

5. Mel'nikova Yu.S., Makarova T.P. Endothelial dysfunction as a central link in chronic disease pathogenesis // Kazanskiy meditsinskiy zhurnal. — 2015. — Vol. 96. — 4. — P. 659–665 (in Russian).
6. MUK 4.1.765–99. Gas chromatographic method of quantitative determination of aromatic (benzene, toluene, ethylbenzene, o-, m-, p-xylene) hydrocarbons in biologic media (blood): Collection of methodic recommendations. — Moscow: FGossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2000. — 152 p. (in Russian).
7. MUK 4.3.2756–10. Methodic recommendations on measurement and evaluation of microclimate in industrial chambers. — Moscow: Federal'nyy tsentr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2010 (in Russian).
8. MUK 4590–88. Methodic recommendations on measuring concentrations of chemical hazards in air of workplace. Methodic recommendations. — Moscow: Ministerstvo Zdravookhraneniya SSSR, 1988 (in Russian).
9. Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., Vlasova E.V., Alekseev V.B., Lebedeva T.M. Occupational risk of cardiovascular system diseases in workers engaged into underground mining // Industr. med. — 2015. — 8. — P. 6–9 (in Russian).
10. Dzau V., Braunwald E. Resolved and unresolved issues in the prevention and treatment of coronary artery disease: a workshop consensus statement // Am Heart J. — 1991. — 121. — P. 1244–1263.
11. Celermajer D.S., Sorensen K.E., Gooch V.M., Spiegelhalter D.J., Miller O.I., Sullivan I.D., Lloyd J.K., Deanfield J.E. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis // Lancet. — 1992. — 340(8828). — P. 1111–1115.

Поступила 21.04.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Вознесенский Николай Константинович (Voznesensky N.K.),
д-р мед. наук, проф., зав. отд. общ. и проф. патологии ФБУН
«ФНЦ МПТ УРЗН». E-mail: nikwo@mail.ru

Белицкая Виктория Эвальдовна (Belitskaya V.E.),
вр. ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН». E-mail: diner.vik@yandex.ru.

Май Ирина Владиславовна (May I.V.),
зам. дир. по науч. работе ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН», д-р
биол. наук, проф. E-mail: may@fcrisk.ru

Уланова Татьяна Сергеевна (Ulanova T.S.),
зав. отделом химико-аналитич. методов исследования
«ФНЦ МПТ УРЗН», д-р биол. наук. E-mail: ulanova@fcrisk.ru.

УДК 613.6.027

Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В., Пустовалова О.В.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТАЖА РАБОТЫ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА ФТОРПОЛИМЕРОВ

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
ул. Монастырская, 82, Пермь, РФ, 614045

Условия труда работников основных специальностей производства фторполимеров (аппаратчики, котельщики, электрогазосварщики) характеризуются сочетанным воздействием химических и физических факторов производственной среды: дифторхлорметан, 1,2-дихлорэтан, хлороформ, фтордихлорметан, производственный шум, общая вибрация. На рабочих местах эквивалентные уровни шума превышают ПДУ до 22 дБА; условия труда отнесены к вредным (класс 3.1–3.3) и обуславливают априорный профессиональный риск от малого до высокого. С увеличением стажа работы от 6 лет и более в крови работников установлено повышение уровня хлороформа до 2,3 раза, 1,2-дихлорэтана до 7,0 раз относительно показателей у работников со стажем до 6 лет, а также отклонения гематологических и биохимических показателей, характеризующие угнетение эритропоэза, истощение фагоцитарной активности. Доказана связь между повышенной активностью γ -ГТ, снижением общей АОА и содержанием хлороформа в крови. При стаже от 6 до 10 лет зарегистрировано повышение γ -ГТ (72,79% — очень высокая степень производственной обусловленности). При стаже более 10 лет установлено повышение уровня гомоцистеина с очень высокой (76,53%) и почти полной степенью связи (80,41%) с условиями труда, повышение лимфоцитов со средней степенью связи (49,50%). Данные показатели целесообразно учитывать при ранней диагностике заболеваний и разработке мер профилактики у работников производства фторполимеров.

