

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ, БИТУМОВ И ПРИСАДОК

Ю.А. Булавка, О.О. Смиловенко

ВВЕДЕНИЕ. Развитие современного общества связано со все возрастающими объемами потребления промышленной продукции и сопутствующим ростом мощностей промышленного сектора экономики, что в свою очередь вызывает увеличение воздействия человека на окружающую среду (ОС). Влияние техногенных загрязнений на ОС и, в частности, на человека наиболее четко прослеживается при изучении загрязнения атмосферного воздуха и на качественно новом загрязнении воздуха производственных помещений. Степень загрязнения воздуха производственных помещений зависит от типа производства и отрасли промышленности, особенностей технологического процесса, оборудования и планировки помещения, системы вентиляции и свойств используемого сырья и вспомогательных компонентов. В нашей стране наряду с поисками безотходных технологических решений осуществляется постоянный санитарный контроль за соблюдением *ПДК_{р.з.}* токсичных веществ в воздухе рабочей зоны и атмосфере и предельно допустимых выбросов промышленных предприятий [1].

В связи с ростом уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности работников некоторых производств нефтеперерабатывающих предприятий [2 – 4] возникла необходимость комплексной оценки условий труда, в том числе загрязнения воздуха рабочей зоны токсичными летучими органическими соединениями и неорганическими газами для выявления экологически обусловленного ухудшения состояния здоровья работников, степень выраженности и характер патологических изменений которых в организме работающих в значительной степени зависит от концентрации вредных веществ, их комбинаций, путей поступления в организм и их метаболизма.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Целью данного исследования является анализ статистических данных по загрязнению воздуха рабочей зоны химическими веществами в период с 2001 по 2011 гг. на производстве смазочных масел и битумов, наиболее мощного по количеству перерабатываемого сырья НПЗ Республики Беларусь ОАО «Нафтан» и в производствах присадок к смазочным маслам предприятия СООО «ЛЛК-Нафтан», обладающего самыми крупными производственными мощностями по выпуску присадок к смазочным маслам на территории стран СНГ. Следует отметить, что производство присадок к смазочным маслам входило в состав производства смазочных масел, однако в 2006 году ОАО «Нафтан» и ОАО «Лукойл» организовали самостоятельное совместное предприятие СООО «ЛЛК-Нафтан». В исследовании использованы методики вариационной статистики, требующие сбора большого массива данных и позволяющие определять динамику по временному фактору, изучать особенности уровня хронической экспозиции на отдельных производствах и т. п. [5 – 6]. Подобные исследования на указанных производствах ранее не проводились.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ. На основе ежемесячных отчетов газоаналитической лаборатории предприятия ОАО «Нафтан» выполнен анализ состояния воздушной среды в производственных помещениях и на наружных местах производств смазочных масел, битумов и присадок за 2001 – 2011 гг. В ходе этапа идентификации опасности меры экспозиции на работающих указанных производств по распространенности в воздухе рабочей зоны, вероятности воздействия на работника и токсическим свойствам определены приоритетные химические вещества 2 – 4 классов опасности – алифатические предельные углеводороды $C_1 - C_{10}$, бензин нефтяной, сероводород, фенол, сернистый ангидрид, туман серной кислоты, аммиак, оксид углерода,

метанол, малеиновый ангидрид, метилэтилкетон (МЭК), толуол, изопропиловый спирт. В таблицах 1 и 2 представлены результаты оценки загрязнения воздушной среды приоритетными химическими веществами в структурных подразделениях объекта исследования, в таблице 1 – за период с 2001 по 2006 гг., в таблице 2 – с 2007 по 2011 гг. Определены средняя арифметическая концентрация загрязнителя за каждый год изучения (M , мг/м³), доверительные границы величины среднегодовой концентрации со степенью вероятности безошибочного прогноза $P = 95\%$, лимиты ряда ($V_{мин.}$ и $V_{макс.}$, мг/м³) – минимальная и максимальная концентрации вещества в воздухе рабочей зоны.

Таблица 1 – Содержание химических веществ в воздушной среде исследуемых производств с 2001 по 2006 гг.

