

$$\tau = \frac{S}{\alpha \cdot S_0 \sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} H^{-1/2} dH = \frac{2S}{\alpha \cdot S_0 \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}).$$

В случае полного опорожнения емкости  $H_2=0$  уравнение принимает вид:

$$\tau = \frac{2S\sqrt{H_1}}{\alpha \cdot S_0 \sqrt{2g}}.$$

Таким образом, пользуясь на практике рекомендациями Бернулли, определим потери напора, расход, скорость и время опорожнения зернового слоя в транспортирующем канале универсального аэрожелоба, принятого как открытый сосуд.

### Выводы

1. Движение зерна в универсальных трехканальных аэрожелобах псевдооживленное, с некоторыми допущениями, принятое как установившееся и описываемое уравнением Бернулли.
2. По приведенным формулам определяются основные параметры универсального трехканального аэрожелоба.

### Литература

1. Онхонова Л.О., Гомбожапов С.Д., Николаев Г.М. О сушке влажного зерна гелиосушилкой // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 5. – С. 280–283.
2. Основы техники псевдооживления /Н.И. Гельперин [и др.]. – М.: Химия, 1967. – 305 с.
3. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 233 с.



УДК 631.3

А.С. Климов, О.Л. Климова

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОЧИСТКИ ГРУНТОВ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Авторами статьи на основе результатов научных исследований и современных достижений сформулированы предпосылки автоматизации процессов очистки грунтов от нефти. Разработана установка для автоматического управления процессом очистки грунтов от нефти.

**Ключевые слова:** грунты, нефтяные загрязнения, установка, система, автоматическое управление.

A.S. Klimov, O.L. Klimova

### THE IMPROVEMENT OF THE INSTALLATION FOR AUTOMATIC CONTROL OF THE PROCESS OF THE SOIL PURIFICATION FROM THE OIL POLLUTION

The prerequisites for the automation of the processes of soil purification from oil are formed by the authors of the article on the basis of the scientific research results and modern achievements. The installation for the automatic control of the process of soil purification from oil is developed.

**Key words:** soils, oil pollution, installation, system, automatic control.

---

**Введение.** Проблемы, связанные с нефтью, значительны и многообразны. Участились разливы нефти при добыче и хранении, а также при транспортировке по морю, рекам и дороге. Экологические проблемы случаются при авариях на нефтепроводах, в результате чего происходят проливы на грунты и водные поверхности. В результате этого загрязняются подземные и поверхностные воды, почва и воздушная среда, т.е. среда обитания живых организмов, в том числе и человека. При продолжительном загрязнении

органическими соединениями происходит деградация земли: изменение функций почвы, снижение природно-хозяйственной значимости земель, ухудшение свойств и режимов природной среды [1].

Данные проблемы привели к решению и созданию различных систем и установок по очистке грунтов от нефтяных загрязнений [2, 3]. Исходя из проблем, необходимо создание комплексного метода рекультивации и очистки земель от нефтепродуктов, а также контроля качества очищаемого материала, что будет удовлетворять предельно допустимые концентрации (ПДК) содержания органических соединений в данной местности. При авариях на нефтепроводах необходимо рассматривать мобильные комплексы по очистке грунтов от нефти, которые доставлялись бы к месту порыва нефтепровода в кратчайшие сроки для устранения последствий аварии.

**Цель исследований.** Повышение эффективности установки и сокращение по времени процесса очистки грунтов от нефти.

**Задачи исследований.** Исследовать современные устройства и установки для автоматического управления процессом очистки грунтов от нефти; разработать структурную схему установки для автоматического управления; запатентовать установку.

**Методика и результаты исследований.** Для решения поставленных задач использовался комплексный подход, включающий в себя анализ и обобщение данных научно-технической литературы по проблеме исследования.