Ключевые слова: производство фторполимеров, хлороформ; 1,2-дихлорэтан; фтор; производственный шум; стаж работы; негативные эффекты

Zemlyanova M.A., Koldibekova Yu.V., Pustovalova O.V. **Evaluating influence of length of service on biochemical and hematologic parameters in workers of fluorine polymers production.** Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82, Monastyrskaya str., Perm, Russian Federation, 614045

Work conditions of main occupations in fluorine polymers production (machine operators, boilermakers, electric gas welders) are characterized by combine exposure to chemical and physical occupational factors: difluorochloromethane, 1,2-dichloroethane, chlorophormium, fluorodichloromethane, occupational noise, general vibration. At workplaces, equivalent noise levels exceed MACs up to 22 dBA; work conditions are assigned to hazardous (class 3.1–3.3) and cause a priori occupational risk from low to high. With increased length of service from 6 years and more, the workers' serum demonstrates increased chlorophormium level up to 2.3 times, that of 1,2-dichloroethane — up to 7.0 times vs. the parameters of workers with length of service under 6 years, and deviated hematologic and biochemic parameters characterizing RBC depression, depleted phagocytosis. Reliable connection is between increased activity of gamma-GT, lower general antioxidant activity and chlorophormium content of blood. For length of service at 6–10 years, gamma-GT level increased (72.79% — very high degree of occupational relation). For length of service over 10 years, homocystein level is increased with very high (76.53%) and nearly complete (80.41%) degree of relation to work conditions, increased lymphocytes with average (49.50%) degree of relation. These parameters should be considered in early diagnosis of diseases and specification of preventive measures in fluorine polymers production workers.

Key words: *fluorine polymers production; chlorophormium; 1,2-dichloroethane; fluorine; occupational noise; length of service; negative effects*

Одним из распространенных видов пластиков являются фторполимеры, обладающие тепло- и термостойкостью, негорючестью, химической и коррозионной стойкостью. В связи с комплексом уникальных свойств фторполимеры конкурируют с металлом и стеклом и широко применяются в химической промышленности, электротехнике, машиностроении, медицине, а также пищевой промышленности [8]. Продукция фторполимеров представлена традиционными термопластичными полиэфирами, фторопластами, продуктами органической и неорганической химии, хладагентами [1]. Ежегодный объем мирового производства фторполимеров увеличивается на 7–10% и составляет порядка 180 тыс. тонн, в России — около 900 тонн в год. Крупнейшим потребителем продукции является машиностроение (порядка 40%) [9].

Работники ведущих профессий производства фторполимеров подвергаются воздействию комплекса химических (фтор- и хлорорганических соединений) и физических (шум, вибрация) факторов. Критическими органами-мишенями при действии данных факторов являются печень, почки, кровь и кроветворные органы, сердечно-сосудистая система, органы дыхания¹. Вышесказанное подтверждается повышенным уровнем заболеваемости работников полимерперерабатывающих производств болезнями органов дыхания, желудочно-кишечного тракта, печени, крови и кроветворных органов с временной утратой трудоспособности [11].

Цель — оценка влияния стажа работы на биохимические и гематологические показатели негативных эффектов у работников производства фторполимеров для ранней диагностики и разработки мер профилактики заболеваний, связанных с условиями труда.

Материал и методика. Объектом исследования являлись работники производства фторполимеров, профессиональный состав которых представлен основными специальностями: аппаратчики различного этапа технологического процесса, котельщики и электрогазосварщики. У данных работников условия труда характеризуются сочетанным воздействием хи-

мических и физических факторов производственной среды: дифторхлорметан, хлороформ, фтордихлорметан, тетрафторэтилен, производственный шум, общая вибрация. Группа наблюдения включала в себя 92 человека (62 женщины и 30 мужчин), средний возраст которых составил $37,17 \pm 3,18$ года, средний стаж работы — $9,55 \pm 1,7$ года. Работники со стажем работы на производстве от 0 до 6 лет составили группу наблюдения 1 (46 человек), от 6,1 до 10 лет — группу наблюдения 2 (30 человек), более 10 лет — группу наблюдения 3 (16 человек). Группа сравнения включала в себя 49 человек (40 женщин и 9 мужчин) административно-управленческого аппарата, у которых трудовой процесс исключает контакт с вредными производственными факторами. Средний возраст работников данной группы составил $37,93 \pm 4,39$ года, средний стаж работы — $9,26 \pm 2,03$ года. Изучаемые выборки были сопоставимы по образу жизни, социально-бытовым условиям и уровню материальной обеспеченности. Работа выполнена в соответствии с этическими принципами Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki, 2008 ред.) с получением информированного согласия работника на участие в исследовании.

