

## **ОЧИСТКА ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ**

**А. В. Святченко, Ж. А. Сапронова**

*ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», г. Белгород, Россия*

*Рецензент д-р техн. наук, профессор В. И. Павленко*

**Ключевые слова:** коагуляция; ливневые стоки; листовый опад; нефтепродукты; сорбционные материалы.

**Аннотация:** Изучен состав сточных вод автозаправочной станции г. Старый Оскол. Проведены глубокий химический анализ основных компонентов ливневых стоков и испытания разработанной коагулирующей суспензии, полученной на основе пыли электродуговых сталеплавильных печей и сорбционного материала – термически модифицированного листового каштанового опада. Показано, что при осуществлении двухступенчатой очистки, где первая ступень – коагуляция взвешенных веществ, вторая – очистка сорбционным материалом, успешно достигаются нормативные значения по нефтепродуктам, что важно для снижения техногенной нагрузки на природные экосистемы. Количество добавляемого сорбционного материала составило 2,5 г/дм<sup>3</sup>, при этом достигалась эффективность очистки 92,8 %.

### **Введение**

Такие хозяйственные объекты, как автозаправочные станции (АЗС) и места парковок и обслуживания автотранспорта, постоянно используют нефтепродукты (НП) – топлива, масла. В большинстве случаев данные территории находятся под открытым небом, куда неизбежно попадают осадки, превращаясь в ливневые стоки. Загрязняющими веществами в таких водах являются не только НП [1], но и взвешенные вещества песчано-глинистой природы [2 – 4].

Ливневые стоки самотеком поступают в дождеприемные колодцы и подаются на сооружения локальной очистки. Очищенные воды, при условии достижения нормативных значений загрязнителей, должны сли-

---

Святченко Анастасия Владимировна – аспирант кафедры промышленной экологии, e-mail: sv.anastasiaa@mail.ru; Сапронова Жанна Ануаровна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры промышленной экологии, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», г. Белгород, Россия.

ваться в городскую канализацию. Сброс ливневых стоков АЗС в городскую канализацию и природные водоемы без очистки запрещен. Большинство водоемов относятся к категории рыбохозяйственного назначения [5 – 7], поэтому поступающие воды должны иметь соответствующие предельно допустимые концентрации (ПДК) значения показателей. Допустимая концентрация НП для таких водоемов составляет  $0,05 \text{ мг/дм}^3$  [8].

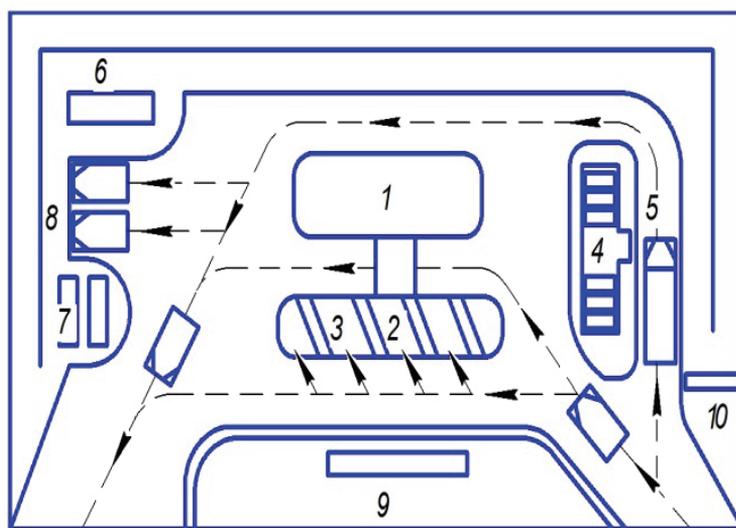
На территории нашей страны во многих случаях стоки АЗС остаются недоочищенными, наблюдаются превышения по ряду ингредиентов.

Колебания в составе сточных вод вызваны сезонными изменениями и осуществлением различных этапов хозяйственно-производственных процессов, а также характером подстилающей поверхности. Токсичные свойства НП широко известны [2]. Что касается взвешенных веществ, то они ухудшают показатели прозрачности воды, влияют на растворимость и адсорбцию токсичных веществ, интенсивность образования осадка, что сказывается на общем состоянии водных экосистем и приводит к снижению показателей качества воды.

