

УДК 628.35:665.6

УПРАВЛЕНИЕ ОБОРОТНЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ АВТОМОЙКИ**Жасандыкызы М.***Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, e-mail: maral_sj@mail.ru*

Настоящая статья посвящена обеспечению экологической безопасности автомоек города Алматы, в которых для ручной мойки автомашин пресс-насосами применяются аппараты высокого давления (АВД). Технологический процесс мойки автотранспорта ориентирован на нерациональное использование для производственных нужд водопроводной воды городской сети, что усложняет нефтесодержащими стоками экологическую обстановку мегаполиса. Принцип работы предлагаемой установки основан на адсорбционной очистке стоков. Эксперименты показали ряд преимуществ данного метода. Конструкция гидравлического канала системы оборотного водоснабжения со сменными адсорбционными кассетами позволяет также рационально использовать производственные площади. Процесс очистки воды контролируется датчиком КМН-1, который позволяет автоматизировать систему управления установкой оборотного водоснабжения с помощью микроконтроллера LOGO!, программного обеспечения LOGO! Soft Comfort V6.0 и снизить потребление водопроводной воды в 10–15 раз.

Ключевые слова: адсорбционная очистка, нефтесодержащие сточные воды, автомойка с автоматизированным оборотным водоснабжением

MANAGEMENT OF REVERSE WATER SUPPLY OF CAR WASH**Zhasandykyzy M.***The Kazakh national research technical university after K.I. Satpaev, Almaty, e-mail: maral_sj@mail.ru*

The present article is devoted to ensuring ecological safety of car washes of the city of Almaty in which to a manual wash of cars press pumps use the high-pressure apparatuses (HPA). Technological process of a sink of motor transport is focused on irrationally use for production needs of tap water of a city network that complicates oil-containing drains an ecological situation of the megalopolis. The principle of work of the offered installation is based on the adsorptive cleaning of drains. Experiments have shown on a number of advantages of this method. The design of the hydraulic channel of system of reverse water supply with replaceable adsorptive cartridges allows to use floor spaces also rationally. Process of water purification is controlled by the KMN-1 sensor which allows to automate a control system of installation of reverse water supply by means of the LOGO! microcontroller!, software of LOGO! Soft Comfort V6.0 and to reduce consumption of tap water at 10–15 times.

Keywords: adsorption treatment, oily wastewater, automated car wash with recycled water

Наличие установок оборотного водоснабжения для предприятий экологически неблагоприятного города Алматы должно стать важнейшим критерием экологической безопасности любого производства. Рост количества автомобилей и сопутствующих им автосервисов привел к резкому увеличению нефтесодержащих стоков и обострению экологической обстановки водного бассейна мегаполиса. Вновь открываемые автомойки создаются стихийно, без автоматизации процесса мойки машин, экологической сертификации и жестких параметров водопотребления из городской водопроводной сети. Имеющиеся в продаже стационарные установки очистки сточных вод автомоек СКАТ отличаются высокой стоимостью и низким уровнем автоматизации, импортные очистные аппараты являются частью встроенных систем оборотного водоснабжения и интегрированы со всей автоматизированной автомоечной установкой. Поэтому исследование, создание и внедрение отечественных автоматизированных, ком-

пактных, бюджетных и эффективных установок оборотного водоснабжения, легко адаптируемых в технологию большинства существующих в городе автомоек, является актуальной научно-технической и экологической задачей.

Материалы и методы исследования

Анализ существующих установок по очистке нефтесодержащих сточных вод показывает, что очистные технологические аппараты можно разделить на два класса. Первый класс – очистные сооружения и установки, принцип работы которых основан на гравитационном отделении твердой и органической части от водной составляющей. Процесс осаждения в них протекает при очень малых скоростях и может быть интенсифицирован с использованием различных коагуляторов или специальных микроорганизмов и биостимуляторов [4, 5, 6]. Принципиальная схема такого типа установок приведена на рис. 1. Очистка воды от нефтепродуктов в них осуществляется сложными и дорогостоящими методами, которые все же не обеспечивают более низких концентраций загрязнений в очищенной воде, чем 0,5–1 мг/л.

Главным недостатком таких установок является необходимость наличия больших производственных площадей для размещения компонентов аппаратуры,

реализующей технологический процесс оборотного водоснабжения, сложность механизации и автоматизации процесса очистки шламонакопителя и т.п.

К тому же биологическая очистка требует определенного временного интервала, необходимого для завершения процесса разложения органических и нефтесодержащих компонентов стоков. Поэтому эти установки получили свое применение на очистных сооружениях крупных предприятий и городов.

