

УДК 574

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-1-64-69

ДЕГРАДАЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВСЛЕДСТВИЕ УТЕЧКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ «SKYKEM» ПРИ НАЗЕМНОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Солтанов С.Х., Юнусов Х.Б.

*Московский государственный областной университет
105005, г. Москва, ул. Радио, д.10А, Российская Федерация*

Аннотация. В работе рассмотрены экологические последствия утечки технической жидкости «SkyKem», в том числе проанализированы источники загрязнения окружающей среды, представлен химический состав используемого вещества. Авторами произведены расчеты масштабов деградации прилегающих к перрону территорий. В результате проведенной экспериментальной работы составлена таблица негативных экологических свойств флюида и порошка «SkyKem», предложены пути решения возникающих сложных ситуаций при эксплуатации объектов перронного комплекса.

Ключевые слова: гражданская авиация, аэродромный комплекс, санитарно-гигиеническая жидкость «SkyKem», загрязнение территории, тетрадецилтриметиламмоний бромид.

DEGRADATION OF THE ENVIRONMENT DUE TO LEAKAGE OF 'SKYKEM' TOILET FLUID AT GROUND HANDLING OF CIVIL AIRCRAFTS

S. Soltanov, Kh. Yunusov

*Moscow State Regional University
10 A, Radio Street, Moscow, 105005, the Russian Federation*

Abstract. The paper describes the main environmental impacts of leakage of the 'SKYKEM' aircraft toilet fluid. The sources of pollution are analyzed, and the chemical composition of the fluid is presented. The scales of degradation of territories adjacent to the ramp complex are assessed. Negative environmental properties of the 'Skykem' fluid and sachets, observed in the course of the experimental work, are tabulated, and the solutions are proposed for difficult situations encountered during the operation of the ramp complex.

Key words: civil aircraft, apron complex, 'Skykem' toilet fluid, contamination, tetradecyltrimethylammonium bromide.

Наземное обслуживание воздушных судов – сложный и многоаспектный процесс. Его неотъемлемой частью является заправка санитарных узлов летательных аппаратов, которой сопутствуют технологические проливы. Этот процесс является малоизученным и представляет интерес для экологов, так как сопутствует любому аэропортовому комплексу. Из-за несовершенства технологий выполнения работ по обслуживанию происходит значительное загрязнение территорий

перронного комплекса. Вследствие накопления сложных органических и неорганических комплексных соединений происходит все большее загрязнение территорий, прилегающих к аэродромным комплексам. Это связано с тем, что в состав гигиенических жидкостей могут входить вещества, обладающие высокой токсичностью, и происходит постепенное накопление загрязняющих веществ в почве и воде.

В крупных международных аэропортах: Хитроу (Великобритания), Ханеда (Япония), Аль Мактум (Дубай), Хартсфилд-Джексон (США), – обслуживаются порядка 500-600 воздушных судов в сутки. Необходимо отметить, что проливы наиболее опасны в трех различных зонах: зоне хранения (контроль в насосах и резервуарах); системе транспортировки (трубопроводы и насосные камеры); зоне заправки. Для постоянного контроля дезинфекции и запаха в авиационных туалетах используется вещество «SkyKem». Промышленностью производятся различные формы этого вещества, а для использования в авиации получают в

виде порошка и жидкости (см. табл. 1-2). Независимо от агрегатного состояния в гигиенических целях используется только в жидком состоянии. Продолжительность прямого токсикологического эффекта компонентов, входящих в состав гигиенического вещества, доходит до 72 часов [6]. По истечении этого времени компоненты гигиенических веществ в результате химических превращений переходят в состав комплексных соединений, которые менее вредны, но в течение длительного времени не разлагаются, накапливаясь в почве и воде.

Сравнительная характеристика жидкости и порошка «SkyKem» даёт нам представление о токсичности вещества. В целом, независимо от формы производства, по классу опасности вещество относится к малоопасным и умеренно опасным веществам. Однако следует не забывать, что эти данные относятся к содержанию вещества в пределах нормы. При постоянном использовании и проливах вещества происходит накопление на территории перронного комплекса, что существен-

Таблица 1

**Гигиеническая характеристика жидкости «SkyKem»
(скорректирована авторами по [3])**

Показатели	Параметры
Тетрадецилтриметиламмоний бромида, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{NBr}(\text{CH}_3)_3$ (ЧАС), % от веса жидкости	15
Класс опасности средства «Жидкость для санузлов воздушных судов» (Aircraft Toilet fluid) по параметрам острой токсичности по ГОСТ 12.1.007-76 - при введении в желудок	3 (умеренно опасные вещества)
То же, - при нанесении на кожу	4 (малоопасные вещества)
То же, - при ингаляционном воздействии по классификации химических веществ по степени летучести	4 (малоопасные вещества – пары)
ПДК в воздухе рабочей зоны для ЧАС, мг/м ³	1,0 (аэрозоль)