Для предотвращения попадания стоков АЗС в окружающую среду по периметру хозяйственной территории устанавливаются ограждения, места въезда и выезда автомобилей перекрываются дождеприемниками на ширину проезжей части, откуда сточные воды отводятся на очистные системы дождевой канализации АЗС [9, 10].

Типовой генплан АЗС представлен на рис. 1 [11].

Для типовой АЗС мощностью 500 заправок в сутки объем реализации нефтепродуктов в год составляет 7080 т, из которого бензин марок АИ-92, АИ-95, АИ-98 по 1380 т; дизельное топливо – 2940 т.



**Рис. 1. Типовой генплан АЗС:**

1 – здание операторной с торговым залом; 2 – навес над топливораздаточными колоннами и зданием операторной; 3 – заправочные островки; 4 – резервуарный парк; 5, 8 – площадки слива топлива и для стоянки автотранспорта соответственно; 6 – резервуар загрязненных и очищенных стоков; 7 – резервуары противопожарного запаса воды и набор пенных огнетушителей; 9 – флажтоки; 10 – информационный стенд

Для небольших АЗС установка сооружений локальной очистки является серьезной экономической проблемой, поэтому разработка недорогих, эффективных способов очистки сточных вод АЗС является актуальной задачей.

Цель работы – исследование сточных вод автозаправочных станций г. Старый Оскол (Белгородская область) и испытания способа их очистки.

Согласно статистическим данным [12], среднегодовая норма осадков в Белгородской области составляет 572 мм. Территория АЗС в среднем занимает площадь 0,4 га [13, 14]. В результате несложных математических подсчетов можно определить примерное количество сточных вод  $Q$ , образующихся в год на одной заправке,

$$Q = nS,$$

где  $n$  – количество осадков, м;  $S$  – площадь автозаправки, м<sup>2</sup>.

$$Q = 0,572 \cdot 4000 = 2288 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Нефтепродукты относятся к органическим трудноокисляемым соединениям [15], их наличие в сточных водах ухудшает условия биоразложения других органических соединений, что в целом приводит к снижению эффективности работы очистных сооружений. Также существует и эффект интоксикации микроорганизмов под воздействием НП, выражающийся в уменьшении видового разнообразия и увеличении количества погибших организмов.

На примере сточных вод АЗС г. Старый Оскол рассмотрим возможность очистки и доочистки стоков от НП и взвешенных веществ.

В качестве объекта исследования использовалась произвольно выбранная АЗС под условным названием «АЗС-СО».

Годовой объем реализации нефтепродуктов на данной АЗС составляет:

- бензин – около 1979,6 м<sup>3</sup>;
- дизельное топливо – около 2758,5 м<sup>3</sup>.

Далее представлена разработка способа очистки стоков данной АЗС.

### **Материалы и методы исследований**

Индивидуальный и групповой углеводородный состав бензинов определялся на хроматографе «Кристалл 5000.2» согласно ГОСТ Р 52714 [16].

Рентгенофазовый анализ осуществлялся на приборе ARL9900 Intelli Power WorkStation (с применением трубки с Со-анодом), расшифровка пиков проводилась с использованием справочной литературы.

Сорбционный материал изготавливался путем обжига листового каштанового опада (ЛКО), высушенного естественным путем в комнатных условиях в муфельной печи LOIP LF-7/13 при температуре 250 °С при доступе кислорода.

Коагулирующая суспензия получена обработкой пыли электродуговых сталеплавильных печей 1н серной кислотой, при этом навеска пыли ЭДСП составляла 1 г; объем 1н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 7 см<sup>3</sup>; длительность обработки – 20 мин. [17], в результате чего образовалась суспензия, содержащая большое количество соли Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, известной своими коагулирующими свойствами [18].

Анализ содержания НП в водных системах осуществлялся при помощи концентратомера марки «КН-3». Принцип действия прибора основан на измерении фотометром оптических плотностей эмульсии нефтепродуктов в  $CCl_4$  в инфракрасной области спектра [19].

Концентрацию взвешенных веществ определяли гравиметрическим методом, основанным на выделении их из пробы фильтрованием воды через стандартный бумажный беззольный фильтр и взвешивании осадка на фильтре после высушивания его до постоянной массы [20].

Эффективность очистки  $E$  рассчитывалась из соотношения

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100 \%,$$

где  $C_1$  и  $C_2$  – концентрации веществ до и после очистки соответственно.