Оценка содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ выполнена по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» в рамках проведения плановых мероприятий по надзору. Количественное определение содержания хлорированных углеводородов в крови выполнено газохроматографическим методом², ионов фтора в моче — методом ион-селективной потенциометрии³. Содержание хими-

² Определение массовой концентрации хлороформа, 1,2-дихлорэтана, тетрахлорметана в биосредах (кровь) методом газохроматографического анализа равновесного пара: МУК 4.1.2115-06 // Определение вредных веществ в биологических средах: сб. метод. указаний. — М.: ФЦ гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. — С. 162–173.

³ Количественное определение ионов фтора в моче с использованием ионселективного электрода: МУК 4.1.773–99 // Определение химических соединений в биологических средах: Сб. метод. указаний. МУК 4.1.763–4.1.779–99. — М.: ФЦ госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. — С. 97–05.

¹ Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04.

ческих веществ в крови работников групп наблюдения оценивалось относительно результатов у работников группы сравнения.

Состояние системы крови и процессов кроветворения оценивалось по уровню гемоглобина, эритроцитов, ретикулоцитов, цветному показателю в цельной крови; клеток печени и выделительно-концентрационную функцию желчевыводящей системы — по активности аланинаминотрансферазы (АЛАТ), аспаратаминотрансферазы (АСАТ), гамма-глутамилтрансферазы (γ -ГТ), щелочной фосфатазы, уровню общего и прямого билирубина в сыворотке крови; выделительной функции почек — по содержанию креатинина и мочевой кислоты в сыворотке крови; сердечно-сосудистой системы — по содержанию натрия и калия в цельной крови, Na/K коэффициенту, уровню гомоцистеина, липопротеина(а) и васкулярного эндотелиального фактора роста (VEGF) в сыворотке крови; неспецифическую сенсibilизацию — по содержанию лимфоцитов, нейтрофилов, моноцитов и эозинофилов в крови, эозинофильно-лимфоцитарному индексу в цельной крови; состояние оксидантно-антиоксидантной системы — по содержанию малонового диальдегида (МДА) и уровню общей антиоксидантной активности (АОА) плазмы крови. В качестве критериев оценки отклонений исследуемых показателей использовались возрастные физиологические уровни и уровни лабораторных показателей работников группы сравнения.

Количественные признаки описывались по среднему значению (M) и ошибки репрезентативности (m), так как анализ распределений случайных величин анализируемых показателей выявил их согласованность с законом нормального распределения. Выделялись показатели у работников групп наблюдения, уровень которых достоверно отличался от уровня в группе сравнения ($M_n \pm m_n > (M_k \pm m_k)$) по критерию Стьюдента ($t \geq 2,0$; $p \leq 0,05$), и отклонения показателей были биологически правдоподобными [3]. Связь частоты отклонений показателей с условиями труда устанавливалась по расчету относительного риска (RR) и этиологической доли ответов, обусловленной воздействием фактора профессионального риска (EF) [4]. Достоверность полученных данных оценивалась по 95%-му доверительному интервалу (CI) при нижней границе CI > 1 . Зависимость отклонения уровня лабораторного показателя ответа от содержания химического вещества в крови/моче оценивались по результатам математического моделирования с использованием регрессионного анализа. Адекватность и достоверность моделей оценивали по критерию Фишера ($F \geq 3,96$), коэффициенту детерминации (R^2) и t -критерию Стьюдента ($t \geq 2,0$) при заданном уровне значимости $p \leq 0,05$ [3].

Результаты исследования и их обсуждение. По данным, предоставленными ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», в воздухе рабочей зоны аппаратчиков различного этапа технологическо-

го процесса содержание химических веществ, в том числе гидрофторида (в пересчете на фтор) зарегистрировано в пределах установленных нормативных величин (класс условий труда 2)⁴. Общая вибрация, достигающая 80 дБ, соответствовала требованиям СН 2.24/2.1.8.566–96⁵ и оценена как допустимая (ПДУ 94 дБ). На рабочих местах электрогазосварщиков эквивалентный уровень шума зафиксирован до 102 дБА, что на 22 дБА выше предельно допустимого уровня (ПДУ < 80 дБА), условия отнесены к вредным (класс условий труда 3.1–3.3). Априорный профессиональный риск для электрогазосварщиков установлен от малого (умеренного) до высокого (непереносимого) риска [10]. На рабочих местах аппаратчиков и котельщиков различных производственных операций уровень шума составил 53–80 дБА и не превышал предельно допустимый уровень.