Место отбора проб	Химическое вещество	ПДК _{ра} мг/м ³	Концентрация химических веществ в воздухе, мг/м ³					
			$\frac{V_{мин.} - V_{макс.}}{M \pm t \cdot m}$					
1	2	3	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Вакуумная перегонка мазута	Углеводороды	300	$\frac{10-50}{9,55 \pm 4,85}$	$\frac{10-100}{7,43 \pm 2,58}$	$\frac{10-50}{3,15 \pm 2,09}$	$\frac{20-100}{3,93 \pm 2,50}$	$\frac{20-50}{1,98 \pm 2,01}$	$\frac{10-80}{6,56 \pm 3,69}$
Депарафинизация масел № 1	МЭК	200	$\frac{5-200}{27,7 \pm 3,6}$	$\frac{5-180}{25,7 \pm 3,9}$	$\frac{5-200}{26,9 \pm 5,7}$	$\frac{5-160}{23,4 \pm 4,9}$	$\frac{5-180}{25,9 \pm 4,3}$	$\frac{5-180}{25,4 \pm 2,9}$
	Толуол	50	$\frac{5-50}{9,24 \pm 1,61}$	$\frac{5-50}{9,53 \pm 3,37}$	$\frac{5-80}{8,27 \pm 2,51}$	$\frac{5-50}{7,93 \pm 2,49}$	$\frac{5-45}{9,0 \pm 0,77}$	$\frac{5-40}{8,34 \pm 2,46}$
	Аммиак	20	$\frac{1-100}{1,78 \pm 1,60}$	$\frac{1-100}{2,33 \pm 2,78}$	$\frac{1-100}{2,09 \pm 1,84}$	$\frac{1-8}{1,14 \pm 0,34}$	$\frac{1-10}{1,36 \pm 0,53}$	$\frac{1-20}{1,48 \pm 0,39}$
Депарафинизация масел № 2	МЭК	200	$\frac{5-200}{19,8 \pm 4,1}$	$\frac{5-180}{30,0 \pm 4,4}$	$\frac{5-150}{24,1 \pm 4,9}$	$\frac{5-200}{24,9 \pm 4,3}$	$\frac{5-200}{29,9 \pm 5,4}$	$\frac{5-190}{28,7 \pm 3,8}$
	Толуол	50	$\frac{3-50}{6,0 \pm 1,09}$	$\frac{5-50}{9,70 \pm 1,27}$	$\frac{5-50}{9,20 \pm 2,51}$	$\frac{5-50}{9,91 \pm 2,51}$	$\frac{5-40}{10,3 \pm 2,9}$	$\frac{5-50}{8,68 \pm 1,59}$
	Аммиак	20	$\frac{1-15}{1,01 \pm 0,32}$	$\frac{1-20}{3,03 \pm 1,39}$	$\frac{1-18}{1,68 \pm 0,33}$	$\frac{1-18}{1,98 \pm 0,49}$	$\frac{1-16}{2,44 \pm 0,80}$	$\frac{1-20}{2,28 \pm 0,92}$
Селективная очистка масел № 1	Фенол	0,3	$\frac{0,04-0,28}{0,14 \pm 0,02}$	$\frac{0,06-0,36}{0,13 \pm 0,02}$	$\frac{0,01-0,29}{0,14 \pm 0,02}$	$\frac{0,08-0,28}{0,15 \pm 0,02}$	$\frac{0,1-0,3}{0,17 \pm 0,01}$	$\frac{0,09-0,3}{0,18 \pm 0,01}$
Селективная очистка масел № 2	Фенол	0,3	$\frac{0,05-0,27}{0,14 \pm 0,02}$	-	$\frac{0,07-0,3}{0,13 \pm 0,02}$	$\frac{0,07-0,32}{0,17 \pm 0,03}$	$\frac{0,1-0,28}{0,20 \pm 0,02}$	-
Деасфальтизация гудрона	Углеводороды	300	$\frac{1-70}{1,55 \pm 0,86}$	$\frac{1-100}{3,82 \pm 1,90}$	$\frac{10-180}{6,65 \pm 4,97}$	$\frac{10-30}{1,01 \pm 0,95}$	$\frac{15-50}{1,07 \pm 0,98}$	$\frac{10-100}{5,58 \pm 6,13}$
	Сероводород	3	$\frac{1-2}{0,07 \pm 0,02}$	$\frac{0,3-2}{0,07 \pm 0,05}$	$\frac{1-2}{0,11 \pm 0,06}$	$\frac{1-2}{0,09 \pm 0,08}$	$\frac{1-2}{0,03 \pm 0,01}$	$\frac{1-2}{0,09 \pm 0,08}$
Производство алкилфенольных присадок	Углеводороды	300	$\frac{1-100}{3,16 \pm 3,35}$	$\frac{10-150}{13,2 \pm 5,1}$	$\frac{20-150}{12,6 \pm 11,7}$	$\frac{20-100}{6,57 \pm 5,34}$	$\frac{20-150}{13,6 \pm 14,4}$	$\frac{20-60}{7,96 \pm 8,45}$
	Сероводород	3	$\frac{0,1-5}{0,11 \pm 0,05}$	$\frac{1-5}{0,28 \pm 0,13}$	$\frac{1-2}{0,16 \pm 0,12}$	$\frac{2-9}{1,19 \pm 2,23}$	$\frac{1-2}{0,32 \pm 0,36}$	$\frac{1-2}{0,23 \pm 0,09}$
	Фенол	0,3	$\frac{0,02-0,3}{0,1 \pm 0,04}$	$\frac{0,01-0,32}{0,11 \pm 0,02}$	$\frac{0,04-0,43}{0,1 \pm 0,04}$	$\frac{0,1-0,28}{0,15 \pm 0,02}$	$\frac{0,1-0,3}{0,12 \pm 0,01}$	$\frac{0,1-0,29}{0,19 \pm 0,02}$

