УДК 613.6:574

ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Олещенко А.М., Корсакова Т.Г.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», Новокузнецк, e-mail: ecologia_nie@mail.ru

В статье изложены результаты оценки риска нарушения здоровья городского населения Новокузнецка от атмосферных выбросов ремонтно-механического завода. Определены микрорайоны города, жители которых наиболее подвержены воздействию атмосферных выбросов данного предприятия. Выявлены токсичные вещества, вносящие основной вклад в формирование неканцерогенного риска нарушения здоровья населения города: дижелезотриоксид, марганец и его соединения, пыль древесная, сера диоксид. Выявлено, что индекс неканцерогенной опасности выбросов предприятия суммарно составляет 315655,527, наибольший удельный вес имеют марганец и его соединения. Максимальный суммарный риск хронической интоксикации составил 0,017 (в долях от единицы) в микрорайоне жилого дома по ул. Толмачёва, 53, Кузнецкого района (ТВК № 3). Максимальный индекс опасности канцерогенных веществ выявлен у шестивалентного хрома – 550, который является основным канцерогенным веществом, определяющим рост онкологической заболеваемости населения. Показано, что канцерогенный риск наибольший у жителей окрестностей жилого дома по адресу ул. Толмачёва, 53, Кузнецкого района (ТВК № 3). Суммарные значения рисков, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска, по всем точкам не превышают 1, свидетельствуя о незначительном влиянии выбросов предприятия на здоровье населения.

Ключевые слова: ремонтно-механический завод, атмосферный воздух, загрязняющие вещества, риск для здоровья

RISK ASSESSMENT FOR HEALTH OF POPULATION FROM ATMOSPHERIC EMISSIONS OF A MACHINE-BUILDING INDUSTRY ENTERPRISE

Surzhikov D.V., Kislitsyna V.V., Oleshchenko A.M., Korsakova T.G.

Federal State Budgetary Scientific Institution «Research Institute For Complex Problems Of Hygiene and Occupational Diseases», Novokuznetsk, e-mail: ecologia_nie@mail.ru

The article presents the results of an assessment of the health risk of the urban population of Novokuznetsk from atmospheric emissions from a repair and mechanical plant. The microdistricts of the city are determined whose inhabitants are most exposed to the atmospheric emissions of this enterprise. The toxic substances that make the main contribution to the formation of a non-carcinogenic risk of disrupting the health of the city's population are identified: DiZelesotrioxide, manganese and its compounds, wood dust, sulfur dioxide. It was revealed that the index of non-carcinogenic hazard of the company's emissions totals 315,655.527, the largest proportion is manganese and its compounds. The maximum total risk of chronic intoxication was 0.017 (in fractions of a unit) in the residential area of the residential building at ul. Tolmacheva, 53 of the Kuznetsky district (TVK No. 3). The maximum hazard index of carcinogenic substances was detected in hexavalent chromium – 550, which is the main carcinogenic substance determining the growth of oncological morbidity in the population. It is shown that the carcinogenic risk is greatest among residents of the neighborhoods of an apartment house at the address: Tolmacheva, 53 of the Kuznetsky district (TVK No. 3). The total risk values, expressed in multiples of exceeding the acceptable risk, do not exceed 1 for all points, indicating the insignificant effect of the company's emissions on public health.

Keywords: mechanical repair plant, atmospheric air, pollutants, health risk

Одной из важнейших задач профилактической медицины в современном мире является сохранение здоровья городского населения от загрязнений атмосферного воздуха. Для количественной и качественной оценки воздействия атмосферных загрязнений воздуха, как и других различных факторов природной среды, на здоровье человека во многих развитых странах используется концепция оценки риска, являющаяся одним из наиболее эффективных и быстро развивающихся направлений науки и практики. Оценка риска здоровью является первым этапом в процедуре принятия административно-управленческих решений, связанных с охраной окружающей среды и здоровья населения [1–3].