При химико-аналитическом исследовании биосред у работников со стажем более 10 лет установлено повышенное содержание до 2,3 раза средней концентрации хлороформа в крови ($0,00039 \pm 0,00009$ мг/дм³) и фторид-иона в моче ($0,381 \pm 0,051$ мг/дм³) относительно аналогичных показателей в группе сравнения ($p=0,002$ – $0,041$). При стаже до 6 лет уровень хлороформа составил $0,00025 \pm 0,00008$ мг/дм³, что в 1,5 раза выше показателя в группе сравнения ($p=0,041$). При увеличении стажа до 10 лет обращает на себя внимание повышенное содержание в крови работников в 1,5–7,0 раза хлороформа и 1,2-дихлорэтана относительно аналогичных показателей у работников со стажем менее 10 лет ($p=0,0001$ – $0,019$).

Оценка гематологических показателей выявила достоверное снижение в 1,4 раза ретикулоцитов крови у работников всех трех групп наблюдения относительно аналогичного показателя в группе сравнения ($p=0,0001$) (табл. 1), что свидетельствует о снижении процесса эритропоэза [6]. Установлено истощение фагоцитарной активности с развитием неспецифических воспалительных реакций [7], что характеризуется сниженным уровнем в крови сегментоядерных нейтрофилов у работников всех трех групп наблюдения относительно аналогичного показателя в группе сравнения ($p=0,003$ – $0,035$). При стаже до 6 лет дополнительно отмечено достоверное повышение содержания лимфоцитов крови относительно верхней границы физиологической нормы и показателя в группе сравнения ($p=0,030$ – $0,044$).

Оценка изменений показателей состояния клеток печени выявила достоверное повышение в 1,2–1,6 раза активности γ -ГТ и щелочной фосфатазы в сыворотке крови работников со стажем до 6 лет и от 6 до 10 лет относительно данных показателей в группе сравнения ($p=0,0001$ – $0,043$). Доказана прямая зависимость по-

⁴ Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». Р 2.2.2006-05.

⁵ СН 2.24/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»

вышения активности γ -ГТ в сыворотке крови при повышении содержания хлороформа в крови ($b_0 = -1,538$; $b_1 = 256,392$; $R^2 = 0,16$; $p = 0,002$).

О нарушении клубочковой фильтрации почками свидетельствует достоверное повышение уровня креатинина в сыворотке крови у работников при стаже работы до 6 лет относительно физиологической нормы и аналогичного показателя в группе сравнения ($p = 0,003 - 0,048$).

Оценка состояния процессов свободно-радикального окисления показала достоверное повышение уровня МДА в плазме крови работников со стажем до 6 лет относительно верхней границы физиологической нормы и аналогичного показателя в крови работников группы сравнения ($p = 0,0001 - 0,007$). Установлено снижение общей АОА плазмы крови у работников всех трех групп наблюдения относительно аналогичного показателя в группе сравнения ($p = 0,007 - 0,015$), имеющее достоверную зависимость от повышения содержания хлороформа в крови и фторид-иона в моче ($b_0 = -1,603 - 1,864$; $b_1 = 1,97 - 186,79$; $R^2 = 0,69 - 0,73$; $p = 0,0001$).

При сравнительной оценке показателей состояния сердечно-сосудистой системы у работников групп наблюдения и группы сравнения установлено повышенное содержание гомоцистеина в сыворотке крови работников при стаже до 6 лет ($p = 0,035$). Частота регистрации проб с повышенным уровнем гомоцистеина составила 34,8 %, что в 4,4 раза выше аналогичного показателя в группе сравнения (8,0%). Определена зависимость от стажа дисбаланса электролитов (натрия и калия) в цельной крови: при стаже от 6 до 10 лет выявлено достоверное снижение уровня калия относительно показателя у работников со стажем до 6 лет ($p = 0,024$), при стаже более 10 лет — достоверное повышение уровня натрия относительно показателя в группе работников со стажем менее 10 лет ($p = 0,0001 - 0,015$).

Установлено, что у работников при стаже до 6 лет очень высокую степень связи с условиями труда имели частота снижения уровня нейтрофилов (79,88%) и повышения гомоцистеина (76,53%), среднюю степень связи — повышение лимфоцитов (44,97%) (табл. 2). При стаже от 6 до 10 лет очень высокую степень связи с условиями труда имела частота повышения активности γ -ГТ (72,79%), при стаже более 10 лет почти полную степень связи — частота повышения гомоцистеина (80,41%), среднюю степень связи — частота повышения лимфоцитов (49,50%).