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Производство сукцинимидных присадок	Углеводороды	300	<u>15-200</u> 6,45±10,2	<u>30-100</u> 4,84±0,79	-	<u>2,8-214</u> 39,8±45,1	<u>1-13,8</u> 3,26±3,08	<u>10-60</u> 6,47±5,63
	Бензин	100	-	<u>0,44-9,3</u> 3,4±0,62	<u>0,79-52</u> 6,53±4,27	<u>1,1-124</u> 11,2±2,81	<u>1-20</u> 5,52±1,42	<u>10-60</u> 3,61±4,73
	Малеиновый ангидрид	1	<u>0,11-0,92</u> 0,24±0,20	<u>0,12-0,9</u> 0,37±0,01	<u>0,15-0,6</u> 0,17±0,12	<u>0,27-0,85</u> 0,34±0,33	<u>0,44-0,88</u> 0,65±0,01	<u>0,15-0,93</u> 0,54±0,19
Производство сульфонатных присадок	Аммиак	20	<u>1-20</u> 0,45±0,48	<u>1-15</u> 1,89±1,17	<u>5-10</u> 0,67±0,02	<u>2-10</u> 0,6±0,19	-	<u>1-10</u> 0,22±0,14
	Метанол	5	<u>1,1-4,9</u> 1,99±0,57	<u>0,2-24</u> 3,06±0,53	<u>1-10</u> 1,98±0,69	<u>1-8,5</u> 1,78±0,76	<u>1,05-8,3</u> 2,96±0,60	<u>0,8-5</u> 2,06±0,64
	Изопропиловый спирт	10	<u>1,02-8,3</u> 1,88±1,37	<u>1,01-8</u> 1,28±0,23	<u>1-17,3</u> 2,61±2,14	<u>1-9,9</u> 2,31±1,76	<u>2,6-10</u> 7,17±1,32	<u>0,7-9,9</u> 3,38±1,25
	Бензин	100	<u>0,18-262</u> 14,8±6,5	<u>0,6-218</u> 15,2±9,4	<u>2,3-164</u> 16,4±5,97	<u>1,2-422</u> 35,3±17,7	<u>2-281</u> 13,9±8,9	<u>3-100</u> 19,1±13,3
	Сернистый ангидрид	10	<u>1-15</u> 0,58±0,01	<u>1-5</u> 1,03±0,38	-	<u>1-6</u> 0,74±0,6	<u>0,1-1</u> 0,08±0,01	<u>1-2</u> 0,27±0,02
	Гумансерной кислоты	1	<u>0,37-0,74</u> 0,54±0,01	<u>0,22-0,94</u> 0,52±0,03	<u>0,26-0,89</u> 0,33±0,59	<u>0,13-0,82</u> 0,4±0,26	<u>0,27-0,41</u> 0,07±0,01	<u>0,1-0,75</u> 0,32±0,07

Примечание. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны ($ПДК_{р.з.}$) сероводорода в смеси с углеводородами C_1-C_5 3 мг/м³.

Таблица 2 – Содержание химических веществ в воздушной среде исследуемых производств с 2007 по 2011 гг.

