

# ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

---

---

УДК 504.5:552.578.2

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

*В.Е. Савенок, А.А. Шишакова, О.Н. Минаева*

Автоматизация — одно из направлений научно-технического прогресса, применение саморегулирующих технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации, существенно уменьшающих степень этого участия или трудоёмкость выполняемых операций. Требуется дополнительное применение датчиков (сенсоров), устройств ввода, управляющих устройств (контроллеров), исполнительных устройств, устройств вывода, использующих электронную технику и методы вычислений, иногда копирующие нервные и мыслительные функции человека. Непременным условием ускорения темпов роста автоматизации является развитие и совершенствование ее аппаратного оформления, к которому относятся все устройства, входящие в систему управления и предназначенные для получения информации, ее передачи, хранения и преобразования, а также для осуществления управляющих воздействий на объект управления. Эти воздействия осуществляются с помощью исполнительных механизмов и регулирующих органов [1].

Этап автоматизации охватывает в настоящее время все отрасли и применяется в том числе для решения экологических проблем не только отдельных регионов, но и мира в целом. Актуальным является вопрос автоматизации технических средств, предназначенных для минимизации экологического ущерба, связанного с аварийным разливом нефти и нефтепродуктов на водных объектах.

Нефтепродукты являются наиболее распространенными и опасными веществами, загрязняющими поверхностные воды Беларуси [2]. Самыми масштабными загрязнениями рек нефтью и нефтепродуктами являются аварийные сбросы. Очистка водных экосистем от нефтяных загрязнений требует немедленного решения.

Все технические средства защиты водных объектов от загрязнения нефтью и нефтепродуктами делятся на два основных класса [3]:

- средства, обеспечивающие локализацию и удержание нефтяного загрязнения на поверхности воды с целью предотвращения его дальнейшего распространения;
- средства, обеспечивающие удаление нефтяного загрязнения с поверхности воды.

К механическим средствам локализации нефтяных загрязнений следует отнести применение боновых заграждений, использование пневмобарьеров и струй воды из пожарных стволов. Анализ методов и средств локализации нефтяного загрязнения показал, что в настоящее время наиболее эффективным техническим средством является боновое заграждение. Известно более двухсот видов боновых заграждений, которые делятся на различные категории.

Мировой опыт борьбы с загрязнениями водных объектов нефтью и нефтепродуктами выработал целый ряд методов удаления нефтяного загрязнения с поверхности воды. Эти методы можно разделить на две группы: методы, направленные на удаление с поверхности воды слоя нефти путём его разрушения и перехода нефти в толщу воды; методы, направленные на удаление с поверхности воды слоя нефти путём извлечения нефти из воды. Каждая из этих двух групп методов включает в себя довольно широкий набор способов, которые имеет свои области эффективного использования. Следует

отметить, что условия, в которых происходит загрязнение водных объектов нефтью и нефтепродуктами, настолько разнообразны, что для осуществления борьбы с ними невозможно ограничиться одним методом или одним техническим средством, а требуется располагать широким набором таких устройств [4]. Абсолютно справедливым является мнение, что только извлечение нефти из воды является радикальным методом борьбы с загрязнением нефтью. Механическое удаление нефти с поверхности воды в любом случае предпочтительнее её диспергирования или осаждения, и, кроме того, по ориентировочным расчётам, дешевле и быстрее [4].

Целью данной работы была автоматизация разработанных нами технических средств защиты водных объектов от нефтяных загрязнений.

Разработан комбинированный механический бон, который является устройством, выполняющим одновременно функции и улавливания, и удаления нефтепродуктов и нефтенасыщенного сорбента с поверхности водотоков [5].

Устройство включает боновое ограждение, представляющее собой полую трубу с объемом, обеспечивающим ее плавучесть, с тросами. Боновое ограждение имеет верхние и нижние штанги, к которым прикреплены с возможностью вращения ролики, на которые надет фартук в виде бесконечной ленты. С одной стороны крайний ролик имеет верхний и нижний шкивы, каждый из которых соединен цепной передачей с верхним и нижним шкивами электропривода соответственно. С другой стороны ленты к ее крайнему (натяжному) ролику плотно прижат с помощью пружины цилиндрический отжимной ролик, под которым установлен нефтеприемник в виде лотка.