### Результаты и их обсуждения

Для успешной разработки способа очистки сточных вод необходимо иметь информацию об их химическом составе.

Исходя из характера хозяйственного объекта и условий его эксплуатации, можно сделать вывод, что основными загрязнителями являются нефтепродукты – остатки бензина, дизельного топлива, машинного масла, и взвешенные вещества, составляющие дорожную пыль.

В таблице 1 представлены данные анализа состава бензинов, определенные при помощи хроматографа «Хроматэк – Кристалл 5000.2». В таблице 2 перечислены нефтепродукты, содержание которых в указанных бензинах зафиксировано в наибольшем количестве.

В ливневые стоки АЗС в качестве взвешенных веществ попадают частицы почвы и дорожной пыли, большую часть которых (более 90 %) составляют неорганические соединения – песок и глина.

В целях сравнения составов твердых осадков стоков АЗС исследованы стоки четырех АЗС г. Старый Оскол. Результаты отображены на рис. 2.

Минеральная составляющая стоков АЗС по результатам рентгенограмм представлена разнообразными веществами, о чем свидетельствует наличие соответствующих дифракционных максимумов. В образце № 1 (см. рис. 2, а)

Таблица 1

#### Содержание групп нефтепродуктов в бензинах, вес. %

Группа нефтепродуктов	Значение	
	АИ-95	АИ-92
Парафины	9,63	16,47
Изопарафины	30,56	27,79
Ароматика	41,86	51,45
Нафтены	17,46	3,02
Олефины	0,24	1,18
Прочее	0,25	0,09

Таблица 2

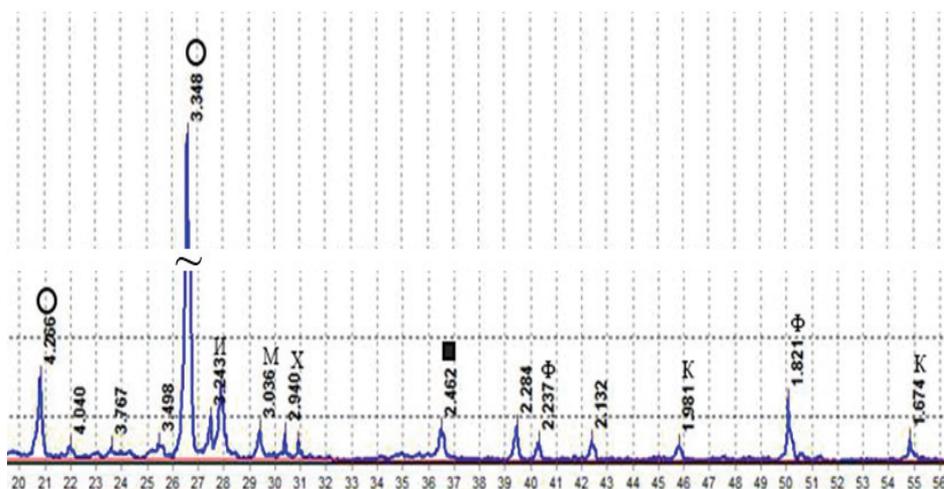
**Углеводороды, содержание которых в бензинах зафиксировано  
в наибольшем количестве, вес. %**

АИ-95		АИ-92	
Вещество	Значение	Вещество	Значение
<i>i</i> -бутан	0,521	<i>i</i> -бутан	1,216
<i>n</i> -бутан	1,844	<i>n</i> -бутан	2,482
<i>i</i> -пентан	15,927	<i>i</i> -пентан	5,547
<i>n</i> -пентан	2,154	<i>n</i> -пентан	5,695
циклопентан/ 2-метил-2-метоксипропан	13,688	2-метилпентан	3,583
2-метилпентан	1,822	<i>n</i> -гексан	4,896
3-метилпентан	1,342	метилциклопентан	1,044
толуол	17,582	бензол	4,290
<i>n</i> -октан	1,345	<i>n</i> -гептан	2,232
<i>p</i> -ксилол	2,624	толуол	15,206
<i>n</i> -гексан	1,916	этилбензол	2,691
метилциклопентан	1,325	<i>m</i> -ксилол	7,593
бензол	3,541	<i>p</i> -ксилол	3,370
2-метилгексан	1,739	<i>o</i> -ксилол	3,810
3-метилгексан	2,152	1-метил-3-этилбензол	2,319
1-метил-3-этилбензол	1,198	1-метил-4-этилбензол	1,032
1-метил-4-этилбензол	0,535	1,3,5-триметилбензол	1,301
1,2,3-триметилбензол	1,587	1,2,4-триметилбензол	3,626