Место отбора проб	Химическое вещество	$ПДК_{р.з.}$ мг/м ³	Концентрация химических веществ в воздухе, мг/м ³				
			$\frac{V_{мин.} - V_{макс.}}{M \pm t \cdot m}$				
1	2	3	2007	2008	2009	2010	2011
Вакуумная перегонка мазута	Углеводороды	300	<u>10-100</u> 12,4±2,7	<u>10-80</u> 16,9±4,9	<u>10-100</u> 22,4±5,77	<u>10-100</u> 18,4±5,4	<u>10-250</u> 32,5±12,5
Депарафинизация масел № 1	МЭК	200	<u>5-180</u> 28,1±4,4	<u>10-180</u> 33,3±6,4	<u>5-160</u> 29,8±6,4	<u>10-200</u> 31,3±4,9	<u>5-180</u> 34,4±4,08
	Толуол	50	<u>5-70</u> 10,6±2,3	<u>5-50</u> 9,3±2,3	<u>5-40</u> 11,2±2,5	<u>5-50</u> 10,6±2,1	<u>5-45</u> 9,41±2,04
	Аммиак	20	<u>1-15</u> 1,77±0,94	<u>1-10</u> 1,44±0,38	<u>1-12</u> 1,71±0,31	<u>1-12</u> 1,83±0,43	<u>1-15</u> 2,35±0,43
Депарафинизация масел № 2	МЭК	200	<u>5-200</u> 31,6±5,9	<u>5-180</u> 33,6±7,8	<u>10-180</u> 32,9±5,7	<u>5-200</u> 32,9±5,3	<u>5-200</u> 33,6±9,93
	Толуол	50	<u>5-50</u> 10,3±2,1	<u>5-45</u> 10,3±3,0	<u>5-60</u> 11,3±2,4	<u>5-50</u> 10,4±1,6	<u>5-50</u> 9,55±2,91
	Аммиак	20	<u>1-15</u> 1,99±0,45	<u>1-20</u> 2,98±1,52	<u>1-15</u> 2,35±0,61	<u>1-20</u> 2,32±0,41	<u>1-18</u> 2,58±0,52
Селективная очистка масел № 1	Углеводороды	300	-	<u>10-100</u> 8,6±4,2	<u>10-60</u> 13,7±2,6	<u>10-100</u> 13,1±4,7	<u>10-80</u> 17,8±6,7
	Фенол	0,3	<u>0,06-0,29</u> 0,17±0,01	<u>0,09-0,28</u> 0,18±0,03	<u>0,08-0,3</u> 0,18±0,01	<u>0,1-0,29</u> 0,18±0,02	<u>0,1-0,29</u> 0,19±0,01

