УДК 504.5

АНАЛИЗ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Мельникова Д.В., Волков Д.А.

ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», Тольятти, e-mail: office@tltsu.ru

В работе рассмотрена проблема воздействия отработанных смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) на организм человека и окружающую среду. Особое внимание уделено основным путям поступления вредных веществ СОТС в организм рабочих и вызываемым при этом профессиональным заболеваниям. Доказано, что при воздействии на организм нефтепродуктов развиваются такие заболевания, как рак лёгкого, гортани, губы у мужчин, а у женщин – рак лёгкого, толстой кишки, молочной железы и половых органов. Так как в состав СОТС входят индустриальное масло, щелочь, полигликоли, асидол и другие токсичные вещества, при попадании СОТС в окружающую среду (воздушную, водную, литосферу) возможен серьезный экологический ущерб. Загрязнение атмосферы происходит не только в процессе эксплуатации СОТС, но и в результате испарения и сжигания отработавших смазочных масел. В работе освещен вопрос путей миграции отработанных нефтепродуктов в почве, выявлены опасные свойства при испарении СОТС, а также при попадании их в воду.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающие технологические средства, загрязнение окружающей среды, профессиональные заболевания

ANALYSIS OF TOXICOLOGICAL INFLUENCE OF LUBRICOOLANTS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES ON HUMAN ORGANISM AND ENVIRONMENT

Melnikova D.V., Volkov D.A.

Togliatti State University, Togliatti, e-mail: office@tltsu.ru

In this paper we consider the problem of the impact of waste lubricating technological means (LTT) on the human body and the environment. Particular attention is paid to the main paths of receipt of hazardous substances into the body LTT workers and has the effect of occupational diseases. It is proved that under the influence of oil on the body develop diseases such as lung cancer, throat, lips, men and women – lung cancer, colon, breast and genital organs. As part of the LTT includes industrial oil, alkali, polyglycols asidol and other toxic substances, when released into the environment LTT (air, water, lithosphere) is possible serious environmental damage. Contamination of the atmosphere not only occurs during operation of coolants, but due to evaporation and combustion exhaust lubricants. The paper covers the issue of migration routes of waste oil in the soil, identified hazardous properties of the evaporation of lubricoolants, and when they hit the water.

Keywords: lubricoolant, environmental pollution, occupational disease

Отработанные смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) являются опасными загрязнителями практически всех компонентов природной среды – поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова, атмосферного воздуха. Опасным свойством масел является их токсичность – свойство вещества при попадании в определённых количествах в организм человека, животного или растения вызывать их отравление или гибель [5].

Опасными компонентами маслосодержащих отходов являются углеводороды. Доказано, что все углеводороды обладают выраженным действием на сердечно-сосудистую систему и на показатели крови (снижение содержания гемоглобина и эритроцитов), могут поражать печень, вызывают нарушение деятельности эндокринных желез, поражают центральную нервную систему, вызывают острые и хронические отравления, иногда со смертельным исходом.

При оценке СОТС учитывают канцерогенные свойства веществ, входящих в состав продукта [3]. Все характеристики, на основании которых делается вывод о безопасности СОТС, должны отображаться в паспорте безопасности, данные которого учитывают при составлении санитарно-эпидемиологического заключения, выдаваемого в установленном законном порядке [3, 5]. В таблице представлены значения токсичности приоритетных компонентов СОТС и продуктов их термоокислительной деструкции, содержащихся в воздухе рабочей зоны [8].

Результаты ряда исследований показывают, что средний срок использования СОТС варьирует от двух недель до полутора месяцев. Наибольшую опасность представляют отработанные СОТС, в состав которых входят индустриальное масло, щелочь, полигликоли, асидол и ряд других веществ. Показано, что отработанные СОТС в 15–30 раз токсичнее свежих [1].

Токсичность приоритетных компонентов СОТС
и продуктов их термоокислительной деструкции

