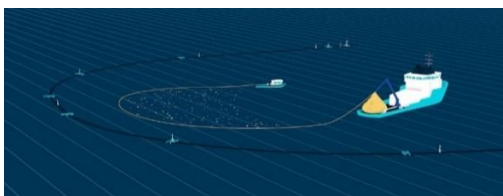


Рис. 3. Функциональная схема системы управления курсом корабля

Рис. 1. «System 001»

Система прошла испытания и находится на доработке. Однако подобная система не всегда удобна, например, в руслах рек, на мелководье, в ограниченном пространстве.

Предложенное в данной работе устройство представляет собой плавучую платформу с установленным на ней контейнером в виде ведра с фильтром, а также насосом (рисунок 2).

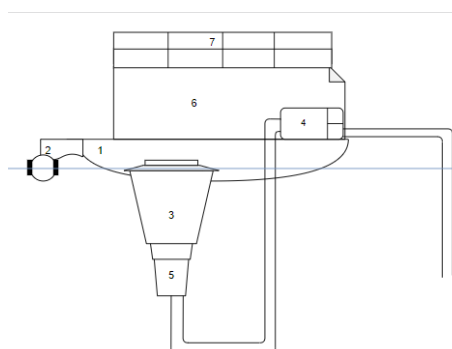


Рис. 2. Устройство проектируемого механизма

Состав проектируемой автоматизированной системы очистки водной глади:

- 1 – корпус плавучей платформы;
- 2 – цепной двигатель, рулевая машина;
- 3 – цилиндрический контейнер с фильтрами;
- 4 – водяной насос с фильтром;
- 5 – емкость для сбора отходов;
- 6 – кабина управления;
- 7 – солнечные батареи электропитания.

Проектируемая система состоит:

- плавательное судно, движение которого контролирует система управления курсом (рисунок 3);
- контейнер с фильтром и насосом, которым управляет другая система управления (рисунок 4).

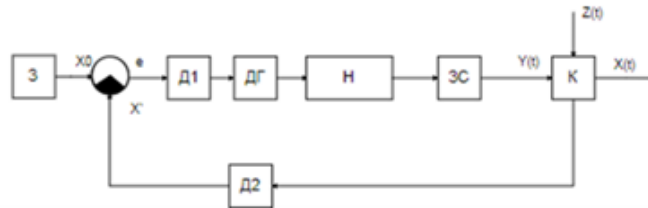


Рис. 4. Функциональная схема САУ контейнера с насосом

Основной задачей первой системы является управление курсом движения корабля. Задатчиком курса корабля является потенциометр  $П1$ , положение стрелки которого соответствует повороту корабля. Потенциометр передает угол  $\varphi_1$  на который необходимо повернуть корабль на гироскопический задатчик курса  $ГЗК$ . Коэффициент погрешности задатчика равен  $k_d$ . Выходной ток  $u_d$  от задатчика курса подается на усилитель напряжения  $УН$ . Усилитель увеличивает напряжение на коэффициент  $k_u$ . Далее сигнал  $u_u$  передается корректирующему устройству  $КР$ , в котором ток корректируется на величину  $k_{ку}$ . Затем сигнал  $u_{ку}$  преобразуется через тиристорный преобразователь  $ТП$ , в котором электрический сигнал трансформируется с входными условиями  $k_m$  и  $T_m$ . Якорное напряжение  $u_я$  подается на исполнительный двигатель  $ИД$ . Вращающий момент  $\omega$  передается на редуктор  $РД$ . Коэффициент передачи редуктора  $k_p$ . Редуктор поворачивает на угол  $\delta$  цепные передачи  $ЦП1$  и  $ЦП2$ .  $ЦП2$  поворачивает рулевой

хвостовик на угол  $\alpha$ , коэффициент передачи при этом равен  $k_a$ . На траекторию движения корабля также влияет коэффициент демпфирования  $g$  и момент инерции корпуса  $J_m$ . Так как стрелка задатчика курса  $П1$  задает курс корабля относительно направления на север, она сохраняет свое положение в пространстве при поворотах корабля.

Также в системе есть обратная связь, которая стабилизирует курс по мере поворота корабля. По цепной передаче  $ЦП1$  передается угол поворота стрелки потенциометра  $П2$ . Коэффициент передачи угла поворота равен  $k_\phi$ . Данные с потенциометра передаются на гироскопический задатчик курса  $ГЗК$ . Корректирующий сигнал будет соответствовать  $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ . Система будет корректировать курс по такому циклу, пока положение корабля не станет сонаправленным с указанием стрелки задающего потенциометра  $П1$  (рисунок 3).

Система автоматического управления контейнером с насосом контролирует уровень давления воды в системе в зависимости от количества мусора, попадающего в контейнер и удерживающегося фильтром.

Состав системы автоматического управления контейнером с насосом, представленной на рисунке 4:

- $З$  – задатчик;
- $Д1$  – датчик давления 1;
- $ДГ$  – датчик гидролокатор;
- $Н$  – насос;
- $ЗС$  – заслонка;
- $К$  – контейнер;
- $Д2$  – датчик давления 2;
- $X0$  – задаваемое значение давления;
- $X$  – сигнал на выходе датчика,
- $Z(t)$  – возмущение.

Система автоматического управления контролирует уровень давления воды в системе в зависимости от количества мусора, попадающего в контейнер. Система включает в себя два датчика давления. Один установлен в патрубке непосредственно вблизи контейнера, а второй на выходной трубе. Так же в самом контейнере установлен датчик – гидролокатор, фиксирующий наличие твердых тел внутри контейнера.

Давление в системе регулируется посредством изменения мощности насоса, а также положением заслонки. В качестве выходного параметра принято давление жидкости в выходной трубе, величина которого измеряется с достаточной точностью [2].

### Заключение

Таким образом, предложенная система позволит увеличить эффективность очистки вод от пластика, поскольку является достаточно мобильной, может использоваться точно в узких руслах рек, на мелководных побережьях. Еще одним преимуществом системы является относительная простота конструкции и ее дешевизна.

### Список использованной литературы

1. The Ocean Cleanup. Официальный сайт программы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://theoceancleanup.com/oceans/> (дата обращения 08.12.2019).
2. Автоматическое Управление Водяным Насосом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://forum.cxem.net/index.php?/topic/80112> (дата обращения: 08.12.2019).
3. Системы автоматического регулирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/13.html/> (дата обращения: 08.12.2019).