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Деасфальтизация гудрона	Углеводороды	300	$\frac{10-100}{8,3\pm 4,5}$	$\frac{10-260}{27,8\pm 7,7}$	$\frac{10-200}{24,5\pm 5,5}$	$\frac{10-300}{30,0\pm 8,7}$	$\frac{2-150}{35,5\pm 6,7}$
	Сероводород	3	$\frac{1-3}{0,17\pm 0,06}$	$\frac{1-4}{0,38\pm 0,16}$	$\frac{1-10}{0,4\pm 0,22}$	$\frac{1-3}{0,35\pm 0,08}$	$\frac{1-2}{0,28\pm 0,11}$
Установка контактной очистки масел	Углеводороды	300	$\frac{15-50}{9,4\pm 6,91}$	$\frac{10-100}{12,42\pm 5,68}$	$\frac{10-100}{17,5\pm 6,4}$	$\frac{10-100}{16,6\pm 7,2}$	$\frac{10-200}{17,7\pm 4,9}$
	Оксид углерода	20	-	-	$\frac{2-5}{0,37\pm 0,32}$	$\frac{1-5}{0,26\pm 0,13}$	$\frac{1-4}{0,17\pm 0,13}$
Установка компаундирования масел	Углеводороды	300	$\frac{10-150}{5,6\pm 2,75}$	$\frac{10-100}{9,71\pm 4,26}$	$\frac{10-50}{9,37\pm 3,41}$	$\frac{10-50}{11,9\pm 5,01}$	$\frac{10-150}{19,54\pm 4,8}$
Установка по выработке нефтебитума	Углеводороды	300	$\frac{1,5-15}{3,34\pm 1,49}$	$\frac{10-60}{17,32\pm 7,09}$	$\frac{10-80}{17,4\pm 7,02}$	$\frac{10-80}{18,1\pm 6,9}$	$\frac{15-80}{22,9\pm 8,9}$
Производство алкилфенольных присадок	Углеводороды	300	-	$\frac{1-200}{66,7\pm 28,2}$	$\frac{20-150}{48,3\pm 10,2}$	$\frac{10-200}{56,8\pm 19,2}$	$\frac{10-200}{47,9\pm 12,5}$
	Сероводород	3	$\frac{1-8}{2,78\pm 0,45}$	$\frac{1-5}{1,4\pm 1,23}$	$\frac{1-4}{0,98\pm 0,6}$	$\frac{1-8}{2,35\pm 0,91}$	$\frac{1-8}{1,97\pm 0,27}$
	Фенол	0,3	$\frac{0,1-0,3}{0,17\pm 0,13}$	$\frac{0,12-0,29}{0,2\pm 0,1}$	$\frac{0,12-0,28}{0,21\pm 0,1}$	$\frac{0,03-0,28}{0,17\pm 0,03}$	$\frac{0,1-0,28}{0,20\pm 0,07}$
Производство сукцинимидных присадок	Углеводороды	300	$\frac{10-70}{13,9\pm 3,5}$	$\frac{10-120}{30,9\pm 11,2}$	$\frac{20-120}{37,7\pm 13,03}$	$\frac{10-200}{57,7\pm 13,1}$	$\frac{10-120}{53,4\pm 10,1}$
	Бензин	100	$\frac{10-50}{11,7\pm 4,5}$	$\frac{10-80}{16,04\pm 5,71}$	$\frac{10-50}{17,9\pm 14,2}$	$\frac{10-50}{32,5\pm 8,7}$	$\frac{10-80}{34,5\pm 6,9}$
	Малеиновый ангидрид	1	$\frac{0,11-0,97}{0,43\pm 0,18}$	$\frac{0,1-0,82}{0,3\pm 0,06}$	$\frac{0,11-0,69}{0,36\pm 0,09}$	$\frac{0,02-0,72}{0,43\pm 0,1}$	$\frac{0,13-0,8}{0,45\pm 0,17}$
Производство сульфонатных присадок	Аммиак	20	$\frac{1-10}{0,77\pm 0,55}$	$\frac{1-5}{1,04\pm 0,97}$	$\frac{1-5}{1,45\pm 0,8}$	$\frac{1-15}{2,26\pm 1,71}$	$\frac{1-5}{1,32\pm 0,2}$
	Метанол	5	$\frac{0,5-4,7}{2,03\pm 0,42}$	$\frac{9,5-4,2}{2,08\pm 0,53}$	$\frac{0,9-4,8}{1,76\pm 0,39}$	$\frac{1-4}{2,05\pm 0,31}$	$\frac{1-4,2}{2,21\pm 0,32}$
	Изопропиловый спирт	10	$\frac{0,99-9,6}{4,82\pm 2,15}$	$\frac{1-8,8}{2,83\pm 1,31}$	$\frac{1-4,8}{2,25\pm 0,65}$	$\frac{1-4,6}{1,79\pm 0,5}$	$\frac{1-4,6}{2,20\pm 0,41}$
	Бензин	100	$\frac{10-80}{26,3\pm 10,6}$	$\frac{10-90}{31,8\pm 11,4}$	$\frac{10-100}{25,9\pm 9,46}$	$\frac{10-80}{33,9\pm 7,9}$	$\frac{10-80}{34,3\pm 5,8}$
	Сернистый ангидрид	10	$\frac{1-2}{0,48\pm 0,27}$	$\frac{1-8}{2,48\pm 0,76}$	$\frac{2-5}{1,95\pm 0,56}$	$\frac{1-5}{2,46\pm 0,61}$	$\frac{1-5}{1,97\pm 0,47}$
	Туман серной кислоты	1	-	-	$\frac{0,22-0,64}{0,38\pm 0,1}$	$\frac{0,33-0,72}{0,51\pm 0,05}$	$\frac{0,16-0,68}{0,39\pm 0,09}$

Примечание. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны ($ПДК_{р,з}$) сероводорода в смеси с углеводородами C_1-C_5 3 мг/м³.

Отбор проб воздуха газоаналитическая лаборатория предприятия ОАО «Нафтан» на всех основных участках рабочей зоны: на наружных установках, в производственных помещениях с учетом всех этапов технологического процесса, в том числе при выполнении операций, связанных с разгерметизацией оборудования (отбор технологических проб, ремонт оборудования и т. д.), – проводит в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Концентрацию загрязнителя определяют методами фотометрии и газовой хроматографии.