С увеличением стажа работы от 6 лет и более происходит накопление в крови хлороформа, 1,2-дихлорэтана и фторид-иона в моче. Механизм повреждающего действия данных соединений и их метаболитов в значительной степени связан с активацией перекисного окисления липидов и снижением антиоксидантной защиты организма. Развитие оксидативного стресса является одним из пусковых механизмов повышения проницаемости и снижения функциональных свойств

клеточных мембран жизненно важных органов, в частности, ретикулоэндотелия печени, следствием чего может являться нарушение метаболизма и обезвреживания химических соединений в организме [13]. Подтверждением дисбаланса процессов окисления и антиоксидантной активности является повышенный уровень МДА (конечный продукт перекисного окисления липидов) и снижение АОА плазмы крови, а изменения функционального состояния клеток печени — повышенный уровень γ -ГТ и щелочной фосфатазы. Снижение содержания ретикулоцитов в крови может быть следствием повышенного содержания хлороформа в крови, метаболиты которого оказывают цитотоксическое действие на белки клеточной мембраны, вызывая угнетение эритроцитарного роста кроветворения [5].

Повышенное содержание гомоцистеина в сыворотке крови свидетельствует о нарушении регуляции сосудистого тонуса, повреждении интимы и эндотелия сосудов, результатом чего является образование тромбов, атеросклеротических бляшек, что, в свою очередь, влияет на прогрессирование сердечно-сосудистой патологии [2]. Выявленное развитие дисбаланса натрия и калия в крови способствует неадекватному перераспределению объема выбрасываемой крови сердцем, развитию повышенной гемодинамической нагрузки. В результате возможно развитие гипертрофии полостей сердца, стабильного гиперфункционального состояния, которое неизбежно приведет к ухудшению функции миокарда, а затем к сердечной недостаточности [12].

С увеличением стажа работы от 6 лет и более у работников изучаемых профессий установлены изменения гематологических и биохимических показателей в виде снижения ретикулоцитов, нейтрофилов, калия в крови и АОА плазмы крови, повышения γ -ГТ в сыворотке крови и натрия в цельной крови. Данные показатели необходимо учитывать при ранней диагностике и разработке мер профилактики нарушений со стороны критических органов и систем у работников производства фторполимеров.

Оценка связи условий труда с состоянием здоровья работников установила достоверную обусловленность частоты возникновения отдельных видов негативных ответов со стороны здоровья на воздействие факторов производственного процесса: в группах наблюдения 1 и 3 со стажем работы до 6 лет и более 10 лет повышенное содержание гомоцистеина, характеризующее нарушение регуляции сосудистого тонуса и повреждение эндотелия (очень высокая степень связи); повышенный уровень лимфоцитов (средняя степень связи) и снижение сегментоядерных нейтрофилов (очень высокая степень связи), отвечающих за неспецифическую сенсibilизацию верхних и нижних отделов органов дыхания; в группе со стажем от 6 до 10 лет повышенную активность γ -ГТ, характеризующую цитолитическую активность клеток печени (очень высокая степень связи) [8].

Таблица 1

Биохимические и гематологические показатели у работников с различным стажем работы на производстве фторполимеров ($p \leq 0,05$)