Таблица 2

**Гигиеническая характеристика порошка «SkyKet»
(скорректирована авторами по [3])**

Показатели	Параметры
Тетрадецилтриметиламмоний бромид, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{NBr}(\text{CH}_3)_3$ (ЧАС), % от веса жидкости	36
Класс опасности средства «Пакетики с порошком для санузлов воздушных судов» (Aircraft Toilet sachets) по параметрам острой токсичности по ГОСТ 12.1.007-76 - при введении в желудок	3 (умеренно опасные вещества)
То же, - при нанесении на кожу	4 (малоопасные вещества)
То же, - при ингаляционном воздействии по классификации химических веществ по степени летучести	4 (малоопасные вещества - пары)
ПДК в воздухе рабочей зоны для ЧАС, мг/м ³	1,0 (аэрозоль)

но ухудшает экологическую ситуацию на территории перронного комплекса. Для разведения порошка требуется вода, которая должна быть очищена от катионов и анионов, а также органических загрязнителей и ПАВ. Содержание катионов металлов, анионов ухудшает качество вещества, а содержание органических загрязнителей и микроорганизмов делает его неэффективным в борьбе с болезнетворными бактериями. Мы рекомендуем использовать для разведения воду, полученную бароэлектрохимическим методом [2], которая как отвечает нормам Сан-ПиН, так и повышает эффективности препарата.

Необходимо обратить внимание на присутствие в составе флюида тетрадецилтриметиламмония бромид (ТДТМА). ТДТМА относится к группе алкилтриметиламмониевых соединений. Они используются как антистатики, ингибиторы коррозии, фунгициды, детергенты, смягчители тканей, дезэмульгаторы, флотореагенты, экстрагенты, добавки к моющим и очищающим композициям. Его влияние

на микроорганизмы было изучено ещё в 1998 г., а результаты были опубликованы [4]. Оказалось, что ТДТМА на 60 % сокращает численность популяции коловраток *Brachionus angularis* Gosse. Неудивительно, что в почвенном покрове большинства аэродромов практически отсутствуют представители фауны, а грунт имеет высокую плотность. В этот процесс ухудшения экологии территорий аэродромов свою лепту вносит ТДТМА.

Результатом действия ТДТМА может быть развитие окислительного стресса, повреждение молекул белков и нуклеиновых кислот, клеточных и тканевых структур животных, случается и гибель организма. Выявлено негативное влияние данных соединений на скорость роста, динамику численности и выживаемость пресноводных и морских водорослей, бактериопланктона, скорость питания брюхоногих моллюсков *Lymnaea stagnalis*, структуру биомембран тканей рыб *Pimephales promelas* и *Ictalurus punctatus* [1].

Одной из основных целей работы является демонстрация масштабов

негативного экологического эффекта данного вещества на окружающую среду. За основу расчётов возьмём доклад Г.Г. Онищенко [5]. Для мыши летальная доза равна 1,8 мг/кг. В самолетах установлены специальные баки под продукты жизнедеятельности пассажиров. Одним из самых популярных самолётов является Airbus – 320. Ёмкость бака под санузел составляет 170 л (один из самых экономичных). Даже при условии использования 170 литров на одно воздушное судно, расход жидкости составит 119000 литров ежедневно, а за год из 365 дней получается 43435000 л. Расход ТДТМА составит 6515250 л (при условии 15 % содержания, 1 литр раствора = 1 кг). Таким количеством можно уничтожить популяцию мышей численностью в $(6515250 \cdot 10^6 \text{ мг})/1,8 = 3619583 \cdot 10^6$. Средняя численность грызунов в России на 1000 м² составляет 2,2 особи. Получается, что полностью от этих млекопитающих можно очистить $(3619583 \cdot 10^6) / 2,2 = 1645265$ км² или 10 % от всей площади РФ.

В разных воздушных суднах есть различия в принципах работы туалетов. В А-320 вода для туалета берется из системы водоснабжения самолета. Отбросы просто засасываются в спе-

циальный бак с помощью вакуума. В бак добавляют химикаты для обеззараживания воды и удаления запаха. После посадки самолета все нечистоты с помощью «вакуумной системы» сливаются и вывозятся на специально подготовленную часть аэропортового комплекса – бассейн либо искусственный пруд (на аэродромах местной авиации), где происходит осаждение взвешенных частиц и биологическая очистка. По мере очистки от загрязнителей вода вливается в дренажную систему аэропорта. Стоит отметить, что повторное использование очищенных жидкостей становится невозможным из-за ухудшения её качеств.