В работе [4] рассмотрена установка для очистки от нефти, нефтепродуктов и нефтяного шлама, содержащая два приемных бункера для загрязненного и адсорбционного материала – целлюлозного волокна, загрузочный приемный бункер с перемешивающим устройством, соединенный со шнековым прессом для отжима смеси нефтяного шлама с адсорбционным материалом, шнековый пресс снабжен бункером для сбора отжатой жидкой фракции и соединен с мельчителем оставшейся твердой фракции, после которого установлены классификатор с бункером для удаления тяжелой фракции из твердой фракции и отделитель с бункером для твердой фракции – целлюлозного волокна.

Недостатком известной установки является ее низкая эффективность в связи с отсутствием системы автоматического управления процессом очистки от нефти, нефтепродуктов и нефтяного шлама, так как пропорциональное смешивание нефтяного шлама и адсорбционного материала, осуществляемое в зависимости от фракции и степени загрязнения материала нефтью, ведется визуально оператором.

Известно устройство для очистки грунтов от нефтяных загрязнений [5], содержащее базовый автомобиль с установленным на нем оборудованием, в состав которого входят загрузочная емкость с постоянным объемом воды и средство загрузки в нее нефтяного шлама, средство механического удаления нефтяных загрязнений и средство выгрузки очищенного материала, при этом загрузочная емкость выполнена в виде цистерны с окнами сверху и с двумя боковыми отсеками для сбора загрязненной жидкости через окна, средство загрузки снабжено гидроманипулятором с эжекторным насосом, средство механического удаления нефтяных загрязнений выполнено в виде акустических излучателей, смонтированных в днище цистерны и подключенных к генератору электрического тока, установленному на базовом автомобиле, средство выгрузки очищенного материала выполнено в виде скребкового конвейера, размещенного в полости цистерны, имеющей окно для выгрузки.

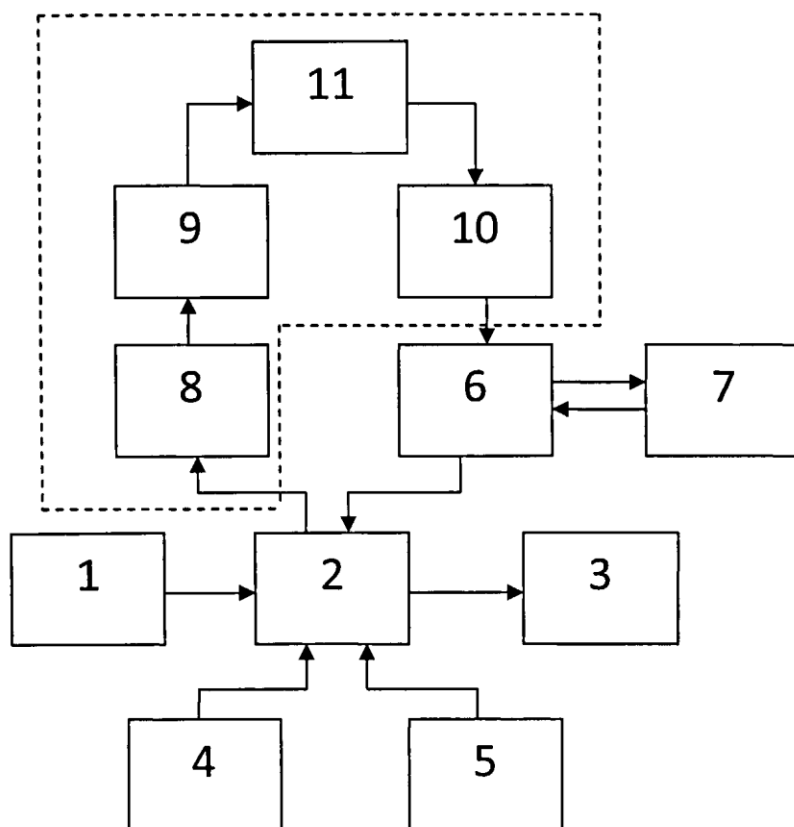
Недостатком устройства является его низкая эффективность, обусловленная тем, что устройство не приспособлено к использованию системы автоматического управления процессом очистки, для контроля и регулирования уровня воды в цистерне в зависимости от фракции и степени загрязнения грунта, что приводит к длительному процессу очистки грунта, перерасходу воды, снижению производительности и ухудшению рабочего процесса по очистке грунта от нефти, а перерасход воды ведет к невозможности использования установки в отдаленных от водоемов местах.