Известно, что в городах с численностью населения около 500 тыс. человек загрязнение атмосферного воздуха обусловлено, прежде всего, стационарными источниками (промышленными предприятиями) [4]. Выбросы предприятий представляют собой аэродисперсные системы (аэрозоли), различие в их составе зависит от типа производства.

Кемеровская область является одним из крупнейших промышленных регионов России, в котором представлены все основные экономические отрасли. Проблема загрязнения атмосферного воздуха – наиболее острая из экологических проблем области. Особенно неблагополучна экологическая ситуация в городе Новокузнецке, который

является основным индустриальным центром региона [5, 6].

Цель исследования заключалась в оценке риска нарушения здоровья населения г. Новокузнецка, определяемого поступлением в атмосферный воздух загрязняющих веществ от ООО «Ремонтно-механический завод».

Материалы и методы исследования

ООО «Ремонтно-механический завод» занимается ремонтом и производством машин для металлургической и горной промышленностей, обеспечивает металлоконструкциями строительные предприятия. В структуру завода входят литейный цех, механическое отделение и слесарная мастерская, заточный участок, кузнечное отделение, отделение металлоконструкций, модельный участок, участок реставрации штырей. На заводе используются современные производственные технологии: механообработка; литье углеродистых, легированных и высоколегированных сталей, чугуна и цветных сплавов; сварка и резка.

В работе проведен анализ данных технических характеристик промышленного предприятия, содержащихся в томе предельно допустимых выбросов (том ПДВ). В томе ПДВ имеются все показатели атмосферных выбросов, необходимые для проведения расчетов рисков: название источников предприятия, производящих выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух города и их количество, высота и диаметр труб, температура и скорость выхода газо-воздушной смеси из устья источника. Кроме того, в томе ПДВ содержится как общее количество атмосферных выбросов, так и удельный вес каждого из токсичных веществ.

Для количественной оценки воздействия загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферных выбросах ремонтно-механического завода, на здоровье жителей г. Новокузнецка, население которого составляет около 550 тысяч человек, на основе карты города были определены микрорайоны в различных частях города. Каждый микрорайон представлял точку воздействия концентраций (ТВК), в которой и производился расчет риска. Координаты и характеристики ТВК представлены в табл. 1.

Также с использованием карты города были определены расстояния между каждым источником выбросов и каждой ТВК, располагая полученными данными, были рассчитаны максимальные концентрации загрязняющих веществ. Все расчеты концентраций в работе проводились с применением унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «Эколог» (вариант «Базовый», версия 3.0). Использование расчетного блока «Средние», входящего в состав программы «Эколог», позволяет произвести переход от максимальных концентраций токсичных веществ к среднегодовым. Расчет среднегодовых концентраций веществ по точкам воздействия осуществлялся путем умножения максимальных концентраций веществ на весовой коэффициент.

Расчеты всех типов рисков для здоровья населения от влияния атмосферных загрязнителей осуществлялись на основании Руководства Р 2.1.10.1920-04 [7].

Под индивидуальным хроническим риском нарушения здоровья подразумевается вероятность формирования хронического заболевания или вероятность смерти в результате хронического воздействия загрязнителя и рассчитывается на определенный методикой период воздействия (70 лет). При определении рисков, связанных с длительным, т.е. хроническим, влиянием атмосферных загрязнителей, были использованы данные об их осредненных минимумах за один год концентрациях.

Канцерогенным риском является вероятность формирования злокачественного новообразования от вдыхания веществ, определяемых как ингаляционный канцероген. Канцерогенный риск выражает верхнюю границу риска на протяжении периода, соответствующего средней продолжительности жизни человека (70 лет).

Так как на территории города было выделено несколько точек воздействия, то все расчеты всех типов рисков проводились как отдельно в каждой точке по каждому выбранному веществу, так и суммарно в каждой точке по всем исследуемым веществам, а также в целом по городу.