Проанализировано 106092 пробы (в том числе 14600 проб, взятых на производствах присадок) профилактических анализов на содержание вредных веществ в производственных помещениях и на рабочих местах, анализов на сварочные работы, на работы внутри аппаратов. Процент положительных проб, выполненных в период 2001 – 2011 гг. на производстве смазочных масел и битумов, составил 81,19 %, на производстве

присадок – 76,27 %. Следует отметить, что в первые пять лет изучения на производстве смазочных масел и битумов было зафиксировано в 2,2 раза больше отрицательных проб (68,72 % всех отрицательных проб данного производства), чем в период с 2006 – 2011 гг.

Анализ уровня хронической экспозиции показал, что при стабильном течении технологического процесса на изучаемых производствах концентрации вредных веществ не превышали соответствующего санитарно-гигиенического норматива. В соответствии с данными таблиц 1 и 2, при выравнивании показателей динамических рядов методом наименьших квадратов установлено, что среднегодовая концентрация углеводородов на установке вакуумной перегонки мазута с 2001 до 2005 гг. линейно снижается с 9,54 до 1,98 мг/м³ ($R^2 = 0,866$), с 2006 по 2011 гг. линейно растет с 6,56 до 32,47 ($R^2 = 0,854$), интенсивность воздействия углеводородов линейно возрастает с 2007 по 2011 гг. на установках контактной очистки масел с 9,38 до 17,96 мг/м³ ($R^2 = 0,819$), компаундирования масел с 5,57 до 19,54 мг/м³ ($R^2 = 0,859$), первой селективной очистки масел с 8,59 до 17,78 мг/м³ ($R^2 = 0,859$), на установке по выработке нефтебитума с 3,34 до 22,99 мг/м³ ($R^2 = 0,740$), среднегодовая концентрация углеводородов на установке деасфальтизации гудрона линейно растет за весь период наблюдения с 2001 – 2011 гг. с 1,01 до 35,55 мг/м³ ($R^2 = 0,778$). На производствах алкилфенольных присадок уровень экспозиции углеводородами в период 2001 – 2006 гг. колеблется в пределах 3,16 – 13,63 мг/м³, а в период с 2008 – 2011 гг. – сохранялся стабильно высоким в пределах 47,98 – 66,65 мг/м³, сукцинимидных присадок – линейно растет с 2005 по 2011 гг. с 3,26 до 57,73 мг/м³ ($R^2 = 0,943$). Среднегодовая концентрация бензина в воздухе рабочей зоны на производствах сукцинимидных присадок и сульфонатных присадок линейно возрастает с 2006 по 2011 гг. с 3,61 до 34,47 мг/м³ ($R^2 = 0,947$) и с 19,13 до 34,26 мг/м³ ($R^2 = 0,712$) соответственно. Следует отметить, что более высокие концентрации углеводородов обнаружены в помещениях закрытых насосных и компрессорных. На основании вышесказанного можно заключить, что на исследуемых производствах в последние годы изучения увеличивается интенсивность хронической экспозиции углеводородами, в том числе бензином. Уровень загрязнения воздуха рабочей зоны за последние пять лет изучаемого периода к аналогичному показателю (сумме среднегодовых концентраций) за первые пять лет изучаемого периода увеличился по углеводородам от 3,6 до 8,9 раз, по бензину 1,6 – 3,8 раз.

Среднегодовая концентрация сероводорода на установке деасфальтизации гудрона в первые пять лет наблюдения колеблется в пределах 0,03 – 0,107 мг/м³, а в период с 2007 – 2011 гг. – в пределах 0,17 – 0,4 мг/м³, на производстве алкилфенольных присадок в период 2001 – 2006 гг. интенсивность экспозиции сероводородом колеблется в пределах 0,11 – 1,19 мг/м³, а в период с 2007 – 2011 гг. – в пределах 0,98 – 2,78 мг/м³. Таким образом, в последние годы загазованность сероводородом увеличивается, уровень загрязнения воздуха рабочей зоны за последние пять лет изучаемого периода к аналогичному показателю за первые пять лет увеличился в 4,3 – 4,6 раз.

