

УДК 502:175:628.3
К 90

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Н. В. Кулалаева, канд. хим. наук;
О. А. Мармазинский, преподаватель;
В. А. Михайлюк, канд. техн. наук, профессор НУК

Национальный университет кораблестроения, г. Николаев

Аннотация. Рассмотрены вопросы, связанные с проблемой снижения уровня загрязнения окружающей среды сточными водами предприятий городского хозяйства (автомоек), содержащими нефтепродукты. Показаны перспективные способы и средства его минимизации. Представлена система оборотного водоснабжения, включающая многоступенчатый разноскоростной гидроциклон первичной стадии очистки.

Ключевые слова: загрязнение воды, нефтепродукты, муниципальные сточные воды, автомойки, замкнутые системы очистки воды, нефтеочистные гидроциклоны, многоступенчатый разноскоростной гидроциклон, организованная среда, полиэлектролит.

Анотація. Розглянуто питання, пов'язані з проблемою зниження рівня забруднення навколишнього середовища стічними водами підприємств міського господарювання (автомийок), що містять нафтопродукти. Показано перспективні способи і засоби його мінімізації. Представлено систему оборотного водопостачання, що включає багатоступеневий різношвидкісний гідроциклон первинної стадії очищення.

Ключові слова: забруднення води, нафтопродукти, муниципальні стічні води, автомийки, замкнуті системи очищення води, нафтоочисні гідроциклони, багатоступінчастий різношвидкісний гідроциклон, організоване середовище, поліелектроліт.

Abstract. The article deals with issues of reducing pollution level by wastewaters of urban economic enterprises (car wash) containing oil products. The perspective ways and means to minimize it are presented. The system of water recycling is presented including multistage various speed hydrocyclone of primary purification stage.

Keywords: water pollution, petroleum, municipal waste water, car wash, recycled water purification systems, oil/water hydrocyclones, multistage various speeds hydrocyclone, organized medium, polyelectrolyte.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Загрязнение воды, воздуха и почвы в крупных городах приняло угрожающие размеры. В результате ухудшились

санитарные условия проживания населения. В связи с этим, обеспечение экологической безопасности сточных вод стало главной задачей муниципальных

служб и предприятий. К числу наиболее распространенных вредных веществ, загрязняющих водную среду, относятся нефть и продукты ее переработки. Основным их «поставщиком» в населенных пунктах является централизованная городская канализация, принимающая сбросы как коммунальных, так и производственных сточных вод, содержащих нефтепродукты (НП). Так, объем сточных вод «Николаевгорводоканала» составляет более 50% от общих сбросов по области и около 90% — по городу [9].

Из потенциально опасных в данном отношении объектов в Николаеве функционируют морской и речной порты, нефтебаза, несколько судостроительных предприятий, два железнодорожных депо, трамвайный и троллейбусный парк, автовокзал и автостанция, десятки АЗС, АТП и автосервисов. Мощным источником загрязнения является автотранспорт, количество которого за последние 10...12 лет в Украине резко возросло, в основном, за счет насыщения городов легковыми автомобилями и микроавтобусами. Автомобили не только загрязняют воздушную среду и создают шум, но и негативно влияют на гидросферу и грунты. Значительный рост количества автотранспорта привел к существенному увеличению численности обслуживающих предприятий и структур. Причем неотъемлемым компонентом таких объектов, как правило, являются автомойки. Увеличение количества автомоек в городской черте способствовало росту количества сточной воды, содержащей НП, образующейся при мойке автомобилей. Для ее обработки с целью удаления вредных веществ автомойки оснащаются очистными системами, представляющими собой комплекс специального оборудования, предназначенного для предотвращения поступления НП в окружающую среду.

Однако необходимого качества очистки сточной воды, сбрасываемой в гидросферу, соответствующего требованиям нормативных документов, удается достичь только путем значительных финансовых затрат, которые каждый субъект хозяйствования пытается уменьшить. Перспективным направлением является переход с локальных систем очистки на рециркуляционные, в которых на стадии предварительной очистки применяются недорогие устройства с низкими затратами на обслуживание в процессе эксплуатации, отделяющие основной объем загрязнений.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В Украине для обеспечения экологической безопасности при размещении, проектировании и строительстве новых, а также реконструкции действующих предприятий, сооружений и других объектов, связанных с использованием вод, осуществляется государственная, общественная и другая экологическая экспертиза в порядке, определяемом законодательством [1, 3]. Требования к содержанию вредных веществ в сточной воде, которыми руководствуются государственные контролирующие органы, экологические службы и СЭС, достаточно жесткие. Они изложены в ряде регламентирующих документов и стандартов, основными из которых являются ГОСТ 12.1.007–76 «Система безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности», ГОСТ 17.1.3.05–82 (СТ СЭВ 3078–81) «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами», ГОСТ 17.1.4.01.–80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования

к методам определения нефтепродуктов в природных водах и сточных водах», ГОСТ 3013–95 «Система стандартов в области охраны окружающей среды и рационального использования ресурсов. Гидросфера. Правила контроля за отведением дождевых и снеговых сточных вод с территорий городов и предприятий и т. д.», ГОСТ 27384–87 «Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств». Так, например, ПДК по нефтепродуктам при сбросе сточных вод в городскую канализацию составляет 5 мг/л.

По данным on-line каталога предприятий г. Николаева «МБК НИКОЛАЕВ»*, в городе функционируют около 50 автомоек. Они отличаются друг от друга используемым моечным оборудованием, количеством и типом моечных боксов, очистными системами. Из них около 90 % сбрасывают в городскую канализацию промывочную воду после локальной очистки, и лишь около 10% моек применяют замкнутые системы оборотного водоснабжения. Основными загрязнителями сточных вод, образующихся при мойке автомобилей являются механические примеси и нефтепродукты. Как правило, это крошка асфальта, песок, моторные масла, различные виды топлива, смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), соли тяжелых металлов, а также поверхностно-активные вещества (ПАВ), содержащиеся в моющих средствах, используемых при мойке. Концентрация углеводов в сточных водах может достигать 100 мг/л.

Наличие разных видов примесей вызывает необходимость применения и различных методов и аппаратов для очистки [10, 11], в зависимости

от требований к очищенной воде и ее дальнейшего использования (утилизации). Большинство существующих систем данного назначения конструктивно включают три основные стадии очистки — первичную (предварительную), финишную и глубокую. Наиболее широко используемые при этом устройства — отстойники, фильтры, флотаторы, центробежные разделители (сепараторы, центрифуги, гидроциклоны). Однако, несмотря на широкое предложение, приемлемое для конкретного пользователя сочетание качества и себестоимости очистки достигается не всегда. Значительные эксплуатационные расходы (в частности, затраты на расходные материалы) в сочетании с высокой стоимостью установок снижают экономическую эффективность их использования.

Этих недостатков лишены трехпродуктовые гидроциклоны (ГЦ). Однако их применение для разделения водонефтяных смесей (ВНС) тормозится ввиду наличия следующих проблем:

во-первых, эффективные окружные скорости для выделения из воды частиц НП и механических примесей, различны;

во-вторых, при увеличении окружной скорости потока для выделения механических примесей, происходит дробление частиц НП;

в-третьих, возврат значительного количества воды, содержащегося в «сгущенной» ВНС, на повторную обработку (что обусловлено особенностями реализации процесса очистки).

Проблема очистки сточной воды на каждом конкретном предприятии (в зависимости от его возможностей) решается по разному. Существующие системы

* Режим доступа : Каталог предприятий г. Николаева «МБК НИКОЛАЕВ» [Электронный ресурс] <http://www.mbcnikolaev.com.ua/category/transp/avtomo7/2/index.php>.

очистки в зависимости от технологий, которые в них применяются, способны удалить из сточных вод до 90% и более от общего количества загрязнений [2, 10, 11]. Такая степень очистки позволяет не только сливать обработанную воду в городскую канализацию (т. н. локальная очистка), но и использовать ее повторно, за счет рециркуляции в системе оборотного снабжения автомойки. В подобных системах возможно повторно использовать до 90...95% исходной воды и максимально сократить, а в некоторых случаях — исключить сброс загрязненных сточных вод в окружающую среду. Свежую воду добавляют в систему либо для восполнения потерь, либо на завершающей стадии мойки машины (что составляет не более 15% от всего объема используемой воды). Кроме экологического эффекта, при этом значительно сокращаются финансовые затраты на водопотребление и водоотведение.