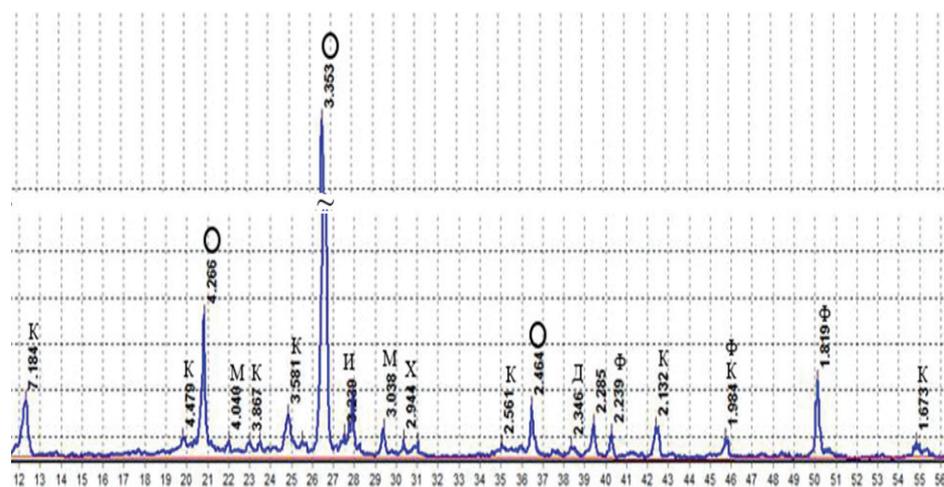
отмечаются следующие пики: кварц  $\text{SiO}_2$  ( $A^\circ$ ) = 4,266; 3,348; доломит  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  ( $A^\circ$ ) = 2,462; каолинит  $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$  ( $A^\circ$ ) = 1,981; 1,674; 1,542; фатерит  $\text{CaCO}_3$  ( $A^\circ$ ) = 2,237; 1,821; 1,542; хлорит  $(\text{Mg,Fe})_3(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2(\text{Mg,Fe})_3(\text{OH})_6$  ( $A^\circ$ ) = 2,940; монтмориллонит  $(\text{Al,Mg})_2(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \cdot \text{H}_2\text{O}$  ( $A^\circ$ ) = 3,036; иллит  $\text{K}_{<1}\text{Al}_2[(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}] \times (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ( $A^\circ$ ) = 3,243.

В образце № 2 (см. рис. 2, б) отмечаются пики: кварц  $\text{SiO}_2$  ( $A^\circ$ ) = 4,266; 2,464; каолинит  $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$  ( $A^\circ$ ) = 7,184; 3,867; 3,581; 2,561; 2,132; 1,673; 1,543; фатерит  $\text{CaCO}_3$  ( $A^\circ$ ) = 2,239; 1,984; 1,819; 1,543; хлорит  $(\text{Mg,Fe})_3(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot (\text{Mg,Fe})_3(\text{OH})_6$  ( $A^\circ$ ) = 2,944; монтмориллонит  $(\text{Al,Mg})_2(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \cdot \text{H}_2\text{O}$  ( $A^\circ$ ) = 4,040; 3,038; иллит  $\text{K}_{<1}\text{Al}_2[(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}] \times (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ( $A^\circ$ ) = 3,239; диксит  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{Si}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $A^\circ$ ) = 2,346.

Как видно из полученных результатов, в образце № 1 (см. рис. 2, а), превалирует кварц (песок), обнаружены незначительные количества каолинита  $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ , фатерита (разновидность  $\text{CaCO}_3$ ), доломита ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ), а также монтмориллонит, хлорит и иллит (минералы глинистой составляющей).



a)



б)

**Рис. 2. Рентгенограммы стоков АЗС образцов № 1 (а) и № 2 (б):**

○ – кварц; ■ – доломит; К – каолинит; Φ – фатерит;  
X – хлорит; М – монтмориллонит; И – иллит; Д – диккит

В образце № 2 (см. рис. 2, б) также превалирует кварц (песок), содержится каолинит  $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ , фатерит (разновидность  $CaCO_3$ ), обнаружены в небольшом количестве монтмориллонит, хлорит, иллит и диккит (минералы глинистой составляющей).

