

УДК 504:621.317.08

ЭМИССИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ, СОЗДАВАЕМАЯ ДОРОЖНЫМИ ИНФРАСТРУКТУРНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

**В. А. Юрченко, проф., д. т. н., О. Г. Мельникова, асп.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

Аннотация. Исследована экологическая опасность для окружающей среды дорожных инфраструктурных комплексов (автозаправочных станций, стоянок, шиномонтажных комплексов) путем определения уровня загрязненности нефтепродуктами снежного покрова на территории этих технических объектов. Установлено, что среди исследованных дорожных инфраструктурных комплексов самую высокую эмиссию нефтепродуктов в природную среду создают стоянки автомобилей.

Ключевые слова: экологическая безопасность, автотранспорт, дорожные инфраструктурные комплексы, снежный покров, поток нефтепродуктов, фракционирование.

ЕМІСІЯ НАФТОПРОДУКТІВ, ЩО СТВОРЮЄТЬСЯ ДОРОЖНІМИ ІНФРАСТРУКТУРНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

**В. О. Юрченко, проф., д. т. н., О. Г. Мельнікова, асп.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

Анотація. Досліджено екологічну небезпеку для навколишнього середовища дорожніх інфраструктурних комплексів (автозаправних станцій, стоянок, шиномонтажних комплексів) шляхом визначення рівня забрудненості нафтопродуктами снігового покриву на території цих технічних об'єктів. Встановлено, що серед досліджуваних інфраструктурних комплексів найвищу емісію нафтопродуктів у природне середовище створюють стоянки автомобілів.

Ключові слова: екологічна безпека, автотранспорт, дорожні інфраструктурні комплекси, сніговий покрив, потік нафтопродуктів, фракціонування.

EMISSION OF MINERAL OIL CREATED BY ROAD INFRASTRUCTURAL COMPLEXES

**V. Yurchenko, Prof., D. Sc. (Eng.), O. Melnikova, P. G.,
Kharkiv National Automobile and Highway University**

Abstract. The ecological danger of road infrastructural complexes for the environment (gasoline stations, parking, and fitting of tyre complexes) by defining snow cover level of pollution by mineral oil on the territory of these technical objects is investigated. It is established that among the investigated road infrastructural complexes the highest emission of mineral oil on the environment is created by parking lots.

Key words: ecological safety, motor transport, road infrastructural complexes, snow cover, stream of mineral oil, fractionation.

Введение

В Украине в связи с интенсивным ростом автомобильного парка увеличилось количество дорожных инфраструктурных комплек-

сов (ДИК) – автозаправочных станций (АЗС), стоянок, шиномонтажных комплексов (ШК). Воздействие эксплуатируемых ДИК на экологическую безопасность почв и природных водных объектов изучено недостаточно полно.

В почвах придорожного пространства наибольшую экологическую опасность по уровню превышения ПДК создает загрязнение нефтепродуктами (НП) [1, 2].

Проникновение нефтепродуктов в почвенную среду приводит к активному изменению химического состава гумусового горизонта. Общим для всех почв, загрязненных нефтепродуктами, является ограниченность видового и экологического разнообразия педобиоты, значительное ухудшение автотрофной ассимиляции, нарушение кислородного режима, ингибирование функциональной активности почвенных животных и ферментативной активности почв [1].

Анализ публикаций

Выбрасываемые автотранспортом НП распространяются от дорожного полотна в виде газообразных веществ, аэрозолей и мелкодисперсной пыли. Качественные и количественные характеристики распространения НП от ДИК изучены крайне ограничено. Тем не менее, отмечается [2], что отличиями эмитирования НП этими комплексами по сравнению с эмиссией НП от автодорог являются утечки ГСМ, которые носят неравномерный по площади и нерегулярный по времени характер.

На современных АЗС, имеющих герметичное оборудование, вероятность подземных утечек топлива минимизирована, однако количество проливов у топливораздаточных колонок и на площадке слива топлива остается высоким: до 100 г на 1 т бензина и 50 г на 1 т дизельного топлива. Пролиты ГСМ стоящим и движущимся автотранспортом приводят к интенсивному загрязнению этим поллютантом поверхностного стока с территории ДИК [2].