Как указывалось выше, для разделения смеси жидкостей, компоненты которой имеют разную плотность (НП и вода), ГЦ используются редко. Дело в том, что разделение таких компонентов в результате наложения центробежных сил, образующихся при создании вращающегося потока в рабочей полости ГЦ, имеет эффект только в определенном диапазоне скоростей вращения потока. И, если в случае смеси типа «жидкость/механические примеси», скорость вращения потока в двухпродуктовом ГЦ можно повышать в достаточно широком интервале (4...8 м/с), увеличивая действие центробежных сил (тем самым и эффективность разделения), то для ВНС этот интервал достаточно узок. Так, при увеличении окружной скорости потока ВНС, с определенного момента вероятность дробления крупных частиц НП становится очень высокой [5].

Складывается ситуация, когда при окружных скоростях потока менее 1

м/с выделение мелкодисперсных частиц НП из воды практически незначительно из-за малых центробежных усилий, а при увеличении же окружной скорости до 4...5 м/с (рабочая скорость типовых двухпродуктовых ГЦ для выделения твердых частиц из жидкости), происходит дробление крупно- и среднелдисперсных частиц НП (т. н. «вторичное эмульгирование»), в результате чего смесь насыщается мелкими нефтяными частицами (НЧ) и не очищается (чем меньше НЧ, тем труднее выделить ее из потока ВНС).

Известен вариант компоновки системы оборотного водоснабжения с использованием одноступенчатого низкоскоростного ГЦ [4] на стадии предварительной очистки. Использование нефтеочистного ГЦ в данном случае позволяет снизить нагрузку на следующие ступени очистки, увеличить их ресурс (что особенно важно для повышения работоспособности устанавливаемых на последующих стадиях фильтров) и, следовательно, снизить эксплуатационные расходы. Однако, применение для этих целей известных одноступенчатых низкоскоростных ГЦ недостаточно эффективно ввиду их сравнительно низкой производительности (не более 1,5 м³/ч) и возврата до 30% обработанной ВНС на повторную очистку.

ЦЕЛЬЮ РАБОТЫ является обоснование применения трехпродуктовых ГЦ для очистки комбинированных загрязнений, присутствующих в сточных водах автомоек, и повышение эффективности их работы.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Анализ расходов на водоснабжение и водоотведение на мойках с системами локальной очистки и оборотного водоснабжения показал, что они существенно отличаются. В табл. 1 приведены

Таблица 1. Тарифы на услуги водоснабжения и водоотведения, которые предоставляются городским коммунальным предприятием «Николаевводоканал»*

| Виды услуг | Тариф с НДС (грн за 1 м ³) |
|---|--|
| Водоснабжение питьевой водой из р. Днепр и технической в селах Б. Корениха, Надбугское, Матвеевка, Варваровка, идущей на хозяйственно-бытовые потребности, полив приусадебных участков и мытье транспорта для населения | 1,98 |
| Вода питьевая и техническая для бюджетных организаций и предприятий и других потребителей | 4,56 |
| Водоотведение для населения | 1,74 |
| Водоотведение для других потребителей | 3,06 |

*Тарифы на услуги водоснабжения и водоотведения коммунального предприятия «Николаевводоканал» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.vodokanal.mk.ua/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=10>.

некоторые действующие тарифы услуг «Николаевводоканала».

Как правило, на автомойках оборудуют от 2-х до 5-ти помывочных постов (или боксов). Среднее количество машин за день на один бокс составляет около 20, а расход воды на одну легковую машину — 150 л. С учетом того, что мойкой пользуется достаточно много джипов и микроавтобусов, примем среднее количество воды для одной машины равным 200 л. Для мойки с тремя боксами расход воды за день для 60 машин составит 12 000 л. Стоимость израсходованной питьевой воды: $12 \text{ м}^3 \cdot 4,56 \text{ грн/м}^3 = 54,72 \text{ грн}$.

Стоимость водоотведения: $12 \text{ м}^3 \times 3,06 \text{ грн/м}^3 = 36,72 \text{ грн}$ (см. табл. 1).

Итого, суммарные расходы на водоснабжение и водоотведение составят 91,44 грн в день, т. е. в среднем — более 90 грн в день. При использовании же оборотной воды эта статья расходов отсутствует.

Однако большинство владельцев автомоек не спешат устанавливать оборотные системы, несмотря на их преимущества и выгоды. Причина заключается в том, что стоимость оборотных систем намного выше стоимости локальных и, кроме того, в значительных затратах на расходные материалы и реагенты, применяемые при этом.

Ниже приведены некоторые технические характеристики и стоимость различных оборотных систем для автомоек (табл. 2). Стоимость же локальной системы составляет около 1000 у. е.