Интенсивность загрязнения воздушной среды фенолом на первой установке селективной очистки масел и на производстве алкилфенольных присадок за весь период наблюдения линейно возрастает с 0,13 до 0,19 мг/м³ ($R^2 = 0,880$) и с 0,09 до 0,21 мг/м³ ($R^2 = 0,752$), соответственно; уровень загрязнения воздуха рабочей зоны фенолом за последние пять лет изучаемого периода к аналогичному показателю за первые пять лет увеличился в 1,3 – 1,6 раз.

На первой и второй установках депарафинизации масел динамика среднегодовых концентраций метилэтилкетона за анализируемый период наблюдения неустойчивая, колеблется на первой установке в пределах 23,41 – 34,44 мг/м³, на второй – 19,76 – 33,56 мг/м³. Сохраняется на постоянном уровне загазованность толуолом и аммиаком на первой установке на уровне 7,93 – 11,16 мг/м³ по толуолу и 1,14 – 2,35 мг/м³ по аммиаку, на второй – 6,0 – 11,3 мг/м³ по толуолу и 1,01 – 3,03 мг/м³ по аммиаку.

Динамика загазованности воздуха рабочей зоны на производстве сульфонатных присадок нестабильная по всем загрязнителям, по аммиаку колеблется в пределах 0,2 – 2,26 мг/м³, по метиловому спирту 1,76 – 3,06 мг/м³, по изопропиловому спирту – 1,28 – 7,17 мг/м³ (максимальная загрязненность зафиксирована в 2005 году), по сернистому ангидриду – до 0,08 – 2,48 мг/м³, по туману серной кислоты – до 0,07 – 0,52 мг/м³. Среднегодовая концентрация малеинового ангидрида на производстве сукцинимидных присадок колеблется в пределах 0,17 – 0,65 мг/м³, максимальная его концентрация выявлена в 2005 году.

Для оценки степени постоянного загрязнения воздуха рабочей зоны приоритетными химическими веществами нами введена условная ориентировочная оценочная четырехбалльная шкала: опасная (при работе в условиях регулярного превышения *ПДК_{р.з.}*), высокая, средняя и низкая степень загрязнения воздушной среды. В соответствии с этим интенсивность хронической экспозиции соответствует низкому уровню загазованности воздуха рабочей зоны исследуемых производств: углеводородами до 0,22 *ПДК_{р.з.}* (в том числе по бензинам до 0,35 *ПДК_{р.з.}*), метилэтилкетон до 0,17 *ПДК_{р.з.}*, толуолом до 0,23 *ПДК_{р.з.}*, аммиаком до 0,15 *ПДК_{р.з.}*, оксидом углерода до 0,02 *ПДК_{р.з.}*, сернистым ангидридом до 0,25 *ПДК_{р.з.}*; среднему уровню – фенолом до 0,7 *ПДК_{р.з.}*, малеиновым ангидридом до 0,65 *ПДК_{р.з.}*, метанолом до 0,61 *ПДК_{р.з.}*, изопропиловым спиртом до 0,72 *ПДК_{р.з.}*, туманом серной кислоты до 0,52 *ПДК_{р.з.}*; высокому уровню загрязнения по загазованности сероводородом (до 0,93 *ПДК_{р.з.}*).

Ряд указанных выше веществ, определяемых в воздухе рабочей зоны, обладают однонаправленным (раздражающим) действием, в связи с этим по формуле А.Г. Аверьянова определена сумма отношений фактических среднегодовых концентраций каждого из определяемых веществ к их *ПДК_{р.з.}*. Установлено, что данное отношение во всех производствах не превышало единицы.