Для малых автопредприятий и частных городских автомоек наиболее приемлемым вариантом являются мобильные, компактные установки, принцип работы которых основан на фильтрации стоков через слой природных адсорбентов (рис. 2) [1, 2].

Результаты исследования и их обсуждение

Физический процесс очистки протекает следующим образом. Нефтесодержащие и органические стоки, протекая через филь-

трационную кассету, подвергаются очистке загруженным адсорбентом.

Конструкция представляет собой железобетонный лоток (например, стандартный лоток, используемый для строительства арычной системы) с установленными в нем съемными фильтрующими кассетами, который имеет прямоугольное или трапециевидальное сечение. Расчет геометрических размеров лотка производится в зависимости от расхода производственных сточных вод по предлагаемой ниже технологической и расчетной схемам.

Кассеты – металлический короб, на который натянута мелкая металлическая сетка. Количество кассет зависит от первоначальной концентрации органических веществ и от требуемого качества технической воды, которая определяется экспериментальным путем.

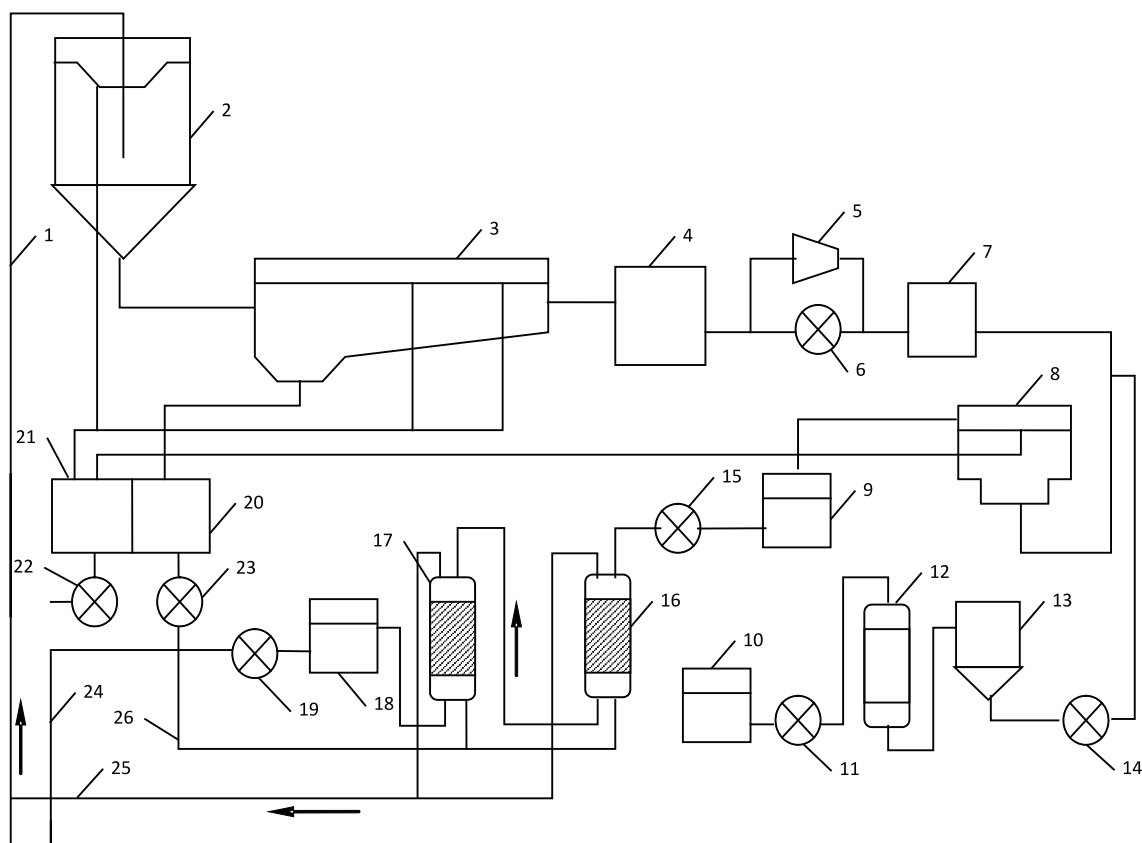


Рис. 1. Схема очистки вод, загрязненных нефтепродуктами:

- 1 – трубопровод замазученных и замасленных вод; 2 – приемный бак-отстойник;
- 3 – нефтеловушка; 4 – промежуточный резервуар; 5 – эжектор насыщения воды воздухом;
- 6 – центробежный насос; 7 – напорный бак; 8 – флотатор; 9 – промежуточный резервуар;
- 10 – ячейка коагулянта; 11–12 – механический фильтр коагулянта; 13 – бак-мерник коагулянта;
- 14 – насос перекачки коагулянта; 15 – насос подачи воды на фильтр; 16 – двухслойный механический фильтр; 17 – угольный фильтр; 18 – резервуар очищенной воды; 19 – насос подачи очищенной воды; 20 – емкость сбора осадка; 21 – емкость сбора уловленных нефтепродуктов;
- 22 – насос подачи уловленных нефтепродуктов на сжигание; 23 – насос подачи осадка в накопители; 24 – трубопровод очищенной воды на повторное использование; 25 – трубопровод сбора промывочных вод фильтра; 26 – трубопровод промывки фильтрующих материалов

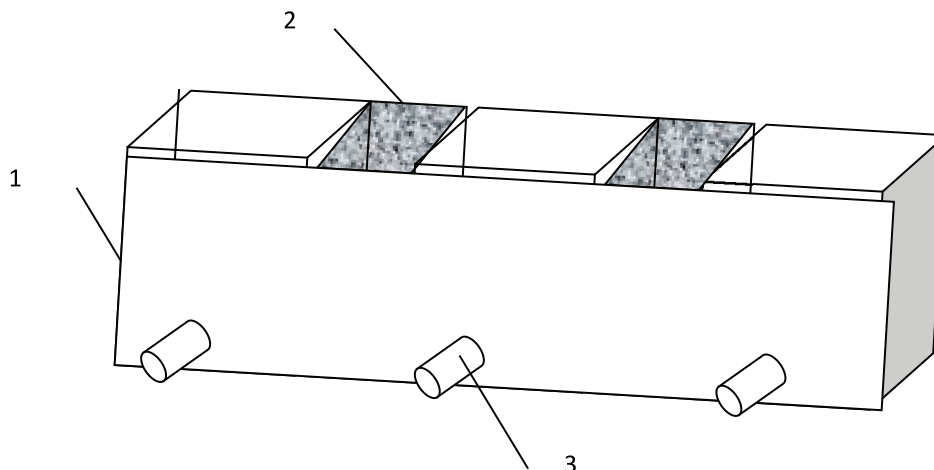


Рис. 2. Принципиальная схема очистной установки системы обратного водоснабжения автомойки:

1 – лоток, установленный с гидравлическим уклоном; 2 – кассеты с фильтрующими элементами; 3 – трубопроводы для закачки сточных вод и откачки очищенной воды в систему обратного водоснабжения [4]

Общий вид фильтрационного канала и трехмерная модель сменной кассеты для адсорбента, который можно расположить под парковкой автомойки, представлены на рис. 3.

Предлагаемый в работе подход имеет ряд преимуществ по сравнению с ранее рассмотренными очистными установками гравитационного типа. Во-первых, фильтрационные процессы описываются «точными» математическими моделями, для практических расчетов имеются инженерные методики определения параметров гетерогенной среды, такой как вода, содержащая эмульсию из углеводородов.

Во-вторых, контроль качества очистки сточных вод необходимо рассматривать как

систему автоматического регулирования (САР) с обратной связью, подобные САР позволяют сглаживать влияние «залповых» выбросов нефтеуглеводородов.

Для построения автоматизированной системы управления качеством очистки нефтесодержащих сточных вод рассмотрим особенности параметров расчета процесса адсорбции в гидравлическом канале с установленными в нем кассетами с активированным углем.

Исследуем процессы, протекающие в гидравлическом канале прямоугольного сечения с размерами 1,5×1,5 м. Натурная модель установки изготовлена из органического стекла в масштабе 1:100 и приведена на рис. 4.