Воду в оборотных системах заменяют раз в 1...3 месяца, в зависимости от плотности машинопотока. При этом, как правило, производится замена фильтров и реагентов. Стоимость такой замены — около 2000 грн. Если учесть еще расходы на вывоз воды ассенизаторной машиной — 450 грн, завоз новой чистой воды — 500...700 грн, стоимость работ по замене фильтров — 500...700 грн, то получится весьма солидная сумма. Добавив к этому затраты на электроэнергию, можно оценить, что стоимость очистки 1 м³ воды в оборотных системах составляет от 2...3 грн (в менее дорогих) до 7...9 грн (в более дорогих). Таким образом, суммарные затраты в менее дорогих системах рециркуляции в среднем составляют 25...40 грн в день. Кроме того, автомойки, сбрасывающие отработанную воду в канализацию, в соответствии с существующим законодательством обязаны выполнять контроль качества сбрасываемых в канализацию стоков. Такой контроль осуществляется специализированными лабораториями ежемесячно. Оплата за выполнение лабораторных анализов

Таблица 2. Технические характеристики и цена некоторых систем рециркуляции воды для автомобильных моек

| Название | Произв-сть, м ³ /ч | Мощность, кВт | Стоимость |
|------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|
| Karcher HDR 555 | 0,2 | 0,6 | 6700 у. е. |
| Karcher АЗА 600 | 0,6 | 1,2 | 14 500 у. е. |
| Электроцит МОВ 1 | 1 | 5,6 | 18 5000 руб. (≈7400 у. е.) |
| АРОС-1 | 1 | 2,8 | 88 000 руб. (2000 евро) |
| АРОС-2 | 2 | 3,2 | 91 000 руб. (2068 евро) |
| АРОС-5 | 5 | 3,8 | 120 000 руб. (2727 евро) |
| АРОС-10 | 10 | 4 | 286 000 руб. (6500 евро) |
| УТК Фламинго-1 | 1 | 1,15 | 306 000 руб. |
| УТК Фламинго-2 | 2 | 1,15 | 415 800 руб. |
| УТК Фламинго-4 | 4 | 1,9 | 537 000 руб. |
| УТК Фламинго-6 | 6 | 1,9 | 670 000 руб. |
| УТК Фламинго-10 | 10 | 4,4 | 1 143 500 руб. |
| УТК Фламинго-20 | 20 | 8,0 | 1 760 000 руб. |
| ФФУ-1-МБ-1 | 1 | 2,6 | 313 500 руб. |
| ФФУ-2-МБ-2 | 2 | 2,7 | 396 100 руб. |
| ФФУ-6-МБ-6 | 6 | 4,0 | 638 650 руб. |
| ФФУ-10-МБ-10 | 10 | 12,0 | 1 142 713 руб. |
| СКАТ ОТБ-1 | 1 | 2,6 | 282 300 руб. |
| СКАТ ОТБ-2 | 2 | 3,0 | 367 050 руб. |
| СКАТ-1 | 1 | 3,0 | 403 300 руб. |
| СКАТ-2 | 2 | 3,4 | 514 400 руб. |

составляет 60...200 грн в месяц. Для сравнения — средняя стоимость помывки легкового автомобиля в г. Николаеве составляет 30 грн. Стоит заметить, что владельцы автомоек с замкнутым циклом водоснабжения в целях «экономии» часто нелегально сливают воду без очистки в канализацию и используют воду непосредственно из городского водопровода.

Таким образом, очевидно, что будущее принадлежит системам оборотного водоснабжения с экономическими выгодами техническими решениями элементов для очистки сточных вод. Одним из таких решений является применение в составе технологической схемы многоступенчатого разноскоростного гидроциклона (МРГЦ).

Предлагаемый авторами МРГЦ [7] (рис. 1) позволяет решить упомянутые выше проблемы разделения ВНС в трехпродуктовых ГЦ. В нем первая ступень

выполнена низкоскоростной (окружная скорость потока ВНС 1...2 м/с) и обеспечивает отделение основной массы НП (крупно- и среднедисперсных частиц), избегая вторичного эмульгирования. Во второй ступени скорость потока ВНС во входном направляющем аппарате увеличивается до 4...5 м/с. Такая величина скорости обеспечивает выделение из смеси механических примесей. Конструктивно 1-я ступень ГЦ выполнена из отдельных цилиндрических секций 2, размещенных в общем корпусе 8, а 2-я представляет собой конический ГЦ 6, размещенный в центральной части того же общего корпуса 8.