Влияние загрязненного поверхностного стока на геологическую среду и биоту особенно интенсивно, если на промышленном объекте отсутствует ливневая канализация и очистка стока. В настоящее время только некоторые ДИК имеют закрытые системы водоотведения и очистные сооружения. Но даже при наличии таких систем с незамощенных поверхностей, газонов через трещины в дорожных покрытиях часть загрязненного поверхностного стока (от 10 до 30 % объема) попадет в почвогрунты [2].

Цель и постановка задачи

Цель данной работы – количественное определение эмиссии нефтепродуктов, создаваемой различными ДИК, на почвенные экосистемы.

Исследования накопления НП в снежном покрове на территории ДИК

Для оценки эмиссии НП от ДИК на почву прилегающих территорий использовали способность НП депонироваться снежным покровом. Снег является эффективным сорбентом – накопителем различных веществ, переносимых ветром или выпадающих вместе с атмосферными осадками. Уровень загрязненности снега поллютантами косвенно характеризует степень загрязнения ими атмосферы и прямо – степень поверхностного стока зимой, в результате которого произойдет загрязнение почв при весеннем таянии, а также поступление поллютантов весной с талыми водами в водотоки и водоемы [3].

Пробы снега отобраны на территории ДИК, в местах предполагаемой наибольшей экологической опасности. Исследуемые ДИК расположены вдоль автомобильной дороги второй категории Р-46 Харьков–Ахтырка: АЗС № 1 с пропускной способностью 1108 автомобилей в сутки, АЗС № 2 с пропускной способностью 456 автомобилей в сутки, автостоянка площадью 1500 м² для отстоявания грузового автотранспорта и шиномонтажного комплекса (ШК) с пропускной способностью 216 автомобилей в сутки. Контрольная проба снега (№ 1) была отобрана на расстоянии 200 м от дорожного полотна. Расположение и характеристики участков на территории ДИК, где отбирали пробы снега, представлены на рис. 1, 2 и в табл. 1.

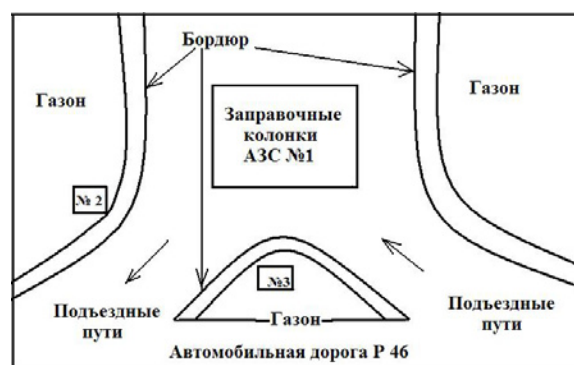


Рис. 1 Схема территории АЗС № 1 и участки отбора проб снега

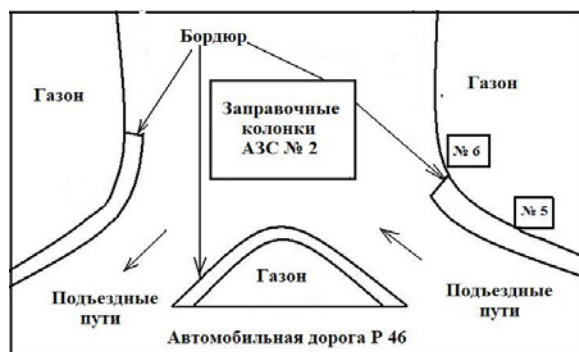


Рис. 2. Схема территории АЗС № 2 и участки отбора проб снега

Таблица 1 Участки на исследованных ДИК, где отобраны пробы снега

№ участка	ДИК	Расстояние от дорожного полотна, м	Наличие бордюра	Характеристика участков
1	Контроль	200	–	лесополоса
2	АЗС № 1	0,5	+	газон на съезде с АЗС
3	АЗС № 1	0,5	+	газон напротив раздаточных колонок
4	Стоянка	0,5	–	крайняя линия стоянки
5	АЗС № 2	0,5	+	въезд на АЗС, газон
6	АЗС № 2	0,5	–	въезд на АЗС, газон
7	ШК	0,5	–	съезд с ШК, газон
8	ШК	5	–	съезд с ШК, газон

Снег отбирали в пластиковые контейнеры на 15-й день после снегопада с определенной площади (30×30 см) на полную глубину слоя, транспортировали в лабораторию и хранили в холодильнике до анализа. Снег перед анализом оттаивали при комнатной температуре в стеклянной посуде, а затем анализировали талую воду [3].