Проанализировав полученные данные, отобразим состав веществ, входящих в осадки стоков АЗС (табл. 3).

Следующим этапом исследований стало испытание коагулирующей суспензии [21] и сорбционного материала – термически обработанного ЛКО [22] на ливневых сточных водах автозаправочной станции г. Старый Оскол, отобранных в теплое время года.

Таблица 3

## Вещества, входящие в состав осадков стоков АЗС

Вещество	Химическая формула	Примечание
Кварц	$\text{SiO}_2$	Песок
Фатерит	$\text{CaCO}_3$	Мел, известняк
Доломит	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	–
Каолинит	$\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$	Глинистые минералы
Хлорит	$(\text{Mg,Fe})_3(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2(\text{Mg,Fe})_3(\text{OH})_6$	
Монтмориллонит	$(\text{Al,Mg})_2(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \cdot \text{H}_2\text{O}$	
Иллит	$\text{K}_{<1}\text{Al}_2[(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	
Диккит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{Si}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	
Гидрослоуда	$\text{K}_x(\text{Al,Mg,Fe})_{2-3} \cdot \text{Si}_{4-x}\text{Al}_x\text{O}_{10} \cdot (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	
Полевые шпаты	$\{\text{K, Na, Ca, Ba}\} \{\text{Al}_2\text{Si}_2\} \text{O}_8$	

При проведении исследований по очистке сточных вод с применением сорбционного материала, загрязненные воды отбирались в конические колбы, в которые добавлялись соответствующие навески сорбента, проводилось перемешивание в течение 10 мин, после чего жидкость подвергалась отстаиванию в течение 20 мин, затем анализировалась на содержание загрязняющих веществ.

Исходное содержание взвешенных веществ в воде составляло 714,4 мг/дм<sup>3</sup>. Поскольку указанные вещества могут затруднять процесс сорбционной очистки, необходимо предварительно провести их осаждение коагуляционным методом.

При добавлении коагулирующей суспензии в количестве 2 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup> содержание взвешенных веществ снизилось с 714,4 до 112,0 мг/дм<sup>3</sup>, что составило эффективность в 84,3 %.

Далее проведена сорбционная очистка ливневых вод АЗС при помощи термообработанного ЛКО. Результаты исследований представлены в табл. 4. Как видно из полученных данных, сорбционный материал, полученный на основе ЛКО, эффективно снижает показатели загрязнения в многокомпонентных водах. Так, при добавлении термически модифицированного ЛКО в количестве 2,5 г/дм<sup>3</sup> эффективность очистки по нефтепродуктам составила 92,8 %, значение химического потребления кислорода (ХПК) снизилось на 84,8 %. С учетом предварительной коагуляционной обработки воды, общее снижение взвешенных веществ в стоках составило 94,2 %.

**Результаты испытаний термообработанного листового опада  
на стоках АЗС**

Показатель, г/дм <sup>3</sup>	Количество ЛКО <sub>250</sub> , г/дм <sup>3</sup>	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup> *		Эффективность очистки, %
		до очистки	после очистки	
Содержание взвешенных веществ	1	112,0	51,3	54,2
Значения ХПК		112,5	26,0	76,9
Содержание НП		1,39	0,21	84,9
Содержание взвешенных веществ	1,5	112,0	48,6	56,6
Значения ХПК		112,5	24,4	78,3
Содержание НП		1,39	0,19	86,3
Содержание взвешенных веществ	2	112,0	43,8	60,9
Значения ХПК		112,5	22,4	80,1
Содержание НП		1,39	0,15	89,4
Содержание взвешенных веществ	2,5	112,0	41,2	63,2
Значения ХПК		112,5	17,1	84,8
Содержание НП		1,39	0,1	92,8

\*ХПК – мгО/дм<sup>3</sup>

### Выводы

Проведенные исследования подтвердили предположение о возможности использования коагулирующей суспензии (модифицированная кислотой пыль электродуговых сталеплавильных печей) и сорбционного материала (термически обработанный листовый каштановый опад) для очистки ливневых стоков АЗС. Важным условием для разработки новых материалов и методов для очистки сточных вод является их низкая стоимость при высокой эффективности очистки. Эффективность осаждения взвешенных веществ составила 84,3 % (после этапа сорбционной очистки – 94,2 %), для нефтепродуктов (бензина) данный показатель достигал 92,8 %. Таким образом, предложенные материалы позволяют эффективно извлекать загрязняющие вещества из ливневых стоков АЗС.