Для решения третьей проблемы в каждой из цилиндрических секций 2 установлена специальная нефтесепараторная вставка 13.

Нефтесепараторная вставка конусообразной формы (рис. 2) выполнена

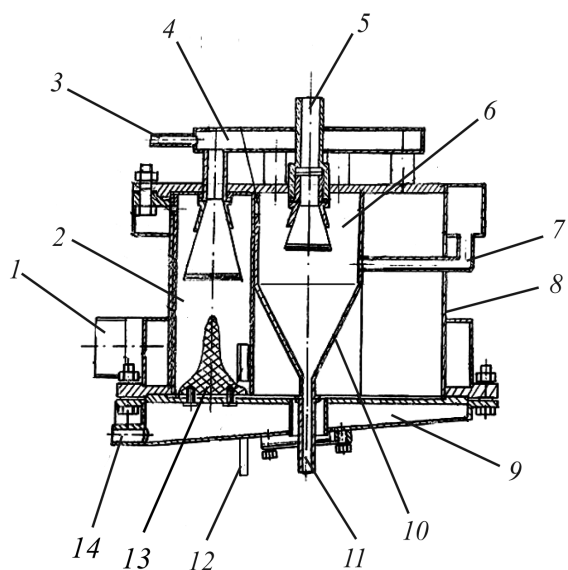


Рис. 1. Напорный многоступенчатый разноскоростной гидроциклон [7]:

1 — трубопровод подвода очищаемой смеси; 2 — цилиндрическая секция (единичный низкоскоростной гидроциклон 1-й ступени); 3 — трубопровод для присоединения к емкости для сбора нефтепродуктов; 4 — полость нефтесборника первой ступени; 5 — нефтеотводной трубопровод; 6 — рабочая полость второй ступени; 7 — трубопровод подачи смеси на вторую ступень очистки; 8 — общий цилиндрический корпус; 9 — шламособорник; 10 — рабочая камера второй ступени очистки; 11 — трубопровод отвода шлама 2-й ступени; 12 — трубопровод отвода очищенной воды; 13 — нефтеконицентрирующая вставка; 14 — трубопровод отвода шлама 1-й ступени

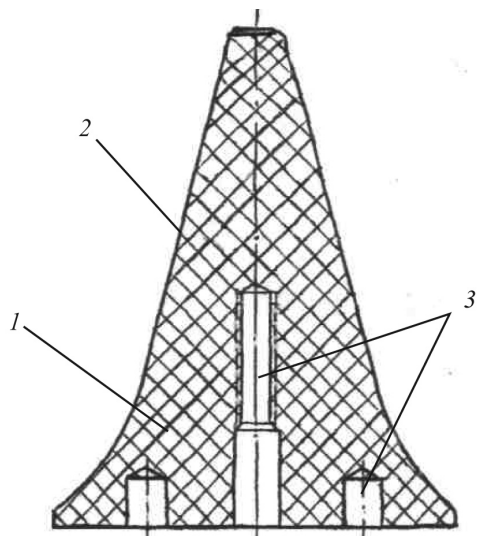


Рис. 2. Нефтеконицентрирующая вставка: 1 — коалесцирующий материал; 2 — слой поли-электролита; 3 — отверстия для крепления

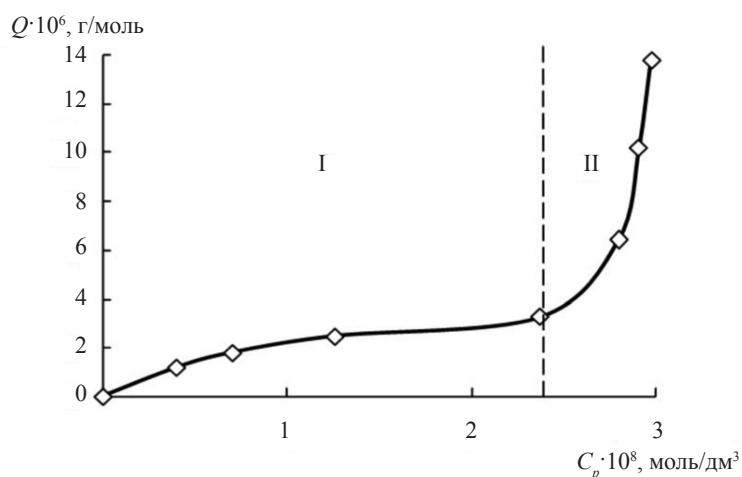


Рис. 3. Изотерма сорбции ВПК-402 на коалесцирующем материале при $pH = 3$; $T = 298^{\circ}K$; $m_{нав} = 0,5$ г

из коалесцирующего материала (катионита КУ-2-8), поверхность которого была модифицирована полиэлектролитом ВПК-402, путем адсорбции из модельного раствора [6].