Содержание НП в воде определяли гравиметрическим методом [4]. Из пробы талого снега НП экстрагировали хлороформом, растворитель удаляли при испарении экстракта. Остаток растворяли в гексане, отделяли полярные соединения при обработке на колонке с оксидом алюминия, удаляли растворитель и гравиметрически измеряли массу остатка [4]. При проведении анализа парал-

лельно проводили экстракцию НП с применением только гексана [4].

Концентрацию НП в талой воде ($C_{\text{ТВ}}$) рассчитывали по формуле

$$C_{\text{ТВ}} = \frac{(m_2 - m_1)}{V_{\text{пр}}}, \quad (1)$$

где m_1 – масса фарфоровой чашки, используемой при анализе, мг; m_2 – масса фарфоровой чашки с экстрагированными НП, мг; $V_{\text{пр}}$ – объем пробы, дм^3 .

Концентрация НП в пробах талого снега (мг/дм^3) недостаточно корректно отражает нагрузку, создаваемую НП на исследуемый участок почвенной поверхности, поскольку толщина снежного покрова (следовательно, объем снега) зависит от целого ряда факторов (направление ветра, рельефа и т. д.). Поэтому более объективным рассчитываемым показателем нагрузки, которая создается поступившими на поверхность почвы НП, является удельная масса НП на единицу поверхности ($M_{\text{уд}}$, мг/м^2). Удельную массу НП, аккумулированную снежным покровом на исследуемых участках, рассчитывали по формуле

$$M_{\text{уд}} = \frac{C_{\text{ТВ}} \cdot V_{\text{пр}}}{S}, \quad (2)$$

где S – площадь поверхности, с которой отбирали пробу, м^2 .

Поток НП, депонируемый снежным покровом исследуемого участка, рассчитывали по формуле

$$Q = \frac{(m_2 - m_1)}{S \cdot t}, \quad (3)$$

где Q – поток НП, депонируемый снежным покровом, $\text{мг} (\text{м}^2 \cdot \text{сут})^{-1}$; t – время накопления снежного покрова, сут. [5].

Результаты исследований

Результаты определения массы НП, аккумулированных снежным покровом исследуемых участков на территории АЗС № 1 и АЗС № 2, приведены в табл. 2.

Таблица 2 Нагрузка НП на поверхность почвы на территории АЗС, расположенных вдоль автомобильной дороги Р-46

№ участка	ДИК	Аккумуляированные НП, мг/м ²	
		Экстрагируемые хлороформом	Экстрагируемые гексаном
1	Контроль	37,6	28,6
2	АЗС № 1	743,7	361,7
3	АЗС № 1	738,9	350,0
5	АЗС № 2	261,1	225,6
6	АЗС № 2	641,7	558,3

Как видно из данных табл. 2, масса НП в снежном покрове на территории исследованных АЗС значительно превышала массу НП в контрольной пробе: на территории АЗС № 1 – в 19,7 раз, на территории АЗС № 2 на участке № 5 – в 7 раз и на участке № 6 – в 17 раз.

Полученные результаты свидетельствуют, что на поступление НП от АЗС большое влияние оказывает наличие бордюра. На АЗС № 1 оба участка, где отбирали снег, находятся за бордюром и нагрузка НП на почвы в этих пробах практически одинаковая.

На АЗС № 2 участок № 5 находится за бордюром, а участок № 6 бордюра не имеет, в результате нагрузка по НП на участке № 6 в 2,5 раза выше, чем на участке № 5.