Показатель	Физиологическая норма	Группа сравнения (n=49)	Стаж работы до 6 лет, M±m		Стаж работы 6,1–10 лет, M±m		Стаж работы более 10 лет, M±m	
			Группа наблюдения 1 (n=46)	Достоверность различий (p ₁)	Группа наблюдения 2 (n=30)	Достоверность различий (p ₂)	Группа наблюдения 3 (n=16)	Достоверность различий (p ₃)
Гемоглобин, г/дм ³	120–161	125,72±6,19	134,9±5,65	0,034	132,70±5,61	0,102	141,75±8,82	0,003
Эритроциты, 10 ¹² /дм ³	4,5–5,8	4,36±0,16	4,52±0,16	0,175	4,33±0,14	0,760	4,61±0,26	0,105
Эозинофилы, %	0,5–3	2,50±0,42	2,93±0,66	0,283	2,30±0,43	0,509	4,00±2,48	0,223
Абсолютное число эозинофилов, 10 ⁹ /дм ³	35–350	153,75±32,05	201,23±52,65	0,126	157,87±34,63	0,863	268,81±198,19	0,241
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1–3	1,25±0,16	1,35±0,71	0,787	1,00±0,00	0,506	1,12±0,00	0,103
Сегментоядерные нейтрофилы, %	47–56	56,13±2,26	51,48±3,63	0,035	54,87±2,99	0,003	51,19±3,13	0,011
Лимфоциты, %	30–34	32,72±2,13	36,53±2,64	0,030	35,43±3,05	0,141	37,06±4,40	0,073
Эозинофильно-лимфоцитарный индекс, усл.ед.	0,015–0,02	0,076±0,015	0,083±0,02	0,580	0,063±0,016	0,259	0,136±0,139	0,371
Ретикулоциты, %	0,2–1	0,54±0,06	0,39±0,033	0,000	0,38±0,04	0,0001	0,38±0,06	0,0001
Натрий, ммоль/дм ³	135–155	142,00±0,79	141,68±0,58	0,515	140,91±0,64	0,037	143,00±0,94 ^{1,2}	0,101
Калий, ммоль/дм ³	3,6–5,5	4,24±0,09	4,31±0,17	0,485	4,07±0,11 [*]	0,024	4,31±0,24	0,588
Na/K коэффициент	30–50	33,58±0,82	33,35±1,37	0,771	34,73±0,93	0,066	33,58±1,79	1,000
γ-ГТ, Е/дм ³	7–32	22,77±2,88	37,57±13,18	0,034	31,31±7,497	0,037	32,21±11,98	0,112
АЛАТ, Е/дм ³	0–42	18,73±3,07	26,29±7,95	0,085	20,67±4,31	0,473	23,13±7,32	0,255
АСАТ, Е/дм ³	0–31	26,92±2,70	31,05±11,22	0,484	25,37±3,67	0,503	24,53±3,46	0,272
Креатинин, мкмоль/дм ³	44–80	80,43±5,53	87,75±4,85	0,048	86,83±4,41	0,070	85,80±5,15	0,147
Мочевая кислота, мкмоль/дм ³	140–340	277,83±23,02	262,89±26,77	0,406	230,93±34,59	0,029	288,50±55,02	0,707
Щелочная фосфатаза, Е/дм ³	80–306	94,71±7,099	143,77±46,83	0,043	116,72±9,08	0,0001	110,60±15,49	0,054
Липопrotein(a), мг/100 см ³	0–14	19,29±12,86	37,46±15,37	0,075	19,05±15,02	0,981	8,08±3,92	0,101
Гомоцистеин, мкмоль/дм ³	4,6–12,44	10,05±1,06	10,80±1,13	0,035	10,51±1,23	0,867	10,19±1,66	0,526
VEGF, пг/см ³	10–700	178,66±53,45	194,78±62,04	0,321	195,31±68,73	0,699	200,92±120,29	0,323
АОА, %	36,2–38,6	36,41±1,17	33,77±1,79	0,015	33,21±1,95	0,007	32,27±3,21	0,013
МДА, мкмоль/дм ³	1,8–2,5	2,55±0,22	2,83±0,17	0,046	2,72±0,17	0,239	2,68±0,29	0,459

Примечания: ¹ — достоверные различия между группами наблюдения 3 и 1; ² — достоверные различия между группами наблюдения 3 и 2; * — достоверные различия между группами наблюдения 2 и 1.

Таблица 2

Распространенность изменений гематологических и биохимических показателей и их производственная обусловленность у работников производства фторопластов

Показатель	Отклонение показателя	Распространенность, %		Отношение рисков (RR), CI	Этиологическая доля (EF), %	Производственная обусловленность
		группа наблюдения	группа сравнения			
Группа наблюдения 1 (стаж работы до 6 лет)						
Сегментоядерные нейтрофилы	Снижение	25,0	6,2	4,97 [1,6–15,1]	79,88	Очень высокая
Лимфоциты	Повышение	62,5	34,4	1,82 [1,2–2,9]	44,97	Средняя
Гомоцистеин	Повышение	34,8	8,0	4,26 [1,6–11,24]	76,53	Очень высокая
Группа наблюдения 2 (стаж работы от 6 до 10 лет)						
γ-ГТ	Повышение	31,0	8,3	3,68 [1,2–11,6]	72,79	Очень высокая
Группа наблюдения 3 (стаж работы более 10 лет)						
Лимфоциты	Повышение	68,8	34,4	1,98 [1,1–3,8]	49,50	Средняя
Гомоцистеин	Повышение	27,8	8,0	5,10 [1,2–21,6]	80,41	Почти полная

Выводы:

1. При производстве фторполимеров на рабочих местах электрогазосварщиков эквивалентные уровни шума превышают ПДУ до 22 дБА; условия труда отнесены к вредным (класс 3.1–3.3), что определяет категорию априорного профессионального риска.