Вещества	CAS	ПДК, мг/м^3	Класс опасности	Канцерогенность		Органы и системы, поражаемые при воздействии в концентрациях, превышающих ПДК и RFC
				МАИР	EPA	
Акриловая кислота	79-10-7	5,0	3	–	–	ОД
Акролеин	107-02-8	0,2	2	–	–	ОД, СОГ
Аммиак	7664-41-7	20	4	–	–	ОД
Ацетон	67-64-1	200	4	–	–	Печень, почки, ЦНС, кровь
Бензин	8006-61-9	100	4	–	–	Печень, почки, ОД
Бутадиен	106-99-0	100	4	–	–	ОД
Бутилакрилат	141-32-2	10	3	–	–	ОД
Винилацетат	10805-4	0,2	2	–	–	ОД, почки
Гексахлорэтан	6772-1	0,08	1	2B	C	ЦНС, почки, КП
Дихлорэтан	107-06-02	10	2	2B	B2	Печень, почки, ЦНС, КП
Метанол	67-56-1	5,0	3	–	–	ЦНС, СОГ
Метатиол	74-93-1	0,8	2	–	–	ОД, печень
Метилакрилат	96-33-3	5,0	3	–	–	ОД, ЦНС
Метилпропионат	554-12-1	10,0	3	–	–	ОД
Масляный альдегид	123-72-8	5,0	3	–	–	ОД
Метилметакрилат	80-62-6	0,7	2	–	–	ОД
Минеральное масло	8012-95-1	5,0	3	–	–	ОД, печень, почки
Метилнафталин	1184	20,0	4	–	–	ОД
Меркаптан	107-96-0	0,1	1	–	–	ЦНС, ОД
Сероуглерод	75-15-0	10,0	2	–	–	ОД
Сера	7704-39-9	6,0	4	–	–	ОД
Свинец	74-39-92-1	0,01	1	2A	B2	ЦНС, кровь, почки, КП, репродуктивная функция, ГС
Сернистый газ	7446-09-5	10,0	3	–	–	ОД
Нитрит натрия	14797-65-0	5,0	3	–	–	Кровь
Тетрахлорэтан	79-34-5	5,0	3	2B	B2	Печень, почки, ЦНС, КП
Трихлорэтан	71-55-6	20,0	4	–	–	ОД
Тетрахлорметан	56-23-5	20,0	2	2B	B2	Печень, почки, ЦНС, КП
Углерод оксид	8006-61-9	20,0	4	–	–	ОД
Уксусная кислота	64-19-7	5,0	3	–	–	РД, ОД
Фенол	108-95-2	0,3	2	–	–	ССС, почки, печень, ЦНС, ОД
Формальдегид	5000-0	0,8	2	2A	B1	ОД, СОГ, сенсибилиз. действие, КП
Этанол	64-17-5	1000	4	–	–	ЦНС, ОД
Этилметакрилат	140-88-5	0,048		2B	B2	ЦНС, ОД, КП
Хлор	7782-50-5	1,0	2	–	–	ОД
Хром$^{3+}$	1308-38-9	1,0	3	–	–	ОД, печень, почки, слизистые оболочки
Хром$^{6+}$	1333-82-0	0,01	1	1	A	ОД, печень, почки, КП
Хлористый водород	7647-01-0	5,0	2	–	–	ОД
Бензол	71-42-2	5,0	2	1	A	Кровь, ЦНС, ГС

Примечание. Обозначения: CAS – уникальный идентификационный номер химических соединений и некоторых смесей; EPA – оценка канцерогенной опасности по классификации агентства по охране окружающей среды США; REC – референтная концентрация, установленная по EPA в качестве предела ингаляционного воздействия на человека опасных уровней химических веществ; МАИР – классификация международного агентства по изучению рака; ОД – органы дыхания; ЦНС – центральная нервная система; СОГ – слизистая оболочка глаза; ССС – сердечно-сосудистая система; ГС – гормональная система; КП – канцерогенная патология; РД – разнонаправленное воздействие на многие органы и системы организма.

Требование полного отсутствия вредных веществ в зоне дыхания работающих часто невыполнимо, поэтому особую важность приобретает гигиеническое нормирование, т.е. ограничение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны до предельно допустимых концентраций – ПДК рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005–88 и ГН 2.2.5.686–98). Человек начинает чувствовать запах углеводородов, когда их концентрация в воздухе составляет 0,3 мг/м^3. Если концентрация углеводородов в воздухе достигает 30000 мг/м^3 и более, может произойти взрыв от любого источника огня (окурок, короткое электрозамыкание, искра и т.д.) [4]. На рис. 1 обозначены основные пути поступления СОТС и их компонентов в организм человека [2].

Рис. 1. Основные пути поступления вредных веществ СОТС в организм рабочих и вызываемые профессиональные заболевания

Отработанные смазочно-охлаждающие вещества оказывают свое негативное воздействие не только на организм, но и на окружающую среду.

Загрязнение поверхности и недр территории промплощадки предприятия нефтепродуктами потенциально имеет ряд опасных и трудно ликвидируемых последствий. При попадании нефтепродуктов в почву формируется несколько видов загрязнения геологической среды:

– загрязнение почвогрунтов;
– загрязнение грунтов зоны аэрации;
– загрязнение горизонта грунтовых вод.