Комбинированный механический бон устанавливают на водоток и закрепляют с помощью тросов к его обоим берегам. Предварительно впереди механического бона закрепляют на верхних и нижних штангах ролики таким образом, что они могут вращаться вокруг своей оси. На ролики одевают пористую ленту, имеющую замкнутый контур (бесконечную). С помощью цепной передачи соединяют верхний и нижний шкивы крайнего ролика с верхним и нижним шкивом электропривода, который устанавливают на берегу или на плавсредстве. К противоположному от крайнего ролика натяжному ролику прижимают с помощью пружины цилиндрический отжимной ролик таким образом, что бесконечная лента оказывается между ними. Дополнительно на берегу или непосредственно у берега в дне реки делают углубление, в которое устанавливают нефтеприемный лоток так чтобы он не препятствовал движению бесконечной ленты. После выполнения всех вышеперечисленных подготовительных операций включают электропривод, который с помощью цепной передачи обеспечивает движение бесконечной ленты в горизонтальной плоскости таким образом, что сорбирующая поверхность ленты расположена навстречу водотоку. Бесконечная лента играет роль фартука, который улавливает и задерживает нефтепродукты и нефтенасыщенный сорбент и перемещает их к берегу, где происходит ее отжим между натяжным роликом и цилиндрическим отжимным роликом, а собранные таким образом нефтепродукты и нефтенасыщенный сорбент попадают в нефтеприемный лоток, откуда их затем откачивают насосным оборудованием.

После отжима бесконечная лента движется в обратную сторону от натяжного ролика к электроприводу, таким образом, получается, что фартук состоит из двух рядов: переднего, расположенного навстречу водотоку, и заднего, ближайшего к боновому ограждению, это обеспечивает дополнительную защиту от уноса нефтепродуктов и нефти под боновым ограждением, так как задний ряд ленты также сорбирует (впитывает) нефтепродукты. Для увеличения количества, захватываемых к берегу лентой нефтяных загрязнений и нефтенасыщенного сорбента лента может быть снабжена поперечными складками из пористого или волокнистого материала. Для улучшения качества поглощения нефтяных загрязнений пористой поверхностью ленты, на эту поверхность могут дополнительно наклеиваться сорбционные пластины.

Элементами автоматизации комбинированного механического бона являются: кондуктометрический датчик уровня, устанавливаемый в нефтеприемном лотке и датчик, обеспечивающий включение и отключение электропривода в зависимости от нагрузки.

Нами также разработана комбинированная механическая платформа для сбора нефтенасыщенного сорбента и мусора с поверхности воды, включающая в себя элементы автоматизации [6]. Комбинированная платформа предназначена для применения при проведении мероприятий по ликвидации нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов как в обычных условиях, так и в период ледохода. Устройство эксплуатируется в сочетании с боновым оборудованием, которое предварительно устанавливается на водный объект, чтобы локализовать нефтеразлив. В вершине угла, образованного боновым ограждением и береговой линией, на берегу водного объекта устанавливается устройство. Кроме того, данное устройство может быть установлено на катере, плавающей платформе или других плавсредствах, в этом случае его можно применять на любом водном объекте, загрязненном нефтью. При установке устройства на грунт или палубу плавсредства нижний конец платформы опускают в воду, а угол ее наклона изменяют путем поднятия верхней части платформы с помощью гидроцилиндров с последующей ее фиксацией.

Комбинированная платформа включает опорную поверхность (пята), на которой шарнирно закреплены две стяжки, закреплен вертикальный защитный экран, размещен нефтеприемный лоток и размещены два электропривода, на каждом из которых два ведущих шкива. На барабанах, насаженных на валы, на платформе размещена транспортерная лента из нефтестойкого материала, верхняя поверхность которой покрыта нефтепитывающим материалом. Первый ведущий шкив каждого из электроприводов соединяется цепной (или ременной) передачей со шкивом, расположенным на конце вала, закрепленного в подшипниках на платформе с насаженным на него крайним верхним барабаном. К крайнему верхнему барабану пружинами прижимается отжимной ролик с возможностью вращения. Второй ведущий шкив каждого из электроприводов соединяется цепной передачей со шкивом вала, закрепленного снизу платформы, на котором с обеих его сторон размещены две конические шестерни, которые находятся в зацеплении с расположенными под углом  $90^{\circ}$  к каждой из них двумя коническими шестернями, которые передают крутящий момент диску с эксцентриком. На верхний конец эксцентрика насажена возвратно-поступательная лопатка. Платформа имеет перфорированное дно, снабжена металлическими штырями, двумя гидроцилиндрами и двумя ручками, расположенными по обе стороны платформы. Электропривод платформы снабжен устройством для защиты от перегрузки, а в нефтеприемном лотке установлен кондуктометрический датчик уровня. Дополнительно в точке соединения платформы со стяжками установлены два контактных датчика для автоматического определения угла наклона платформы.

Комбинированная платформа является более компактным и автономным устройством по сравнению с ранее разработанным аналогом. Элементами автоматизации ее являются: устройство защиты от перегрузки, устройство защиты нефтеприемного лотка от переполнения, автоматическая система регулирования угла наклона платформы устройства. Рассмотрим элементы автоматизации комбинированной платформы более подробно.