### Список литературы

1. Юрченко, В. А. Эмиссия нефтепродуктов, создаваемая дорожными инфраструктурными комплексами / В. А. Юрченко, О. Г. Мельникова // Вестн. Харьковского национ. автомобильно-дорожного ун-та. – 2014. – № 64. – С. 134 – 139.
2. Кузубова, Л. И. Очистка нефтесодержащих сточных вод: аналитический обзор / Л. И. Кузубова, С. В. Морозов. – Новосибирск : [б. и.], 1992. – 72 с.

3. Духопельникова, Н. Р. Поверхностные сточные воды, система отведения и их очистка в крупных городах / Н. Р. Духопельникова // AlfaBuild. – 2018. – № 1 (3). – С. 7 – 14.
4. Исследование механической очистки ливневых стоков, образованных на объектах автомобильно-дорожного комплекса / В. А. Юрченко, О. Г. Мельникова, А. Ю. Бахарева, М. В. Ячник // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т. 6, № 6 (78). – С. 71 – 77. doi: 10.15587/1729-4061.2015.55427
5. Аппаратурное оформление процесса очистки трудноокисляемых сточных вод / А. Г. Баландина, Р. И. Хангильдин, В. А. Мартяшева, Е. В. Шундеева // Башкирский хим. журнал. – 2015. – Т. 22, № 2. – С. 101 – 108.
6. Айкенова, Н. Е. Очистка промышленных сточных вод от фенолов / Н. Е. Айкенова, Л. А. Николаева // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2019. – № 3 (73). – С. 9 – 18. DOI: 10.17277/voprosy.2019.03.pp.009-018
7. Совершенствование биологических очистных сооружений нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий / Л. Р. Акчурина, Г. Г. Ягафарова, Л. А. Насырова, А. Х. Сафаров // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2019. – № 4 (120). – С. 159 – 166. doi: 10.17122/ntj-oil-2019-4-159-166
8. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : офиц. сайт. – URL : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_211155/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/) (дата обращения: 10.02.2020).
9. РД 153-39.2-080-01 Правила технической эксплуатации автозаправочных станций (с Изменениями и дополнениями). – Текст : электронный // Техэксперт : офиц. сайт. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200026364> (дата обращения: 10.02.2020).
10. Сергиенко, О. И. Наилучшие доступные технологии и оценка воздействия на окружающую среду автозаправочных станций на стадии проектирования / О. И. Сергиенко, А. П. Елистратова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2014. – № 2. – URL : <http://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/8961.pdf> (дата обращения: 01.02.2020).
11. Устройство автозаправочной станции. – Текст : электронный. – URL : <http://proofoil.ru/Petrochemical/Petrochemical6.html> (дата обращения: 30.01.2020).
12. Статистический ежегодник. Белгородская область. 2017 : стат. сб. // Белгородстат. – Белгород : [б. и.], 2017. – 524 с.
13. Ковалев, М. П. Очистка ливневых вод с территории АЗС / М. П. Ковалев, А. В. Зубов // Исследовано в России : электрон. журн. – 2001. – № 106. – С. 1163 – 1168. – URL : <https://docplayer.ru/45628939-Ochistka-livnevyyh-vod-s-territorii-azskovalev-m-p-zubov-a-v-permskiy-gosudarstvennyy-tehnicheskyy-universitet.html> (дата обращения: 01.02.2020).
14. Полянскова, Е. А. Оценка влияния автозаправочных станций на окружающую среду / Е. А. Полянскова, Е. А. Парфенова, С. Ю. Шаркова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2011. – № 1 (01). – С. 91 – 95.
15. Травин, Д. С. Экологическая безопасность автозаправочных станций / Д. С. Травин, А. В. Мещеряков // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1, № 9. – С. 895 – 897.
16. ГОСТ Р 52714–2007 Бензины автомобильные. Определение индивидуального и группового углеводородного состава методом капиллярной газовой хроматографии. – Введ. 2008-01-01. – М. : Стандартинформ, 2007. – 23 с.