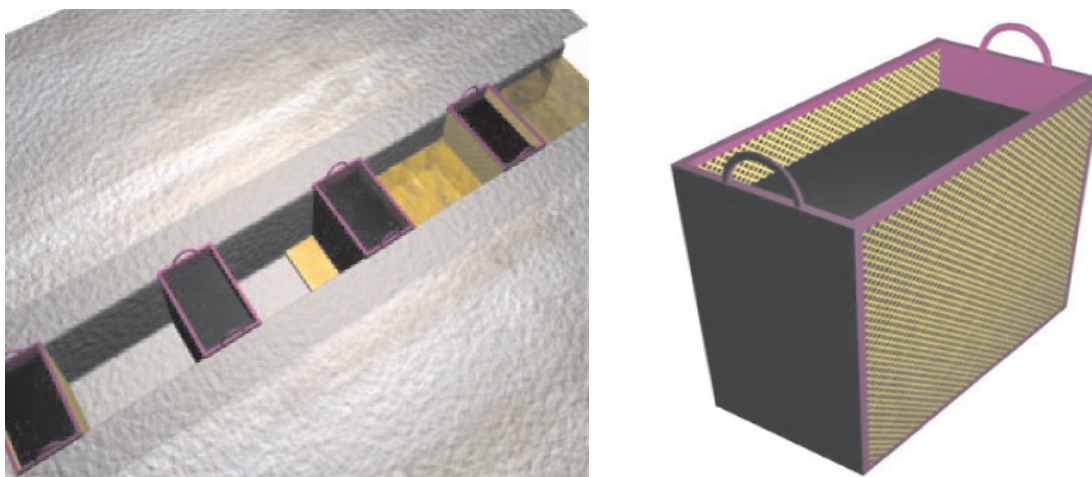


Рис. 3. Трехмерная модель конструкции фильтрационного канала, адсорбционной кассеты и процесса очистки стоков автомойки



Рис. 4. Экспериментальная установка очистки нефтесодержащих сточных вод с адсорбирующей каскетой

В инженерных расчетах под «действительной скоростью» движения воды в порах загрузки называют усредненную величину:

$$u' = \frac{Q}{w_{\text{пор}}}, \quad (1)$$

где Q – расход воды, движущиеся в канале.

Скорость фильтрации есть фиктивная (воображаемая) скорость, из предположения, что вода движется не только через поры, но и через живое сечение частиц загрузки, причем расход воды равен заданному расходу:

$$u = \frac{Q}{w_{\text{геом}}} = \frac{Q}{w_{\text{пор}} + w_{\text{част}}}. \quad (2)$$

Зависимость между действительной скоростью и скоростью фильтрации можно найти из формулы Дарси, выражающей основной закон ламинарной фильтрации:

$$u = kJ, \quad (3)$$

где u – скорость фильтрации в данной точке фильтрационного потока; J – пьезометрический уклон в той же точке; k – коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом фильтрации. Коэффициент фильтрации, имеющий размерность скорости (поскольку J в формуле (3) – величина безразмерная), представляет собой скорость фильтрации при уклоне $J = 1$.

Экспериментально установлено, что для воды с заданной температурой величина k

зависит только от свойств загрузочного материала. Теоретически k зависит и от вязкости фильтрующейся через адсорбент воды, так как вязкость воды зависит от температуры. Из формулы (3) видно, что скорость фильтрации u прямо пропорциональна величине J в первой степени.

Для построения алгоритмов расчета и управления процессом очистки нефтесодержащих стоков необходимо учитывать существование трех различных методов определения коэффициента фильтрации, входящего в формулу Дарси:

– лабораторный метод: k определяется в лаборатории на специальном приборе, в который закладывается образец интересующей нас загрузки (с ненарушенной или нарушенной структурой);

– расчетный метод: k определяется расчетом по особым эмпирическим формулам в зависимости от величины диаметра частиц загрузки;

– полевой метод: k определяется на месте строительства очистного путем откачки воды за фильтрационными каскетками.

Все три подхода необходимо использовать при проектировании и верификации автоматизированной системы управления.

С отфильтрованной воды потоковым датчиком содержания углеводородов типа KMN-1 снимаются показания о процентном содержании загрязнения в воде [3]. Если качество воды не удовлетворяет техническим нормам, то открывается заслонка