Для предотвращения поломки комбинированной платформы при заклинивании транспортерной ленты или поворотных лопаток в цепи включения ее электропривода устанавливается монитор нагрузки, разработанный компанией АДЛ (Россия). Схема включения цифрового монитора приведена на рисунке 1.

Цифровой монитор нагрузки измеряет нагрузки на валу электродвигателя, являющегося приводом транспортерной ленты и поворотных лопаток. Монитор нагрузки подключается к кабелю питания и использует электродвигатель как датчик. Нагрузка на валу электродвигателя вычисляется монитором исходя из потребляемой мощности и

учитывая потери в двигателе. Мощность на валу электродвигателя эквивалентна нагрузке приводимых им поворотных лопаток и транспортной ленты. Таким образом, если произошло заклинивание, в случае попадания крупного мусора на лопатки или транспортную ленту, монитор нагрузки обеспечивает надежную защиту электродвигателя путем его остановки. После устранения причины заклинивания (механическое освобождение транспортной ленты и лопаток) электропривод вновь включается оператором, и работа устройства возобновляется. Монитор имеет встроенный цифровой код для подачи сигналов: автонастройка, перезапуск или блокировка, а также аналоговый выход с возможностью установки диапазона аналогового сигнала пропорционально нагрузке.

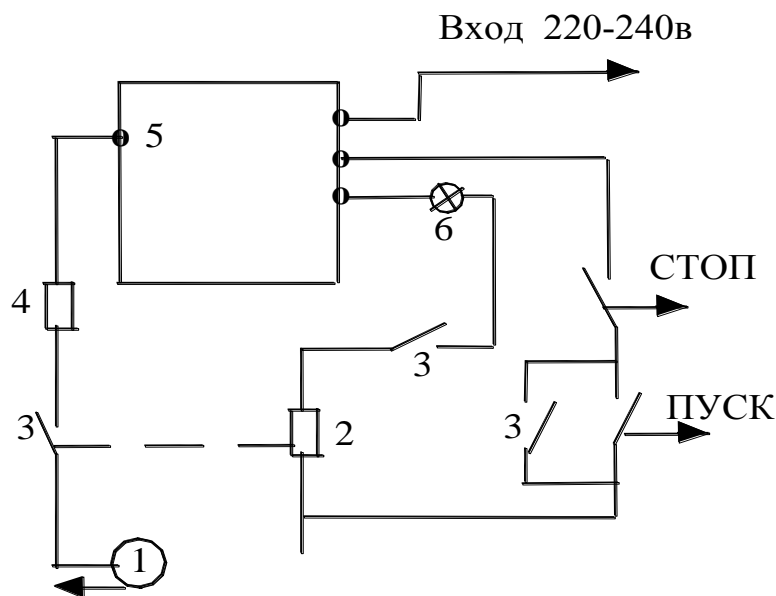


Рисунок 1 – Схема включения цифрового монитора:  
 1 – электродвигатель; 2 – реле; 3 – контакты реле; 4 – сопротивление;  
 5 – выход на электродвигатель

При перекачке собранных нефтяных загрязнений из нефтеприемного лотка, установленного на опорной поверхности, в нефтесборную емкость обычно сталкиваются с проблемой включения или отключения насоса при достижении уровнем жидкости порогового значения. Для ее решения нами применяется простой контактный (кондуктометрический) датчик уровня, схема которого представлена на рисунке 2.

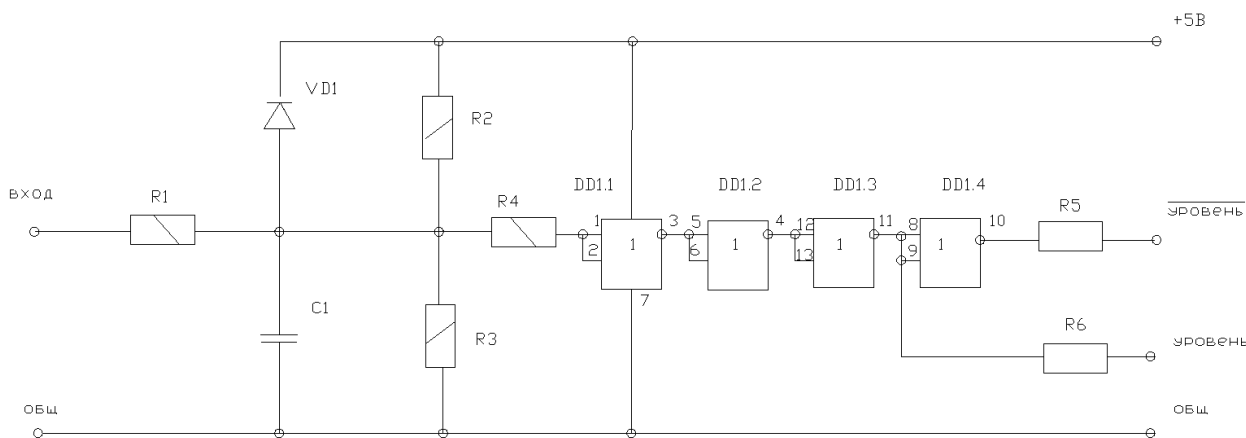


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная контактного датчика уровня