17. Свергузова, С. В. Технология получения железосодержащего коагулянта из отходов сталеплавильного производства для очистки ливневых вод / С. В. Свергузова, Ж. А. Сапронова, А. В. Святченко // Вестн. Белгородского гос. технолог. ун-та им. В. Г. Шухова. – 2016. – № 12. – С. 160 – 164. doi: 10.12737/22652

18. Суханов, Е. В. Коллоидно-химические аспекты получения железосодержащего коагулянта-флокулянта на основе пыли электросталеплавильного производства : дис. ... канд. техн. наук : 02.00.11 / Суханов Евгений Владимирович. – Белгород, 2016. – 160 с.

19. Концентратомер КН-3 – анализатор нефтепродуктов, жиров и НПВВ в природных объектах // Сибэкоприбор : офиц. сайт. – URL : [http://www.sibecopribor.ru/concentratomer\\_kn-3.html](http://www.sibecopribor.ru/concentratomer_kn-3.html) (дата обращения: 01.02.2020).

20. ПНД Ф 14.1:2.110-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений содержания взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом // ООО НПП «Акватест». – М. : [б. и.], 2016. – 12 с.

21. Iron-Containing Modeled Waste as Raw Material for Coagulant Receiving / S. V. Svergunova, Zh. A. Sapronova, A. V. Svyatchenko [et al.], Rymarov A.G., Fomina E.V. // International Science and Technology Conference on Earth Science, 04 – 06 Марта 2019 г., Russky Island. – Institute of Physics Publishing, 2019. – Vol. 272. – p. 032007. doi: 10.1088/1755-1315/272/3/032007

22. Sewage Treatment in Megacities by Modified Chestnut Tree Waste / Zh. A. Sapronova, S. V. Svergunova, K. Sulim [et al.], Svyatchenko A.V., Chebotaeva E. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (FORM 2018). – IOP Publishing, 2018. – Vol. 365. – p. 022058.

### References

1. Yurchenko V.A., Mel'nikova O.G. [The emission of petroleum products created by road infrastructural complexes], *Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta* [Bulletin of the Kharkiv National Automobile and Highway University], 2014, no. 64, pp. 134-139. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Kuzubova L.I., Morozov S.V. *Ochistka neftesoderzhashchikh stochnykh vod: analiticheskiy obzor* [Purification of oily wastewater: an analytical review], Novosibirsk: [b. i.], 1992, 72 p. (In Russ.)

3. Dukhopel'nikova N.R. [Surface wastewater, discharge system and their treatment in large cities], *AlfaBuild*, 2018, no. 1 (3), pp. 7-14. (In Russ.)

4. Yurchenko V.A., Mel'nikova O.G., Bakhareva A.Yu., Yachnik M.V. [The study of the mechanical treatment of storm drains formed at the objects of the road complex], *Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy* [East European Journal of Advanced Technologies], 2015, vol. 6, no. 6 (78), pp. 71-77, doi: 10.15587/1729-4061.2015.55427 (In Russ., abstract in Eng.)

5. Balandina A.G., Khangil'din R.I., Martyasheva V.A., Shundeyeva Ye.V. [Hardware design of the treatment of difficultly oxidized wastewater], *Bashkirskiy khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2015, vol. 22, no. 2, pp. 101-108. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Aykenova N.Ye., Nikolayeva L.A. [Purification of industrial wastewater from phenols], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2019, no. 3 (73), pp. 9-18, doi: 10.17277/voprosy. 2019.03.pp.009-018 (In Russ., abstract in Eng.)