Следовательно, можно сделать вывод о необходимости совершенствования процесса очистки грунтов от нефти за счет применения установки для автоматического управления процессом очистки для экономии, контроля и регулирования уровня воды в загрузочной емкости в зависимости от фракции и степени загрязнения грунта, а также сокращения процесса очистки грунта по времени и увеличения производительности.

Для решения поставленной задачи установка для автоматического управления процессом очистки грунтов от нефти, включающая базовый автомобиль с установленным на нем оборудованием, содержащим загружаемую водой емкость с окнами в верхней части и боковыми отсеками для сбора загрязнений, гидроманипулятор с эжекторным насосом для загрузки в емкость загрязненного материала, средство механического удаления загрязнений в виде акустических излучателей, смонтированных в днище емкости и подключенных к генератору электрического тока, установленному на базовом автомобиле, и средство выгрузки очищенного материала в виде скребкового конвейера, размещенного в полости емкости, имеющей окно для

выгрузки, дополнительно содержит расширительный бак с водой, перекачивающий насос, связывающий расширительный бак с емкостью, и подсистему автоматического управления, контролирующую уровень заполнения емкости водой, содержащую датчики уровня, установленные в емкости, связанное с датчиками устройство ввода для преобразования аналогового сигнала в цифровой, блок управления, связанный с устройством ввода, и устройство вывода для преобразования цифрового сигнала в аналоговый, связанное с блоком управления и с перекачивающим насосом.

На рисунке приведена структурная схема установки для автоматического управления процессом очистки грунтов от нефти.



*Структурная схема установки для автоматического управления процессом очистки грунтов от нефти*

Установка для автоматического управления процессом очистки грунтов от нефти содержит базовый автомобиль 1 с платформой, на котором установлена емкость 2 с окнами в верхней части и боковыми отсеками для сбора загрязнений, загружаемая водой и загрязненным нефтью грунтом. В днище емкости 2 установлены средства механической очистки 3 в виде акустических излучателей, подключенных к генератору электрического тока (условно не показано). Для загрузки загрязненного грунта в емкость 2 на базовом автомобиле установлен гидравлический манипулятор с закрепленным на конце эжекторным насосом 4. Для выгрузки очищенного грунта емкость 2 снабжена скребковым конвейером 5 и окном. На платформе базового автомобиля установлены перекачивающий насос 6 и расширительный бак 7, связанный с емкостью 2 посредством упомянутого насоса 6. Базовый автомобиль снабжен подсистемой автоматического управления, контролирующей уровень заполнения емкости 2 водой. Подсистема автоматического управления выделена на приведенной схеме (рис.) контуром и содержит датчики уровня воды 8, установленные в емкости 2, связанное с датчиками устройство ввода 9 для преобразования аналогового сигнала в цифровой, устройство вывода 10 для преобразования цифрового сигнала в аналоговый и связанный с устройствами 9 и 10 блок управления 11, при этом устройство вывода 10 связано с перекачивающим насосом 6.