Характеристика риска осуществлялась сравнением полученных расчетных показателей с их приемлемыми величинами, определяя индекс или коэффициент опасности.

Если коэффициент опасности не превышает 1, то вероятность формирования у индивидуума нежелательных эффектов при постоянном воздействии вредного вещества в течение жизни невелика и такой уровень воздействия считается допустимым. Если коэффициент опасности становится больше 1, то вероятность развития нежелательных последствий у индивидуума увеличивается в прямой зависимости увеличению коэффициента опасности, при этом точно определить уровень такой вероятности невозможно. Индекс опасности определяет риск формирования неблагоприятных эффектов в критическом органе или системе.

Таблица 1

Точки воздействия концентраций

№ ТВК	Широта	Долгота	Район	Основной объект
1	53°80°'	87°21'	Новокузнецкий	с. Кругленькое
2	53°77'	87°20'	Кузнецкий	ДК «Алюминщик», пр. Ленина, 41
3	53°76'	87°21'	Кузнецкий	жилой дом, ул. Толмачёва, 53
4	53°72'	87°25'	Центральный	ж/д станция Абагур Лесной
5	53°76'	87°28'	Орджоникидзевский	жилой дом, ул. Новогодняя, 20
6	53°77'	87°28'	Орджоникидзевский	жилой дом, пр. Шахтёров, 2
7	53°80'	87°38'	Орджоникидзевский	жилой дом, ул. Тузовского, 26
8	53°79'	87°24'	Кузнецкий	Кузнецкое шоссе, 9
9	53°76'	87°16'	Центральный	жилой дом, ул. Кирова, 101

На заключительном этапе работы все полученные расчетами величины рисков сравнивались с их приемлемыми значениями. Для индивидуального риска хронической интоксикации значение приемлемого риска составляет 0,02; для индивидуального канцерогенного риска – 0,0001.

Большинство международных гигиенических нормативов устанавливает риск, определяемый в пределах от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-4}$, соответствующим уровню условно приемлемого или допустимого риска.

Результаты исследования и их обсуждение

Ремонтно-механический завод имеет на своей территории двенадцать организованных источников атмосферных выбросов. Высота стационарных источников выбросов находится в пределах от 2 до 14 м. Температура отходящей от источников газо-воздушной смеси составляет 20–100 °С при скорости выхода – 1,5–17,5 м/с. Суммарные выбросы загрязняющих веществ от предприятия составляют 9,29927 т/год. Максимальный объем выбросов приходится на диЖелезотриоксид (3,1574 т/год) и углерод оксид (1,8074 т/год). На предприятии установлены пять воздухоочистителей типа циклон ЗИЛ-900 с эффективностью пылеулавливания 99 %, а также один пылеосадительный бункер.

Для расчета неканцерогенного риска были выделены следующие приоритетные загрязняющие вещества: азот диоксид, диЖелезотриоксид, углерод оксид, марганец и его соединения, аммиак, древесная пыль, сера диоксид, пыль абразивная, углерод (сажа), бутанол, метилбензол (толуол), бутилацетат, этилацетат, пыль неорганическая с содержанием двуокиси кремния 70–20 %, хром шестивалентный, фтористые газообразные соединения. Канцерогенный риск для здоровья населения рассчитывался от воздействия шестивалентного хрома.

Азот диоксид является высоко токсичным веществом, даже в небольших концентрациях он обладает раздражающим действием на верхние дыхательные пути, в больших концентрациях может вызвать отёк лёгких. Также вызывает изменения состава крови с уменьшением содержания в крови гемоглобина.

ДиЖелезотриоксид обладает общетоксическим действием, особенно активен в отношении дыхательной системы, усугубляя течение бронхиальной астмы, аллергии и синуситов, а также пищеварительного тракта.