Результаты настоящего исследования позволяют сделать вывод о значительном вкладе в деструкцию природных экосистем при утечке разнообразных санитарно-гигиенических жидкостей, что было показано на примере гигиенической характеристики жидкости «SkyKem». Мы рекомендуем использовать в наземном обслуживании воздушных судов комплексную многофазовую обработку емкостей вакуумной системы с целью повышения безопасности гигиены при утилизации бытовых отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головина И.В., Гостюхина О.Л., Солдатов А.А., Влияние тетрадецилтриметиламмоний бромида на состояние ферментной системы антиоксидантной защиты тканей черноморского моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Доповіді НАНУ. 2007. № 11. С. 147-151.
2. Захаров С.Л., Юнусов Х.Б. Бароэлектрохимические процессы и аппараты на мембранах различной пористости. М.: МГОУ, 2009. 207 с.
3. Информация по свидетельству 77.99.1.2.U.2081.4.10 (Жидкость для санузлов воздушных судов – Aircraft Toilet fluid) / База данных Роспотребнадзора [сайт]. – URL: <http://www.crc2.ru/all/77.99.1.2.U.2081.4.10> (дата обращения: 25.01.2016 г.)
4. Карташева Н.Н., Остроумов С.А. Тетрадецилтриметиламмоний бромид // Токсикологический вестник. 1998. № 5. С. 30-32.
5. Онищенко обеспокоен числом российских грызунов [31.08.2006] / Lenta.ru [сайт].

- URL: <http://www.lenta.ru/news/2006/08/30/rodents> (дата обращения: 25.01.2016 г.)
6. SkyKem deep soak / SkyKem: advanced hygiene technology for the aircraft industry [сайт]. URL: <http://www.skykem.co.uk/deep-soak> (дата обращения: 25.01.2016 г.)

REFERENCES

1. Golovina I.V., Gostyukhina O.L., Soldatov A.A. Vliyanie tetradetsiltrimetilammonii bromida na sostoyanie fermentnoi sistemy antioksidantnoi zashchity tkanei chernomorskogo molluska *Mytilus galloprovincialis* Lam [Influence of tetradecyltrimethylammonium bromide on the state of the enzyme system of antioxidant protection of tissues of the Black Sea mollusc *Mytilus galloprovincialis* Lam] // *Dopovidi NANU*. 2007. no. 11. pp. 147–151.
2. Zakharov S.L., Yunusov KH.B. Baroelektrokhimicheskie protsessy i apparaty na membranakh razlichnoi poristosti [Paraelectricity processes and devices on membranes of different porosity]. M.: MGOU, 2009. 207 p.
3. Informatsiya po svidetel'stvu 77.99.1.2.U.2081.4.10 (Zhidkost' dlya sanuzlov vozdu-shnykh sudov – Aircraft Toilet fluid) [Elektronnyi resurs] [Information on Patent 77.99.1.2.U.2081.4.10 (Liquid for toilets of aircraft, Aircraft Toilet fluid) [Electronic resource]] // *Baza dannykh Rospotrebnadzora* [Database of Rospotrebnadzor]. URL: <http://www.crc2.ru/all/77.99.1.2.U.2081.4.10> (request date 25.01.2016)
4. Kartasheva N.N., Ostroumov S.A. Tetradetsiltrimetilammonii bromid [Tetradecyltrimethylammonium bromide] // *Toksikologicheskii vestnik*. 1998. no. 5. pp. 30–32.
5. Onishchenko obespokoen chislom rossiiskikh gryzunov [Elektronnyi resurs] [31.08.2006] [Onishchenko concerned about the number of Russian rodents [Electronic resource] [31.08.2006]] // *Lenta.ru* [Lenta.ru]. URL: <http://www.lenta.ru/news/2006/08/30/rodents> (request date 25.01.2016)
6. SkyKem deep soak [Electronic resource] // SkyKem: advanced hygiene technology for the aircraft industry. URL: <http://www.skykem.co.uk/deep-soak> (request date 25.01.2016)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Юнусов Худайназар Бекназарович – кандидат химических наук, доктор технических наук, доцент, декан биолого-химического факультета Московского государственного областного университета;
e-mail: hb.yunusov@mgou.ru

Солтанов Сеймур Хикметович – аспирант кафедры общей биологии и биоэкологии Московского государственного областного университета;
e-mail: sej99@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Soltanov Seymur Kh. – candidate of chemical sciences, doctor of technical sciences, associate professor, dean of the Faculty of Biology and Chemistry at the Moscow State Regional University;
e-mail: hb.yunusov@mgou.ru

Yunusov Khudainazar B. – post-graduate student of the Chair of General Biology and Bioecology at the Moscow State Regional University;
e-mail: sej99@yandex.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Солтанов С.Х., Юнусов Х.Б. Деградация окружающей среды вследствие утечки технической жидкости «SkyKem» при наземном обслуживании воздушных судов гражданской авиации // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 1. С. 64-69.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-1-64-69

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

S. Soltanov, Kh. Yunusov. Degradation of the environment due to leakage of 'SkyKem' toilet fluid at ground handling of civil aircrafts // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 1. pp. 64-69.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-1-64-69