Для модификации использовали раствор полиэлектролита ВПК-402 с концентрацией 1%, приготовленный из 25 % промышленной эмульсии (ТУ 6-01-2-88 «СЗП АО «Каустик»), катионит КУ-2-8 (ГОСТ 20298, ТУ 6-09-4711) в H^+ форме. Сорбцию проводили в статическом режиме, в термостате открытого типа «ELPAN-357» при $T = 298$ К, с механическим вибратором (частота 150 циклов в мин.), в течение 30 минут при $pH = 3$. Рабочие концентрации ВПК-402 задавали с учетом и ионизационных свойств полиэлектролита (ПЭ), и кислотно-основных характеристик ионогенных групп сополимера полистирола и дивинилбензола. Были оптимизированы условия сорбции на нем полиэлектролита, что позволило построить изотерму сорбции ВПК-402 на КУ-2-8, представленную на рис. 3.

Форма изотермы — S-образная, не достигающая предела, что характерно для полимолекулярной сорбции. При низких концентрациях ПЭ происходит

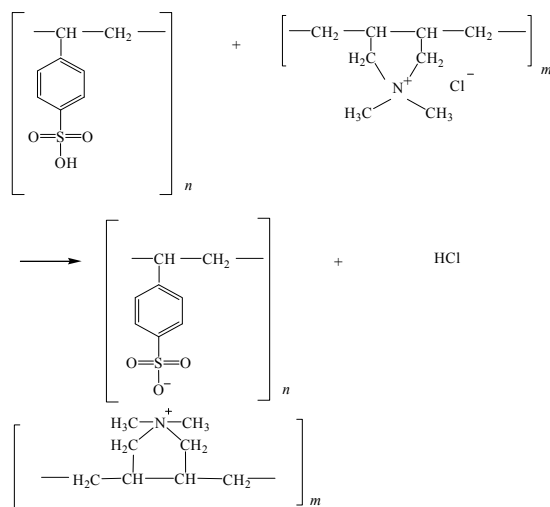
ионообменное извлечение его из раствора, далее на поверхности адсорбента образуется полимолекулярный адсорбционный слой. По мере увеличения концентрации наблюдается существенное увеличение сорбции ПЭ. На первом участке (I, рис. 3) изотерма может быть отнесена к классическому L-типу, с четко выраженным практически горизонтальным плато, свидетельствующем об образовании монослоя ПЭ на поверхности носителя. Стремительный рост величины сорбции почти перпендикулярно оси равновесных концентраций (участок II, рис. 3) свидетельствует в пользу поверхностного осаждения агрегатов макромолекул ВПК-402. Такое возможно вследствие значительного концентрирования макромолекул ПЭ, находящегося в гидрофобизированном свернутом состоянии. При низкой концентрации ВПК-402 происходит преимущественно электростатическая адсорбция положительно заряженных молекул ПЭ на отрицательно заряженных центрах поверхности носителя. С увеличением концентрации ПЭ может начинаться адсорбция его молекул из раствора на поверхность носителя, уже покрытую адсорбированным слоем

полимера, за счет сил молекулярного и гидрофобного притяжения. Кинетика формирования адсорбированного слоя не лимитируется процессом диффузии, а скорее определяется временем трансформации молекул полимера в адсорбционном слое (продолжительное плато свидетельствует о последующем уплотнении молекул ПЭ в размещении на поверхности носителя). В области низких концентраций полимера адсорбция носит электростатический характер. В области более высоких концентраций ПЭ адсорбция происходит за

счет молекулярных сил и гидрофобного притяжения.

Модифицирование поверхности носителя ПЭ позволило сформировать организованную среду в системе «носитель – ПЭ – ВНС». Это дало возможность устранить негативные последствия явления коалесценции (вторичное эмульгирование нефтяных частиц), с целью уменьшения на 25 % обводнения нефтепродукта, выводимого из соответствующей секции ГЦ.