Углерод оксид вызывает головную боль и головокружение, шум в ушах, одышку, учащённое сердцебиение, мерцание перед глазами, покраснение лица, общую слабость, тошноту, иногда рвоту; в тяжёлых случаях могут развиваться судороги, потеря сознания, кома. Токсическое действие углерод оксида обусловлено образованием в крови карбоксигемоглобина, блокируя процессы транспортировки кислорода и клеточного дыхания.

Марганец и его соединения способны вызывать угнетение роста, снижение аппетита, нарушение метаболизма железа и изменение функций мозга, которое проявляется в виде тяжёлых нарушений психики, включая раздражительность, галлюцинации и гипермоторику.

Сера диоксид очень токсична, способна вызывать насморк, кашель, охриплость, першение в горле. В более высокой концентрации ведет к удушью, расстройству речи, затруднению глотания, рвоте, отёку лёгких.

Шестивалентный хром является генотоксичным канцерогенам. Хроническое воздействие шестивалентного хрома увеличивает риск заболеваний носоглотки, риск рака лёгких.

Город Новокузнецк расположен в зоне резко континентального климата, который характеризуется значительными колебаниями годовых и суточных температур. В зимний период город находится под воздействием сибирского антициклона, который определяет сильные морозы. Средняя температура воздуха в июле составляет 18,8 °С. Средняя температура воздуха в январе составляет –17,8 °С. Среднегодовая температура воздуха составляет +0,8 °С. В году в среднем насчитывается 230–280 солнечных дней. Коэффициент рельефа местности равен 1,5. Среднегодовая скорость ветра – 2,8 м/с. Преобладающим направлением ветра является юго-западное. Повторяемость штиля составляет 25 %.

Выявлено, что суммарный индекс неканцерогенной опасности атмосферных выбросов предприятия составляет 315655,5. Наибольший вклад в его формирование вносят марганец и его соединения (53,73 %), диоксид серы (36,41 %), неорганическая пыль с содержанием двуокиси кремния 70–20 % (5,73 %) и диЖелезотриоксид (3,77 %). Наибольший индекс опасности имеют следующие источники выбросов: труба № 8 (232532,3) и труба № 6 (21525,7). Показано, что шестивалентный хром обладает максимальным индексом опасности канцерогенных веществ – 550, а труба № 7 является источником, имеющим максимальный индекс опасности канцерогенных веществ.

Воздействие вредных веществ от ООО «Ремонтно-механический завод» осуществляется ингаляционным путем.

Расчет максимальных концентраций неканцерогенных загрязняющих веществ

показал, что они находятся в интервале $7\cdot10^{-9}$–$2\cdot10^{-2}$ мг/м^3 в зависимости от точки воздействия, максимальные концентрации канцерогенных веществ варьируют от $7\cdot10^{-9}$ до $3\cdot10^{-7}$ мг/м^3. При этом превышения $ПДК_{мр}$ не выявлено.

Средние концентрации как неканцерогенных, так и канцерогенных веществ по точкам воздействия не превышают значений $ПДК_{сс}$ и варьируют от 0,08 долей $ПДК_{сс}$ у марганца и его соединений в ТВК № 3, максимально приближенной к предприятию, а именно в Кузнецком районе по адресу ул. Толмачёва, 53, до $5\cdot10^{-11}$ долей $ПДК_{сс}$ у шестивалентного хрома в ТВК № 7 (ул. Тузовского, 26, в Орджоникидзевском районе).

Симптомы хронической заболеваемости (риск хронической интоксикации) при постоянном воздействии вредных атмосферных загрязнителей на протяжении жизни в наибольшей степени будут проявляться у жителей района жилого дома по ул. Толмачёва, 53 (ТВК № 3), где риск колеблется от $1{,}9\cdot10^{-6}$ до 0,0108; ДК «Алюминщик» (ТВК № 2) – риск находится в пределах от $5\cdot10^{-7}$ до 0,002; Кузнецкое шоссе, 9 (ТВК № 8) – от $4\cdot10^{-7}$ до 0,0015, с. Кругленькое (ТВК № 1) – от $1\cdot10^{-7}$ до 0,0005. Наибольшие уровни риска определяют такие токсичные вещества, как диЖелезотриоксид (0,0001–0,0108), марганец и его соединения (0,0001–0,00411), пыль древесная ($3\cdot10^{-5}$–0,0009), сера диоксид ($2\cdot10^{-5}$–0,00082).