Установлено (табл. 2), что на поступление НП на поверхность почв от АЗС большое влияние оказывает интенсивность движения на объекте. Пропускная способность АЗС № 2 в 2,4 раза ниже по сравнению с пропускной способностью АЗС № 1. Нагрузка по НП на исследованных участках АЗС № 2 в 2,8 раз ниже, чем на АЗС № 1.

Результаты определения нагрузки НП на поверхность почв вокруг ДИК, расположенных вдоль автомобильной дороги Р-46 (стоянка и ШК), представлены в табл. 3.

Как видно, нагрузка по НП на почвы территорий, прилегающих к стоянке, в 64 раза превышает этот показатель в контрольной пробе, а на ШК на аналогичном расстоянии от подъездных путей – в 2 раза. Можно отметить, что на концентрацию НП в снежном покрове большое влияние оказывает удалён-

ность участка отбора пробы от подъездных путей. Так, на территории ШК на расстоянии 5 м от подъездных путей (участок № 8) нагрузка по НП снижалась практически в 2 раза по сравнению с этим показателем на участке, расположенном непосредственно близко к подъездным путям.

Таблица 3 Нагрузка НП на поверхность почв вокруг ДИК, расположенных вдоль автомобильной дороги Р-46

№ участка	ДИК	Аккумуляированные НП, мг/м ²	
		Экстрагируемые хлороформом	Экстрагируемые гексаном
1	Контроль	37,6	28,6
4	Стоянка	4218,8	1854,2
7	ШК	1091,7	950,0
8	ШК	506,3	476,3

Уровень нагрузки по НП, создаваемый стоянкой автотранспорта на прилегающие почвы, в 5,7 раза превышает этот показатель на АЗС № 1 и в 3,9 раза на ШК. Вероятно, это обусловлено тем, что автомобили на стоянке имеют протечки, которые поступают на твердое покрытие стоянки и с уносом снега (поскольку бордюр на стоянке отсутствует) попадают на прилегающую территорию.

Таким образом, по уровню эмиссии НП стоянка является наиболее опасным экологическим объектом из всех исследованных ДИК.

Результаты расчета потока НП от ДИК и автодорог г. Харькова представлены в табл. 4.

Как видно, низкая интенсивность движения на ДИК по сравнению с городскими автомобильными дорогами не оказывает существенного влияния на уровень эмиссии НП, создаваемой этими объектами.

Это можно объяснить целым рядом причин: режимом и скоростью движения на подъездных путях, составом транспортного потока, проливами, протечками ГСМ при заправке и во время стоянки автомобиля и др.

Результаты фракционирования НП, загрязняющих снежный покров на территориях, прилегающих к ДИК, представлен на рис. 3.

Таблица 4 Поток НП, депонируемых снежным покровом на территориях, прилегающих к ДИК и автодорогам г. Харькова

Название	Интенсивность движения, авт/сут.	Поток НП, депонируемых снежным покровом		
		Общий, $\text{мг} \cdot \text{сут.}^{-1}$	Гексановая фракция, $\text{мг} \cdot \text{сут.}^{-1}$	Условно тяжелые НП, $\text{мг} \cdot \text{сут.}^{-1}$
Контроль	–	2,5	1,9	0,6
АЗС № 1 уч. № 2	1108	49,6	24,1	25,5
АЗС № 1 уч. № 3	1108	49,3	23,3	26,0
АЗС № 2 уч. № 5	456	17,4	15,0	2,4
АЗС № 2 уч. № 6	456	42,8	37,2	5,6
ШК уч. № 7	216	72,8	63,3	9,5
ШК уч. № 8	216	33,8	31,8	2,0
ул. Ак. Павлова [5]	43200	94	51	43
ул. Пушкинская [5]	16800	36	20	16

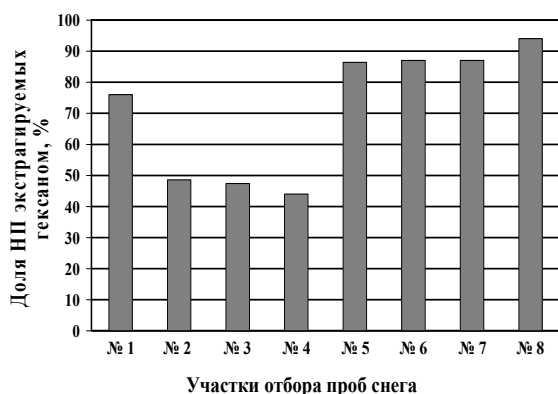


Рис. 3. Доля НП, экстрагируемых гексаном, в потоке НП, эмитируемом различными ДИК

На экологически безопасном расстоянии от ДИК НП в пробах представлены преимущественно легкими фракциями (до 75%).