Схема модификации носителя полиэлектролитом ВПК-402 приведена ниже.



Разноскоростной ГЦ работает следующим образом. Водонефтяная смесь посредством трубопровода 1 подается в полость общего цилиндрического корпуса 8, откуда тангенциально поступает во внутренние полости единичных ГЦ первой ступени 2. Внутри последних поток закручивается, вращаясь со скоростью 1...2 м/с и поднимается вверх. Под действием центробежных сил, частицы НП перемещаются к нефтеконцентрирующей вставке 13, на которой происходит их коалесценция, а затем — концентрирование НП в центральной части цилиндров 2. Далее обводненный НП отводится через отверстия в крышке, оснащенные коническими захва-

тывающими устройствами, в полость нефтесборника 4 1-й ступени и далее, через трубопровод 3 — на слив в емкость для сбора НП (отстойник). Предварительно очищенная вода по трубопроводу 7 поступает в рабочую полость второй ступени 6, раскручиваясь перед этим в каналах входного направляющего аппарата 2-й ступени до 3...5 м/с. Увеличение окружной скорости потока приводит к усилению центробежных сил, за счет чего во 2-й ступени происходит выделение из ВНС мелкодисперсных НП и мехпримесей, которые не удалось выделить в первой ступени. Поток в полости второй ступени, имеющей цилиндрико-коническую форму, сначала

закручивается в цилиндрической части, опускаясь вниз и затем, отражаясь от конических стенок, поднимается вверх. При этом НП концентрируется в осевой области и отводится через трубопровод 5 в отстойник, механические примеси (шлам) выводятся по трубопроводам 13 и 11, а очищенная во 2-й ступени вода через окна в верхней части полости 6 поступает в трубопровод 12 и отводится из ГЦ в емкость для очищенной воды либо на заключительную обработку.

Многоступенчатый разноскоростной ГЦ обеспечивает более эффективную очистку промывочной воды и от механических примесей (грязи), и от НП, кроме того, обладает увеличенной по сравнению с аналогами производительностью — за счет применения нескольких секций в первой ступени, представляющей по сути мультициклон в едином корпусе. Заявленные характеристики данного устройства: производительность до 5 м³/час, эффективность очистки до 25 мг/л. Такая степень очистки недостаточна для того, чтобы очищенную сточную воду использовать в моечном оборудовании, так как для

большинства существующих АДВ необходимая степень очистки составляет не менее 15 мг/л. Однако, применение предлагаемого ГЦ в составе оборотной системы для очистки сточных вод автомойки значительно уменьшит количество НП в обработанной ВНС за счет снижения вторичного эмульгирования.

Процесс обработки помывочной воды будет выглядеть следующим образом (рис. 4).

Вода из АДВ 4 под давлением подается на мойкий пистолет с расстробом 5, с помощью которого оператор осуществляет смывание загрязнений с транспортного средства. Стекающая с автомобиля грязная вода через решетку в полу поступает в приямок, объединенный системой перегородок с отстойником 6. Из отстойника через заборный патрубок 7 отстаивающаяся сточная вода, содержащая комбинированные загрязнения, подается насосом объемного типа 8 в первую ступень многоступенчатого разноскоростного ГЦ 1.

В 1-й ступени очистки выделяется основная масса крупно- и среднедисперсных нефтяных компонентов смеси,

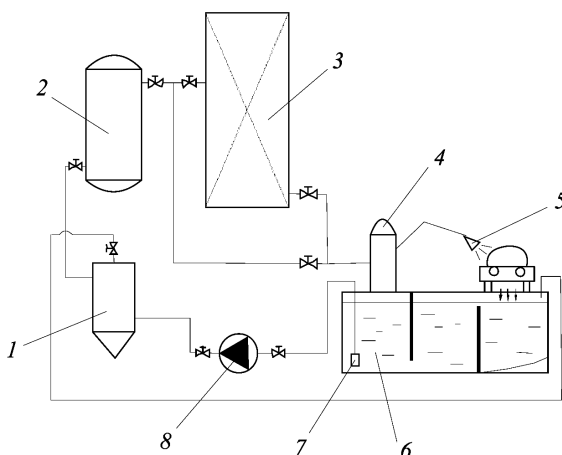


Рис. 4. Схема установки для очистки сточных вод автомойки: 1 — многоступенчатый разноскоростной гидроциклон; 2 — фильтр тонкой очистки (ФТО); 3 — бак для очищенной воды; 4 — автомат высокого давления (АВД); 5 — мойкий пистолет; 6 — отстойник сточной воды; 7 — заборный патрубок с сеткой; 8 — насос