Максимальный суммарный риск хронической интоксикации составил 0,017 (в долях от единицы) в микрорайоне жилого дома по ул. Толмачёва, 53 (ТВК № 3); минимальный суммарный риск, равный 0,00028, соответствовал окрестностям жилого дома по адресу ул. Тузовского, 26 (ТВК № 7), который расположен в наибольшем отдалении от ООО «Ремонтно-механический завод». Индекс опасности составил 3,4049 в ТВК № 3 (жилой дом по ул. Толмачёва, 53); 1,3884 – в ТВК № 2 (ДК «Алюминщик», пр. Ленина, 41); 1,096 – в ТВК № 8 (Кузнецкое шоссе, 9).

Вероятность формирования онкологических заболеваний в течение жизни наибольшая у жителей окрестностей жилого дома по адресу ул. Толмачёва, 53, Кузнецкого района (ТВК № 3) от воздействия шестивалентного хрома.

Далее полученные уровни всех рисков сравнивались с их приемлемыми значениями, результаты приведены в табл. 2.

Таким образом, суммарные значения всех типов рисков по всем точкам воздействия, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска, не превышают единицу во всех рассматриваемых микрорайонах города.

Таблица 2

Суммарные значения риска хронической интоксикации и канцерогенного риска по точкам воздействия, выраженные в кратностях превышения приемлемого риска

№ ТВК	Риск хронической интоксикации	Канцерогенный риск
1	0,007	$1{,}7\cdot10^{-6}$
2	0,025	$7{,}5\cdot10^{-6}$
3	0,086	$1{,}6\cdot10^{-5}$
4	0,004	$1{,}4\cdot10^{-6}$
5	0,007	$2{,}3\cdot10^{-6}$
6	0,006	$1{,}9\cdot10^{-6}$
7	0,001	$3{,}7\cdot10^{-7}$
8	0,019	$5{,}8\cdot10^{-6}$
9	0,005	$1{,}7\cdot10^{-6}$

Заключение

На основании результатов проведенного исследования определены микрорайоны города, жители которых наиболее подвержены воздействию атмосферных выбросов от ООО «Ремонтно-механический завод». Выявлены токсичные вещества, вносящие основной вклад в формирование неканцерогенного риска нарушения здоровья населения города: диЖелезотриоксид, марганец и его соединения, пыль древесная, сера диоксид. Шестивалентный хром является основным канцерогенным веществом, определяющим вероятность развития злокачественных новообразований у жителей города. Таким образом, можно сделать вывод, что выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ ООО «Ремонтно-механический завод» не оказывают значительного воздействия на нарушение состояния здоровья населения г. Новокузнецка.

Список литературы

1. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–11.

2. Рахманин Ю.А. Актуализация методологических проблем регламентирования химического загрязнения окружающей среды / Ю.А. Рахманин // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 8. – С. 701–707.

3. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России / С.Л. Авалиани [и др.] // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 33–35.

4. Сучков В.В. Оценка риска здоровью населения Самары и Новокуйбышевска от загрязнения атмосферного воздуха / В.В. Сучков, Е.А. Семаева // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 8. – С. 729–733.

5. Оценка экологического риска, связанного с загрязнением воздуха селитебных зон промышленного города / В.В. Захаренков [и др.] // Академический журнал Западной Сибири. – 2015. – Т. 11, № 5 (60). – С. 52.

6. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы) / Р.А. Голиков [и др.] // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 5. – С. 20–31.

7. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. – 143 с.