Также легкие фракции преобладают в снежном покрове на ШК – до 90 %. На территории одной и той же АЗС фракционный состав НП практически одинаковый (АЗС № 1 ~ 48 % (легкая фракция), АЗС № 2 ~ 87 % (легкая фракция)).

Отличие во фракционном составе НП, содержащихся в снежном покрове на территории АЗС № 1 и АЗС № 2, вероятно, обусловлено различным составом транспортного

потока – соотношением автомобилей на дизельном и бензиновом топливе. В потоке НП на придорожное пространство городских автодорог (табл. 4) также преобладают легкие фракции (54–56 %). Фракционный состав НП в снежном покрове на стоянке существенно отличается от состава НП в снежном покрове на территории АЗС № 2, ШК и автодорог, чрезвычайно низким содержанием легких фракций – 44 %, по сравнению с другими объектами ДИК, что коррелируется с данными о составе поверхностного стока [6].

Выводы

На ДИК наличие бордюра приводит к существенному снижению интенсивности загрязнения НП участков, прилегающих к проезжей части.

Поток НП от АЗС на прилегающие территории коррелирует с интенсивностью движения на объекте и составом транспортного потока.

Поток НП от стоянки на непосредственно прилегающую территорию составил $123,6 \text{ мг} \cdot \text{сут.}^{-1}$, что значительно превышает поток НП от АЗС и ШК.

Состав НП, поступающих на прилегающие территории от стоянок, существенно отличается от потока НП от других ДИК и автодорог преобладанием тяжелых фракций НП, что, вероятно, обусловлено протечками ГСМ.

Локализация протечек и предотвращение эмиссии НП в природные экосистемы возможна с помощью современных технических решений по сбору, отведению и очистке поверхностных сточных вод.

Литература

1. Владимиров С. Н. Технологии защиты и восстановления почв в районе расположения автозаправочных комплексов в условиях мегаполиса: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. тех. наук: спец. 25.00.36 «Геоэкология» / С. Н. Владимиров. – С.Пб. – 2009. – 20 с.
2. Пшенин В. Н. Актуальные вопросы оценки загрязнения почвенного покрова вблизи автомагистралей / В. Н. Пшенин // Экологизация автомобильного транспорта: сб. науч. тр. Всероссийского науч.-практ.

- семинара. – С.Пб.: МАНЭБ., 2003. – С. 83–88.
3. Долматова Л. А. Органические вещества в снеговом покрове прибрежной части р. Барнаулки / Л. А. Долматова, М. А. Гусева // Ползуновский Вестник. – 2004. – № 2. – С. 150–154.
 4. Лурье Ю. Ю. Химический анализ производственных сточных вод / Ю. Ю. Лурье, А. И. Рыбникова. – 4-е изд., перераб. – М.: Химия, 1974. – 336 с.
 5. Юрченко В. А. Особенности техногенного загрязнения придорожного пространства нефтепродуктами / В. А. Юрченко, Л. С. Михайлова // Науковий вісник будівництва: сб. науч. трудов. – 2012. – Вип. 69. – С. 404–408.
 6. Дослідження технологічних характеристик поверхневого стоку з автомобільних доріг / В. О. Юрченко, М. В. Коротченко, О. В. Бригада, Л. С. Михайлова // Автошляховик України: наук.-виробн. журнал. – 2012. – Вип. 4 (228) - С. 44–47.
- Рецензент: Н. В. Внукова, профессор,
к. геогр. н., ХНАДУ.
- Статья поступила в редакцию 10 февраля
2014 г.
-