К входу датчика (ВХОД-ОБЩ) подключается группа контактов (два открытых контакта), смонтированная в нефтеприемном лотке. Нефть (нефтепродукты) обладает

электропроводящими свойствами (сопротивление между контактами, погруженными в жидкость менее 500 кОм). При разомкнутых входных контактах значение сигнала «УРОВЕНЬ» равно логическому нулю, а сигнала «-УРОВЕНЬ» – логической единице, при замкнутых контактах – наоборот: «УРОВЕНЬ» равно 1, «-УРОВЕНЬ» равно 0. Эти сигналы используются для системы управления насоса, который откачивает нефтяные загрязнения из нефтеприемного лотка в нефтесборную емкость. Напряжение питания схемы может находиться в пределах от + 5 до + 15 В.

Для автоматического определения угла наклона платформы в схеме включения гидроцилиндров устанавливается контактный датчик. Дополнительно в точке соединения платформы с каждой из стяжек могут быть установлены два контактных датчика для этой же цели. В этом случае вдоль каждой из стяжек проходит изолированный провод до электропривода, который также обеспечивает работу (включение, выключение) гидроцилиндров по команде от датчиков. При установке платформы в воду угол ее наклона изменяется до тех пор, пока не происходит контакт датчиков с водой — гидроцилиндры выключаются. Затем производится механическая фиксация платформы под заданным углом.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время актуальной задачей является разработка эффективных технических средств локализации и ликвидации нефтяных загрязнений. Одним из путей решения этой проблемы является дальнейшая автоматизация существующих технических средств и разработка новых автоматизированных технических средств.

Разработанные нами технические устройства локализации и ликвидации нефтяных загрязнений, включающие в себя элементы автоматизации, позволяют более эффективно бороться с аварийными разливами нефти на водных объектах в различных условиях. Изготовление данных технических устройств предполагает использование только отечественных материалов и комплектующих без использования импортной элементной базы. Поэтому внедрение данных устройств позволит сэкономить валютные средства.

#### Список использованных источников

1. Жужжалов, В. Е. Технические средства автоматизации : учебно-практическое пособие / В. Е. Жужжалов [и др.]. — Москва : МГУТУ, 2004. Режим доступа : <http://www.studfiles.ru/dir/cat40/subj1338/file14205/view153198.html>
2. Савенок, В. Е. Применение комбинированного бона на водотоках для минимизации экологического ущерба / В. Е. Савенок, А. А. Шишакова, С. А. Чепелов // ЧС: предупреждение и ликвидация : сборник докладов VI Межд. НПК, Минск 8 – 9 июня 2011 г. / НИИ ПБиЧС МЧС РБ. – Минск, 2011. – С. 274-279.
3. Защита водных объектов : монография / Д. П. Комаровский [и др.] ; под общ. ред. В. К. Липского. – Новополоцк : УО «ПГУ», 2008. – 220 с.
4. Липский, В. К. Технические средства защиты водных объектов при аварийных разливах нефти / В. К. Липский, И. И. Лиштван. – Новополоцк : ПГУ, 2009. – 304 с.
5. Заявка а20110358 Респ. Беларусь, МПК E02B 15/04. Устройство для улавливания и удаления нефтепродуктов с поверхности водотоков / В. Е. Савенок, С. А. Чепелов, А. А. Шишакова ; заявитель Витебск. гос. ун-т им. П. М. Машерова. – №а20110358; заявл. 23.03.2011, опубл. 30.10.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 5. – С. 23.
6. Шишакова, А. А. Автоматизация комбинированной платформы / А. А. Шишакова, С. А. Чепелов, В. Е. Савенок // Проблемы устойчивого развития регионов РБ и сопредельных стран : сборник научн. статей 2-й Межд. НПК, Могилев 27 – 29 марта 2012 г. / МГУ им. А. А. Кулешова. – Могилев, 2012. Ч. 2. – С.309 – 312.

*Статья поступила в редакцию 15.10.2012.*

## **Выходные данные**

---

Савенок, В. Е. Автоматизация технических средств защиты водных объектов от нефтяных загрязнений / В. Е. Савенок, А. А. Шишакова, О. Н. Минаева // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2013. — № 24. — С. 116.