которые отводятся обратно в отстойник. А во 2-й ступени в результате возрастания действия центробежных сил осуществляется выделение механических примесей, которые не отделились в 1-й ступени, и мелкодисперсных НП. Очищенная во 2-й ступени вода отводится из ГЦ и поступает на заключительную обработку, обеспечивающую концентрацию НП не более 15 мг/л, в ФТО 2. Пройдя завершающий этап очистки, вода сливается в бак для очищенной воды 3, откуда забирается по необходимости в АВД.

ВЫВОДЫ

Использование замкнутой технологической схемы очистки, в составе которой на первичной стадии обработ-

ки установлен рекомендуемый МРГЦ с нефтесепарационной вставкой, позволит:

в одном устройстве достаточно эффективно очистить сточную воду не только от механических примесей, но и от нефтепримесей;

существенно снизить нагрузку на фильтр тонкой очистки;

сократить возврат смеси на повторную обработку до 25 %;

сократить количество комплектующего оборудования и снизить затраты на очистку 1 м³ воды до 1...2 грн и менее;

снизить стоимость предлагаемой услуги приблизительно на 40 %;

улучшить экологическое состояние окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Водний кодекс України [Текст]: [постанова Верховної Ради України від 6 червня 1995 року № 214/95-ВР]. — Відомості Верховної Ради (ВВР). — 1995. — № 24. — ст.189.
- [2] **Пронин, А.И.** Высокоэффективные и технологичные гидроциклонные аппараты [Текст] / А. И. Пронин, Н. А. Кудрявцев, А. А. Иванов [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. — 1996. — № 10. — С. 27–30.
- [3] Закон Украины об охране окружающей среды № 1264-ХІІ от 25.06.1991. — Ведомости Верховной Рады (ВВР). — 1991. — № 41. — ст. 546.
- [4] **Лебедь, Н.Г.** Очистка нефтесодержащих вод компактными сепарационными модулями на базе низкоскоростного гидроциклона [Текст] / Н. Г. Лебедь, В. А. Михайлюк, А. В. Поздеев. — Вып. 11. — Л. : ЦНИИ «Румб» судостр. промышл. Серия «Промышленная энергетика, охрана окружающей среды, энергосбережение судов», 1990. — С. 41–43.
- [5] **Михайлюк, В.А.** Моделирование движения частиц жидкой фазы нефтесодержащих вод в гидроциклоне [Текст] / В. А. Михайлюк, В. И. Тюрин, О. А. Мармазинский // Зб. наук. праць НУК. — Миколаїв : НУК, 2009. — № 2 (425). — С. 148–156.
- [6] **Пат. 77524, С2, UA Україна ; МПК7 В04С 5/12.** Спосіб відділення нафтопродуктів з водонафтових сумішей та пристрій для його реалізації [Текст] / Кулалаєва Н. В.; заявн. і патентоотр. НУК ім. адм. Макарова. — № 20041109617; заявл. 23.11.2004 ; опубл. 15.12.2006. Бюл. № 12.
- [7] **Пат. 88185 Україна ; МПК7 В04С 5/00.** Багатоступінчастий різношвидкісний гідроциклон [Текст] / Михайлюк В. О., Кулалаєва Н. В., Мармазинський О. А.; заявн. і патентоотр. НУК ім. адм. Макарова. — № a2007709214 ; заявл. 13.08.2007 ; опубл. 25.09.2009. Бюл. № 18.

- [8] Правила приймання стічних вод у комунальній та відомчій системі каналізації міст і сіл України [Текст] : Наказ Держбуду України від 19.02.02. № 37.
- [9] Экология и устойчивое развитие Николаева. — Николаев : Исполнительный комитет Николаевского городского совета, Аналитический центр экологически безопасного развития (АЦЭБР), 2004. — 142 с.
- [10] **Jim Lauria.** Water filtration: Using water treatment to tackle the environmental footprint issue // Filtration+Separation. — December 2008. — P. 20–23.
- [11] **Ken Sutherland.** Water filtration: Bulk water filtration techniques // Filtration+Separation. — December 2008. — P. 17–19.