7. Akchurina L.R., Yagafarova G.G., Nasyrova L.A., Safarov A.Kh. [Improving the biological treatment facilities of petrochemical and oil refineries], *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov* [Problems of collection, preparation and transport of oil and oil products], 2019, no. 4 (120), pp. 159-166, doi: 10.17122/ntj-oil-2019-4-159-166 (In Russ.)
8. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_211155/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/) (accessed 10 February 2020).
9. <http://docs.cntd.ru/document/1200026364> (accessed 10 February 2020).
10. <http://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/8961.pdf> (accessed 01 February 2020).
11. <http://proofoil.ru/Petrochemical/Petrochemical6.html> (accessed 30 January 2020).
12. *Statisticheskij yezhegodnik. Belgorodskaya oblast'. 2017: stat. sb.* [Statistical Yearbook. Belgorod region. 2017: stat. sat], Belgorod: [b. i.], 2017, 524 p. (In Russ.)
13. <https://docplayer.ru/45628939-Ochistka-livnevyh-vod-s-territorii-azs-kovaljev-m-p-zubov-a-v-permskiy-gosudarstvennyy-tehnicheskij-universitet.html> (accessed 01 February 2020).
14. Polyanskova Ye.A., Parfenova Ye.A., Sharkova S.Yu. [Assessment of the influence of gas stations on the environment], *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus* [XXI Century: results of the past and problems of the present plus], 2011, no. 1 (01), pp. 91-95. (In Russ., abstract in Eng.)
15. Travin D.S., Meshcheryakov A.V. [Ecological safety of gas stations], *Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy* [Fire safety: problems and prospects], 2018, vol. 1, no. 9, pp. 895-897. (In Russ.)
16. *GOST R 52714-2007 Benziny avtomobil'nyye. Opredeleniye individual'nogo i gruppovogo uglevodorodnogo sostava metodom kapillyarnoy gazovoy khromatografii* [GOST R 52714-2007 Gasoline for automobiles. Determination of individual and group hydrocarbon composition by capillary gas chromatography], Moscow: Standartinform, 2007, 23 p. (In Russ.)
17. Sverguzova S.V., Sapronova Zh.A., Svyatchenko A.V. [Technology for producing iron-containing coagulant from waste from steelmaking for the treatment of storm water], *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V. G. Shukhova* [Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov], 2016, no. 12, pp. 160-164, doi: 10.12737/22652 (In Russ.)
18. Sukhanov Ye.V. *PhD Dissertation (Technical)*, Belgorod, 2016, 160 p. (In Russ.)
19. [http://www.sibecopribor.ru/concentratomer\\_kn-3.html](http://www.sibecopribor.ru/concentratomer_kn-3.html) (accessed 01 February 2020).
20. *PND F 14.1:2.110-97 Kolichestvennyy khimicheskij analiz vod. Metodika vypolneniy izmereniy sodержaniy vzheshennykh veshchestv i obshchego sodержaniya primesey v probakh prirodnykh i ochishchennykh stochnykh vod gravimetricheskim metodom* [PND F 14.1: 2.110-97 Quantitative chemical analysis of water. The method of measurements of suspended solids and total impurities in samples of natural and treated wastewater by gravimetric method], Moscow: [b. i.], 2016, 12 p. (In Russ.)
21. Svergusova S.V., Sapronova Zh.A., Svyatchenko A.V., Rymarov A.G., Fomina E.V. International Science and Technology Conference on Earth Science, 04 - 06 March, 2019, Russky Island, Institute of Physics Publishing, 2019, vol. 272, p. 032007, doi: 10.1088/1755-1315/272/3/032007
22. Sapronova Zh.A., Sverguzova S.V., Sulim K., Svyatchenko A.V., Chebotaeva E., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (FORM 2018), IOP Publishing, 2018, vol. 365, p. 022058.

## **Purification of Storm Water from Gas Stations from Petroleum Products and Suspended Solids**

**A. V. Svyatchenko, J. A. Saprionova**

*V. G. Shukhov Belgorod State Technological University, Belgorod, Russia*

**Keywords:** coagulation; storm drains; leaf litter; petroleum products; sorption materials.

**Abstract:** The composition of the wastewater of a gas station in Stary Oskol was studied. A deep chemical analysis of the main components of storm drains and tests of the developed coagulating suspension, obtained on the basis of dust from electric arc steelmaking furnaces and sorption material, a thermally modified chestnut leaf litter, were carried out. It has been shown that when performing two-stage purification, where the first stage is coagulation of suspended solids, the second is purification by sorption material, standard values for oil products are successfully achieved, which is important to reduce the technogenic load on natural ecosystems. The amount of sorption material added was  $2.5 \text{ g/dm}^3$ , while a cleaning efficiency of 92.8% was achieved.

---

© А. В. Святченко, Ж. А. Сапронова, 2020