2. С увеличением стажа работы от 6 лет и более в крови работников основных специальностей установлено достоверное повышение уровня хлороформа в 1,5–2,3 раза, 1,2-дихлорэтана в 7,0 раза относительно аналогичных показателей у работников с трудовым стажем до 6 лет.

3. С увеличением стажа работы от 6 лет и более в крови работников основных специальностей установлены отклонения показателей, характеризующие угнетение эритропоэза (снижение уровня ретикулоцитов в 1,4 раза), истощение фагоцитарной активности (снижение нейтрофилов в 1,3 раза), цитолитическая активность клеток печени (повышение γ-ГТ в 1,6 раза), нарушение антиоксидантной защиты (снижение АОА в 1,2 раза), дисбаланс электролитов (повышение уровня натрия и снижение калия). Доказана достоверная связь между повышенной активностью γ-ГТ в сыворотке крови и содержанием хлороформа в крови; между снижением общей АОА плазмы крови и уровнем хлороформа в крови и фторид-иона в моче.

4. При стаже более 10 лет установлено повышение уровня гомоцистеина, характеризующее нарушение регуляции сосудистого тонуса и повреждение эндотелия, имеющее очень высокую (76,53%) и почти полную степень связи с условиями труда (80,41%); повышение лимфоцитов, отвечающих за неспецифическую сенсibilизацию верхних и нижних отделов органов дыхания — среднюю степень связи (49,50%); при стаже от 6 до 10 лет зарегистрировано повышение γ-ГТ, характеризующее цитолитическую активность клеток печени и имеющее очень высокую степень производственной обусловленности (72,79%).

5. Установленные причинно-следственные связи расширяют представления о патогенетических звеньях развития производственно-обусловленных заболеваний у работников производства фторполимеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бузник В. М. Фторполимеры: состояние отечественной химии фторполимеров, перспективы развития // Росс. хим. ж.-л. — 2008. — Т. LII. — № 3. — С. 7–12.
2. Булаева Н.И., Голухова Е.З. Эндотелиальная дисфункция и оксидативный стресс: роль в развитии кардиоваскулярной патологии // Креативная кардиология. — 2013. — № 1. — С. 14–22.
3. Гланц С. Медико-биологическая статистика. — М.: Практика, 1998. — 459 с.
4. Денисов Э.И., Степанян И.В., Челищева М.Ю. Статистическая оценка связи нарушений здоровья с работой. Прилож. к Методич. рекомендации по оценке профессионального риска по данным периодических медицинских осмотров. — М., 2006. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://neurocomp.ru/cgi-bin/opr/sos/start.ru> (дата обращения: 05.07.2017).
5. Иксанова Т.И., Малышева Е.Г., Растяпников А.Г., Егоров Н.А. Оценка комплексного действия хлороформа питьевой воды // Гиг. и санит. — 2006. — № 2. — С. 8–11.
6. Карамова Л.М., Башарова Г.Р., Валеева Э.Т. и др. Уровень здоровья здоровых работников в нефтяной и химической отраслях промышленности // Мед. труда и экология человека. — 2015. — № 4. — С. 270–275.
7. Лебедева К.А. Иммунология в клинической практике. Available at: <http://www.kingmed.info>media/book/4/3246.pdf> (Дата обращения: 06.07.2017).
8. Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. и др. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в РФ // Анализ риска здоровью. — 2014. — № 2. — С. 4–14.
9. Прогноз развития рынка фторполимеров в 2005–2010 гг. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.ftorpolymer.ru>docs/prognoz.pdf> (дата обращения: 05.07.2017).
10. Профессиональная патология: Нац. рук-во / под ред. Н.Ф. Измерова. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. — С. 66–68.
11. Самыкина Е.В., Самыкина А.Н., Ибрагимов И.М., Мифтахов И.Ф. Оценка и управление профессиональным риском у работников крупного промышленного предприятия // Из-

вестия Самарского НЦ РАН. — 2011. — Т. 13, №1(7). — С. 1801–1804.

12. Сердечная недостаточность. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.trombozu.net>pdf/serdnedost.pdf>. (дата обращения: 05.07.2017).

13. Ядыкина Т.К., Жукова А.Г., Уланова Е.В., Кизиченко Н.В. и др. Функционально-метаболический ответ гепатобилиарной системы на фтористую интоксикацию (экспериментальные исследования) // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. — 2010. — №4 (74). — С. 64–68.