Выявлено, что концентрации вредных веществ на исследуемых производствах превышали гигиенический норматив при выполнении отдельных газоопасных работ I и II группы, при проведении работ, связанных с разгерметизацией оборудования и коммуникаций, проводимых внутри резервуаров, аппаратов и емкостей, при отборе проб, набивке сальников насосов и др. Кратковременное ингаляционное воздействие химического фактора на работающих за анализируемый период наблюдения, превышающее санитарно-гигиенический норматив, идентифицировалось на первой установке депарафинизации масел при анализе на аммиак на уровне 5 *ПДК_{р.з.}* (3 пробы) и на толуол 1,4 – 1,6 *ПДК_{р.з.}* (2 пробы); на второй установке депарафинизации масел одна проба на толуол 1,2 *ПДК_{р.з.}*; на установке деасфальтизации гудрона – на сероводород 1,3 – 3,3 *ПДК_{р.з.}* (2 пробы); на первой и второй установках селективной очистки масел по одной пробе на фенол 1,2 *ПДК_{р.з.}* и 1,1 *ПДК_{р.з.}* соответственно; на производстве алкилфенольных присадок на сероводород 1,3 – 3 *ПДК_{р.з.}* (20 проб), на фенол 1,1 – 1,4 *ПДК_{р.з.}* (2 пробы); на производстве сукцинимидных присадок, на бензин 1,1 – 1,2 *ПДК_{р.з.}* (3 пробы), на сероводород 1,3 – 1,7 *ПДК_{р.з.}* (3 пробы); на производстве сульфонатных присадок на метанол 1,2 – 2 *ПДК_{р.з.}* (5 проб); на изопропиловый спирт 1,7 *ПДК_{р.з.}* (2 пробы), на бензин 1,1 – 4,2 *ПДК_{р.з.}* (13 проб). Следует отметить, что указанные превышения гигиенического норматива в основном регистрировались в первые пять лет изучения.

ВЫВОДЫ. Экологическая оценка загрязнения воздуха рабочей зоны на производствах смазочных масел, битумов и присадок показала, что в последние пять лет растет уровень хронической экспозиции приоритетными химическими веществами на большинстве структурных подразделений изучаемых производств. Данный факт, вероятно, связан с несколькими причинами:

– ростом объемов переработки нефти на НПЗ и производительности установок по сырью, и как следствие, повышением загазованности воздуха рабочей зоны (объемы первичной переработки нефти на ОАО «Нафтан» в 2007 – 2011 гг. возросли на 38,5 % по сравнению с периодом 2002 – 2006 гг.);

– увеличением числа выполняемых анализов в последнее пятилетие на 21,9 % по сравнению с предыдущим периодом (обработка большего числа наблюдений повышает достоверность фактического уровня хронической экспозиции вредных веществ);

– использованием современных методов анализа и приборов, наряду с экспресс-методами (газоанализаторами УГ – 2, АМ – 5, Accura, Multiwarm и др.), более широкое применение методов газовой хроматографии, повышающих точность измерения, что также объясняет рост числа положительных проб в последнее пятилетие.

При стабильном течении технологического процесса на изучаемых производствах концентрации вредных веществ не выходят за пределы санитарно-гигиенического норматива, однако превышение *ПДК_{р.з.}* регистрируется при выполнении газоопасных работ I и II групп. Полученные результаты анализа загрязнения воздуха рабочей зоны на производствах смазочных масел, битумов и присадок найдут применение в качестве базовой основы оценки риска неспецифических хронических эффектов при воздействии химического фактора, прогнозировании профессионального риска, послужат ориентиром для реальных действий по его предупреждению.

Список использованных источников

1. Бесков, В. С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии : учебник для вузов / В. С. Бесков, В. С. Сафронов. – Москва : Химия, 1999. –472 с.
2. Bulauka, Yu. A. Posterior estimation of the health damage risk of workers of auxiliary production of the oil refineries// European Science and Technology: materials of the international research and practice conference, Wiesbaden, January 31st, 2012 / publishing office «Bildungszentrum Rodnik e. V.». – Wiesbaden, Germany, 2012. p.1338-1344.
3. Чеботарев, П. А. Анализ факторов риска для здоровья работающих на производстве смазочных масел и битумов / П. А. Чеботарев, Ю. А. Булавка ; под общ. ред. М. П. Захарченко, Ю. А. Щербука // Здоровый образ жизни и полезные для здоровья факторы. – Санкт-Петербург : Кристмас+, 2010. С. 381-384.
4. Булавка, Ю. А. Выявление производственно обусловленной заболеваемости у работников производства смазочных масел и битумов / Ю. А. Булавка // Сахаровские чтения 2011 года : экологические проблемы XXI века: материалы 11-й междунар. науч. конф., 19 – 20 мая 2011 г., г. Минск, Республика Беларусь / под ред. С. П. Кундаса, С. С. Позняка. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. С. 83-84
5. Рябушкин, Б. Т. Экологическая статистика и национальное счетоводство / Б. Т. Рябушкин / Вопросы статистики. – 2003. – N 2. – С. 23-34.
6. Кулагина, Г. Д. Статистика окружающей среды : учебно-практич пособие / Д. Г. Кулагина. – Москва : МНЭПУ, 1999. – 267 с.

Статья поступила в редакцию 19.03.2012