Установка для автоматического управления процессом очистки грунтов от нефти [6] работает следующим образом. Оператор заносит в блок управления 11 необходимые параметры рабочего процесса (степень загрязнения, фракция грунта), после этого подается сигнал на устройство вывода 10, в котором сигнал

преобразуется из цифрового в аналоговый, и включается перекачивающий насос 6, который в свою очередь подает воду из расширительного бака 7 в емкость 2, тем самым заполняя ее в требуемом объеме. О прекращении заполнения емкости 2 водой сигнализируют датчики уровня воды 8, которые подают сигнал на устройство ввода 9, преобразующее сигнал из аналогового в цифровой, далее в блок управления 11. Блок управления в свою очередь через устройство вывода 10 подает сигнал о прекращении подачи воды в емкость 2 на перекачивающий насос 6. Далее с помощью эжекторного насоса 4 загрязненный материал подается в емкость 2, где под действием средств механической очистки 3 в виде акустических излучателей загрязненный материал подвергается очистке от органических соединений. Вследствие разности плотностей загрязнитель всплывает на поверхность воды и через окна в верхней части емкости переливается в боковые отсеки. Далее с помощью скребкового конвейера 5 очищенный материал выводится наружу. Вместе с очищенным материалом наружу выходит и часть воды, в результате чего объем воды в емкости уменьшается. О падении уровня жидкости ниже требуемого сигнализируют датчики уровня 8, которые подают сигнал на блок управления 11 через устройство ввода 9. Блок управления 11 через устройство вывода 10 подает сигнал на перекачивающий насос 6, который заполняет емкость водой в требуемом объеме из расширительного бака 7. Таким образом, цикл повторяется.

Преимущество заявляемого технического решения заключается в осуществлении автоматического контроля и регулирования уровня заполнения водой емкости в зависимости от фракции и степени загрязнения грунта нефтью, в сокращении процесса очистки грунта по времени, в увеличении производительности и эффективности рабочего процесса по очистке грунта от нефти, а также в экономии воды, что способствует работе в отдаленных от водоемов местах по сравнению с работами [4, 5].

### Выводы

1. Современные достижения в области автоматизации процессов очистки грунтов от нефти создают предпосылки необходимости проведения дополнительных научных исследований для поиска новых технических решений и разработки устройств управления технологическим процессом.

2. Предложена структурная схема установки для автоматического управления процессом очистки грунтов от нефти.

3. Получен патент на изобретение №2498013 «Установка для автоматического управления процессом очистки грунтов от нефти».

### Литература

1. *Ликовский Ю.И.* Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде: монография. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 208 с.
2. *Бобовский А.В.* Система контроля очистки грунта от нефти // Молодежь и наука: сб. мат-лов IX Всерос. науч.-техн. конф. студ., асп. и мол. ученых с междунар. участием, посвящ. 385-летию со дня основания г. Красноярск [Электронный ресурс]. – Красноярск, 2013.
3. *Бобовский А.В., Климов А.С.* Система автоматического управления процессом очистки грунтов от нефти // Мат-лы Междунар. науч. форума студ., асп. и мол. ученых стран Азиатско-Тихоокеанского региона [Электронный ресурс] / под науч. ред. С.Ю. Голикова. – Владивосток, 2012. – С. 194–197.
4. Пат. №2426833 С1 Российская Федерация, МПК E02B 15/10, C02F 1/28, C10G25/00. Установка и способ очистки от нефти, нефтепродуктов и нефтяного шлама / А.А. Телесов, А.Н. Телесов; заявл. 08.02.2010; опубл. 20.08.2011, Бюл. 30.
5. Пат. № 78494 U1 Российская Федерация, МПК E01H 15/00. Устройство для очистки грунтов от нефтяных загрязнений / В.М. Приходько, В.А. Зорин, Г.В. Кустарев [и др.]; заявл. 01.07.2008; опубл. 27.11.2008, Бюл. 33.
6. Пат. №2498013 Российская Федерация, МПК E02B 15/04, E02B 15/10, E01H 15/00, C02F 1/36. Установка для автоматического управления процессом очистки грунтов от нефти / А.В. Бобовский, А.С. Климов, Р.Т. Емельянов [и др.]; заявл. 19.06.2012; опубл. 10.11.2013, Бюл. № 31.