REFERENCES

1. Buznik V.M. Photopolymers: state of national photopolymer chemistry, development perspective // Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal. — 2008. — Vol. LII. — 3. — P. 7–12 (in Russian).

2. Bulaeva N.I., Golukhova E.Z. Endothelial dysfunction and oxidative stress: role in development of cardiovascular diseases // Kreativnaya kardiologiya. — 2013. — 1. — P. 14–22 (in Russian).

3. Glants S. Medical and biologic statistics. — Moscow: Praktika, 1998 (in Russian).

4. Denisov E.I., Stepanyan I.V., Chelishcheva M.Yu. Statistic evaluation of relationships between health disorders and occupation. Appendix to Methodic recommendations for occupational risk evaluation according to periodic medical examinations data. — Moscow, 2006. Available at: <http://neurocomp.ru/cgi-bin/opr/sos/start.ru> (accessed at: 05.07.2017) (in Russian).

5. Iksanova T.I., Malysheva E.G., Rastyannikov A.G., Egorov N.A. Evaluation of complex effects of drinkable water chlorophormium // Gig. i sanit. — 2006. — 2. — P. 8–11 (in Russian).

6. Karamova L.M., Basharova G.R., Valeeva E.T. et al. Health level in healthy workers of oil and chemical industries // Industr. med. — 2015. — 4. — P. 270–275 (in Russian).

7. Lebedeva K.A. Immunology in clinical practice. Available at: <http://www.kingmed.info>media/book/4/3246.pdf> (accessed at: 06.07.2017) (in Russian).

8. Onishchenko G.G., Popova A.Yu., Zaytseva N.V., May I.V. et al. Analysis of health risk in improvement of sanitary epidemiologic survey in Russian Federation // Analiz riska zdorov'yu. — 2014. — 2. — P. 4–14 (in Russian).

9. Prognosis of photopolymers market development in 2005–2010. Available at: <http://www.ftorpolymer.ru>docs/prognoz.pdf> (accessed at: 05.07.2017) (in Russian).

10. Izmerov N.F., ed. Occupational diseases: national manual. — Moscow: GEOTAR-Media, 2011; 784 p. (in Russian).

11. Samykina E.V., Samykina L.N., Ibragimov I.M., Miftakhov I.F. Evaluation and management of occupational risk in major industrial enterprise workers // Izvestiya Samarskogo NC RAN. — 2011. — Vol/ 13. — 1 (7). — H/ 1801–1804 (in Russian).

12. Cardiac failure. Available at: <http://www.trombozu.net>pdf/serdnedost.pdf>. (accessed at: 05.07.2017) (in Russian).

13. Yadykina T.K., Zhukova A.G., Ulanova E.V., Kizichenko N.V. et al. Functional and metabolic response of hepato-biliary system to fluorine intoxication (experimental studies) // Byulleten' VSNTs SO RAMN, 2010; 4 (74): 64–68 (in Russian).

Поступила 21.04.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Землянова Марина Александровна (Zemlyanova M.A.), зав. отд. биохимич. и цитогенетич. методов диагн. ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН», д-р мед. наук, проф. E-mail: zem@fcrisk.ru

Кольдибекова Юлия Вячеславовна (Koldibekova Yu.V.), ст. науч. сотр. лаб. метаболизма и фармакокинетики отд. биохимич. и цитогенетич. методов диагн. ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН», канд. биол. наук. E-mail: gorodnova@fcrisk.ru.

Пустовалова Ольга Васильевна (Pustovalova O.V.), зав. лаб. биохимич. и наносенсорной диагн. ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН». E-mail: pustovalova@fcrisk.ru

УДК 332.1

Голева О.И.

СМЕРТНОСТЬ ТРУДОСПОСОБНОГО НАСЕЛЕНИЯ: АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ (на примере Приволжского федерального округа)

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ул. Монастырская, 82, Пермь, РФ, 614045;
ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», ул. Букирева, 15, Пермь, РФ, 614990

Представлены результаты анализа смертности населения трудоспособного возраста по субъектам РФ в зависимости от уровня экономического развития на примере регионов Приволжского федерального округа в 2015 г. Отмечено, что уровень смертности трудоспособного населения не имеет линейной зависимости от уровня экономического развития. Только один кластер, включающий в себя Республику Татарстан (наиболее экономически развитый регион Приволжского федерального округа (ПФО)) демонстрирует значимо низкий уровень смертности — 476,7