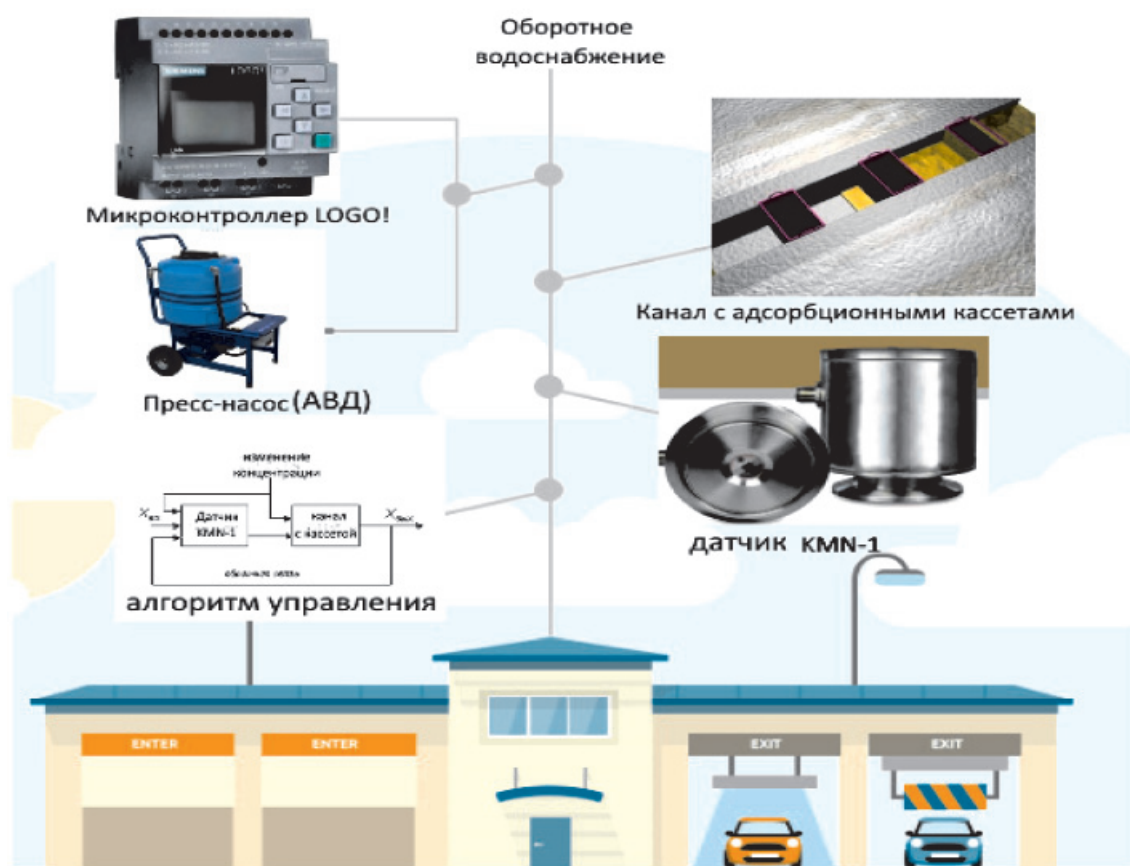


Рис. 5. Функциональная схема автоматизированного управления с обратной связью обратным водоснабжением автомойки на базе ПЛК Siemens LOGO!

для продолжения фильтрации через следующую кассету с адсорбентом. Алгоритм процесса очистки контролируется микроконтроллером LOGO! фирмы Siemens [7] и длится до тех пор, пока качество воды не достигнет заданных параметров (рис. 5).

Заключение

Итак, использование методов адсорбционной очистки нефтесодержащих сточных вод автомоек позволяет создать компактную, надежную установку очистки нефтесодержащих вод для обратного водоснабжения с автоматизированной системой контроля качества технической воды. Предлагаемая технологическая схема очистки воды с углеводородами нефти экологически безопасна и не требует больших материальных затрат, она легко интегрируется в существующую технологию мойки автомашин с использованием ручных пресс-насосов (АВД-аппаратов

высокого давления), обеспечивает сокращение потребления водопроводной воды в 10–15 раз.

Список литературы

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1976. – 592 с.
2. Очистка нефтесодержащих сточных вод. – Гос. публичная науч.-техн. библиотека СО РАН, 1992. – 73 с.
3. Расходомер нефти-индикатор типа нефти в воде-ГК Куйбышев Телеком. – URL: http://www.ktkprom.ru/Kmn_4.php (дата обращения: 13.02.2016).
4. Рахимжанова Г.Б., Бибрал Н. Очистка нефтесодержащих вод на нефтепромысле Карамай (КНР) // Республиканский сборник научных трудов аспирантов и магистрантов. – Алматы, КазНТУ, 2001. – С. 148–150.
5. Терентьев А.Н., Хоршев К.С. Комплекс автоматической мойки машин «Кристалл» // Механизация и автоматизация производства. – М.: Изд-во Машиностроение, 1986. – С. 15–21.
6. Тихомиров Г.И. Технические средства очистки судовых нефтесодержащих вод. – М.: МГУ, 2010. – 249 с.
7. Graune U., Thielert M., Wenzl L. LOGO!. – John Wiley & Sons, 2009. – 200 p.