Загрязнения почвогрунтов формируются в основном в местах пролива продуктов отработанных СОТС – первичное загрязнение. При этом наиболее сильно почвы загрязняются тяжелыми и вязкими нефтепродуктами, не способными к глубокому проникновению в недра. В некоторых случаях происходит вторичное загрязнение в результате подъема уровня грунтовых вод.

Под влиянием нефтепродуктов увеличивается количество водопрочных частиц почвы размером больше 10 мм, происходит агрегирование почвенных частиц, содержание глыбистых частиц увеличивается, а содержание агрономически ценных мелких частиц уменьшается. Почвы, насыщенные нефтепродуктами, теряют способность впитывать и удерживать влагу [9].

Срок восстановления, саморекультивации почв, загрязненных нефтепродуктами, составляет от 1–2 до 10–15 лет.

Наличие 2 г нефтепродуктов в 1 кг почвы делают ее непригодной для жизни растений и почвенной микрофлоры. Нефтепродукты оказывают влияние почти на все группы почвенных беспозвоночных. Быстрее всего погибают крупные виды (насекомые, черви). Понижение концентрации кислорода в почве способствует развитию анаэробных микроорганизмов, развитие аэробной микрофлоры затормаживается. Первоначально даже слабое загрязнение почвы нефтепродуктами приводит к снижению количества почвенных микроорганизмов. Восстановление численности наблюдается через несколько месяцев после загрязнения, в дальнейшем возможен даже некоторый рост численности микроорганизмов за счет использования углерода нефтепродуктов в качестве питательного вещества. Однако интенсивный рост микроорганизмов, усваивающих растворимые соединения, сильно обедняет почву соединениями азота и фосфора. Загрязнения почв нефтепродуктами создают новую экологическую обстановку с соответствующим числом организмов в почве. Общая особенность всех нефтезагрязненных почв – ограниченность видового и экологического разнообразия педобионтов [9].

В процессе механической обработки с применением СОТС под действием высоких температур в зоне обработки могут образовываться аэродисперсные системы на основе аэрозолей СОТС, что дополнительно, помимо проливов отработанных СОТС, повышает их миграционную способность в окружающей среде [6]. На рис. 2 показан анализ путей возможной миграции аэрозолей СОЖ.

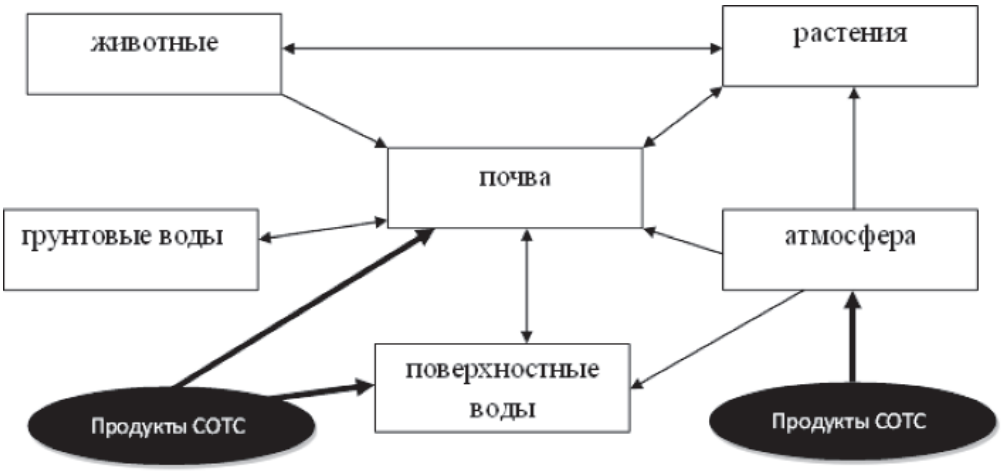

Рис. 2. Возможные пути миграции продуктов СОТС

Исходя из вышесказанного, в целях экологической безвредности и ожидаемого попутного экономического эффекта в случае внедрения «сухой» (без традиционных СОТС) механической обработки многие зарубежные фирмы совместно с институтами активно занимаются разработкой теоретических основ и практических способов реализации обработки резанием без применения СОТС [1, 7].

Как показывает опыт западного и отечественного машиностроения [1], по мере усиления законодательства и налоговых санкций, направленных на защиту окружающей среды, технологии, позволяющие минимизировать использование СОТС, становятся все более востребованными.

Проведение научно-исследовательской работы осуществляется при поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-6076.2013.8.

Список литературы

1. Бобровский Н.М., Бобровский И.Н., Ежелев А.В., Мельников П.А. Технология обработки деталей поверхностно-пластическим деформированием без применения смазывающе-охлаждающих технологических средств: монография. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. – 142 с. ISBN 987-5-93424-598-7.

2. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Анализ негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и биосферу и методов его снижения // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 45–49.

3. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Воздействие смазывающих охлаждающих жидкостей в условиях предпри-

ятий машиностроения и методы его снижения // Известия Самарского научного центра РАН. – 2006. – Т. 8, № 4(18). – С. 1171–1176.

4. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: ГОСТ 12.1.005—88. – Введ. 1989-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 27 с.

5. Кундиев Ю.И., Трахтенберг И.М., Поруцкий Г.В. Гигиена и токсикология смазочно-охлаждающих жидкостей. – Киев: Здоровья, 1982. – 120 с.

6. Мельников П.А., Бобровский Н.М., Попов А.Н., Гусарова Д.В. Особенности образования аэродисперсных систем при использовании СОТС на машиностроительных предприятиях // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2011. – № 3. – С. 87–91.

7. Мельников П.А. Повышение эффективности технологии выглаживания широким самоустанавливающимся инструментом без смазочно-охлаждающей жидкости: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Самара, 2008. – 20 с.

8. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: постановление Главного Государственного санитарного врача Российской федерации от 4 февраля 1998 г., № 4.

9. Яновский С.Л., Харин А.А., Шевченко В.И., Дмитренко П.В. Авиационная экология. Воздействие горюче-смазочных материалов на окружающую среду: учеб. пособие. – М: МАТИ, 2004. – 179 с.

References

1. Bobrovskiy N.M., Bobrovskiy I.N., Ezhelev A.V., Melnikov P.A. Tehnologiya obrabotki detaley poverhnostno-plasticheskim deformirovaniem bez primeneniya smazivayusche-ohlazhdayuschih tehnologicheskih sredstv. Samara, Samarskiy Nauchniy Centr RAN, 2012. 142 p. ISBN 987-5-93424-598-7.

2. Vasilyev A.V., Khamidullova L.R. Analiz negativnogo vozdeistviya smazochno-ohlazhdayuschih zhidkostey na cheloveka i biosferu i metodov ego snizheniya [Analysis of negative influence of lubricating-cooling liquids to the man and to biosphere and of methods of it reduction]. Vector nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta, 2011, no 4, pp. 45–49.

3. Vasilyev A.V., Khamidullova L.R. Vozdeistvie smazivayuschih ohlazhdayuschih zhidkostey v usloviyah predpriyatiy mashinostroeniya i metody ego snizheniya [Impact of lubricating cooling liquids in the conditions of mechanical engineering enterprizes and the ways of it reduction]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN, 2006, Vol. 8, no. 4(18), pp. 1171–1176.

4. Obschie sanitarno-gigienicheskie trebovaniya k vozduhu rabochey zony [General hygiene and sanitary requirements to the air of working area]. GOST 12.1.005—88, , Moscow, Izdatelstvo standartov, 1989-01-01, 27 p.

5. Kundiev Yu.I., Trahtenberg I.M., Poruckiy G.V. Gigiena I toksikologiya smazochno-ohlazhdayuschih zhidkostey [Hygiene and toxicology of lubricoolants]. Kiev, Zdorovya, 1982, 120 p.

6. Melnikov P.A., Bobrovskiy N.M., Popov A.N., Gusarova D.V. Osobennosti obrazovaniya aerodispersnyh system pri ispolzovanii SOTS na mashinostroitelnyh predpriyatiyah [Features education aerodisperse systems when using coolants in machine-building enterprises] // Vector nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta, 2011, no 3, pp. 87–91.

7. Melnikov P.A. Povyshenie effektivnosti tehnologii vyglazhivaniya shirokim samoustanavlivayuschimsya instrumentom bez smazochno-ohlazhdayuschey zhidkosti [Improving the efficiency of smoothing technology with wide self-aligning tool without lubricoolant], Avtoref. dis. kand. tehn. nauk, Samara, 2008, 20 p.

8. Predelno dopustimye koncentracii vrednyh veschestv v vozduhe rabochey zony, postanovlenie Glavnogo Gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossiyskoy Federacii ot 04.02.1998, no. 4.

9. Yanovskiy S.L., Harin A.A., Shevchenko V.I., Dmitrienko P.V. Aviacionnaya ekologiya. Vozdeystvie goryuche-smazochnyh materialov na okruzhayuschuyu sredu [Aviation environment. The impact of fuel and lubricants on the environment], ucheb. posobie. Moscow, MATI, 2004, 179 p.

Рецензенты:

Бобровский Н.М., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Оборудование и технологии машиностроительного производства», ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти;

Горшков Б.М., д.т.н., доцент, зав. кафедрой «Электротехнические комплексы и системы», ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный университет сервиса», г. Тольятти.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.