

СНИЖЕНИЕ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ (В ТОМ ЧИСЛЕ ГЕНОТОКСИЧЕСКИХ) ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ. ПРОБЛЕМЫ И АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ

УДК 628.51

Ф.И. Ингель, д.б.н., ФГБУ «НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина» Минздрава России (Москва, РФ)

Е.К. Константинов, ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (Москва, РФ)

В статье рассматриваются некоторые аспекты проблемы охраны здоровья работников промышленных предприятий. Выявляются негативные факторы химического воздействия, в том числе и на генотоксическом уровне. Уделяется внимание отдаленным последствиям воздействий производственной среды, таким как развитие изменений в нейро-иммунно-эндокринной системе, возникновение заболеваний, в том числе и передающихся по наследству. Выстроен алгоритм действий, позволяющих снизить степень угрозы онкологических и иных заболеваний, связанных с генотоксическими воздействиями, одновременно уменьшив финансовую нагрузку на обеспечение мер социальной защищенности работников.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ, ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ, ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, МУТАГЕНЫ, КАНЦЕРОГЕНЫ, СТРЕСС, ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧИХ ПОМЕЩЕНИЙ, МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПЕРСОНАЛА.

Одним из основных условий экономического роста газовой отрасли служит развитие производительных сил в направлении сохранения высокой работоспособности и сокращения потерь фонда рабочего времени, обусловленных нарушением здоровья, путем осуществления системной деятельности в области охраны труда.

В ПАО «Газпром» системная деятельность по сохранению здоровья персонала осуществляется в соответствии с положениями, изложенными в Политике ОАО «Газпром» в области охраны труда и промышленной безопасности [1], утвержденной Приказом ОАО «Газпром» от 29 июля 2009 г. № 235 в редакции Приказа ОАО «Газпром» от 23 июля 2014 г.

№ 351 (далее – Политика). Основное утверждение документа: «Компания при осуществлении всех видов деятельности признает приоритет жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности. Руководство ОАО «Газпром» рассматривает систему управления охраной труда и промышленной безопасностью в качестве необходимого элемента эффективного управления производством Компании и принимает обязательства по управлению производственными рисками, воздействующими на жизнь и здоровье работников, оборудование и имущество». Несомненно, практическая значимость Политики заключается в применении условий, методов,

средств сохранения как физического, так и психического здоровья при воздействии факторов производственной среды. Следует отметить, что применяемые сегодня методы охраны труда – производственный контроль, специальная оценка условий труда, медицинские осмотры – основаны на фиксации уровня и последствий воздействия производственной среды, причем по результатам этих мероприятий вырабатываются меры по снижению вредного воздействия и профилактике профессионально обусловленных и профессиональных заболеваний. То есть существующий подход не может обеспечить перспективный анализ и выявить конкретные химические соединения и факторы, присутствие которых в рабочей зоне привело к развитию обнаруженных эффектов.

В данной статье изложены некоторые аспекты проблемы ох-

2016 ГОД БЫЛ ОБЪЯВЛЕН В ПАО «ГАЗПРОМ» ГОДОМ ОХРАНЫ ТРУДА. В ЧИСЛО ОСНОВНЫХ ЗАДАЧ ГОДА ВОШЛИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА, ДАЛЬНЕЙШЕЕ ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.

NOTA
BENE

F.I. Ingel, Doctor of Biological Sciences, Federal State Budgetary Institution "Sysin Institute of Human Ecology and Environmental Hygiene" of the Ministry of Health of Russia (Moscow, RF)

E.K. Konstantinov, Gazprom VNIIGAZ LLC (Moscow, RF)

Reducing the exposure risk of chemical (including genotoxic) factors of the production environment. Problems and solution algorithm

The article reviews several aspects of the problem of health protection of employees at production enterprises. Adverse factors of chemical exposure are identified (including at a genotoxic level). Attention is paid to long-term effects of production environment's influences such as development of changes in the neuro-immune-endocrine system, disease occurrence, including hereditary diseases. An algorithm of actions that allows decreasing the danger level of cancerous and other diseases related to genotoxic influences, while decreasing the financial burden on the provision of social protection measures for employees, is created.

KEY WORDS: HEALTH PROTECTION, PRODUCTION ENVIRONMENT'S INFLUENCE, OCCUPATIONAL DISEASES, CHEMICAL FACTORS, MUTAGENS, CARCINOGENS, STRESS, INSPECTION OF WORK SPACE, PERSONNEL'S HEALTH MONITORING.

раны здоровья работающих с позиции выявления воздействий тех химических факторов производственной среды, влияние которых проявляется на уровне генетических структур, что позволяет прогнозировать риск развития не только токсических эффектов и профессиональных заболеваний, но и отдаленных негативных последствий, таких как развитие изменений в нейро-иммунно-эндокринной системе (неврозы, иммунодефициты, диабеты и пр.) и возникновение опухолевых заболеваний как у самого работника, так и у его потомков.

В условиях любого производства рабочий экспонирован к сложному комплексу воздействий различной природы, существенно отличающихся во времени по составу и интенсивности. Понятно, что каждое рабочее место характеризуется своим составом этого комплекса, причем его компоненты не всегда удается выявить, точно измерить и постоянно контролировать. Контроль на соответствие нормативу затруднен непостоянством состава действующего комплекса экспозиции, а также тем, что гигиенический регламент на большинство зарегистрированных химических соединений сегодня отсутствует. В результате многие токсические и генотоксические соединения (мутагены и канцерогены) ока-

зываются неучтенными. Поэтому технический паспорт на каждое рабочее место включает лишь относительно небольшой перечень действующих факторов. В частности поэтому так высока заболеваемость среди рабочих химических производств и связанная с ней текучесть кадров, преимущественно среди молодежи (чаще всего статистику профзаболеваний улучшает своевременный уход с предприятия тех рабочих, для которых условия труда связаны с повышенным риском развития болезней).

На производстве экспозиция к химическим факторам осложняется дополнительным действием факторов физических – повышенной температуры, шума технологического оборудования,

измененного давления, наличием излучений, электромагнитных полей и пр., а также характером труда, часто требующим значительного физического, умственного и/или эмоционального напряжения с необходимостью быстро переключать внимание, реагировать на изменяющиеся условия и решать задачи, в том числе требующие эмоциональных затрат. Поэтому одной из важнейших проблем сохранения здоровья рабочих на производстве является идентификация химических компонентов экспозиции и управление рисками развития заболеваний путем выявления веществ, обладающих наиболее выраженным негативным биологическим действием, и снижения их действующих концентраций.





Решение этой проблемы осложняется такими особенностями биологического действия веществ, как способность накапливаться в организме, возможность индукции генетической нестабильности (генотоксическое действие – мутагенное и канцерогенное), способность одних веществ усиливать эффекты других (синергизм, комутагенное и коканцерогенное действие), способность токсического действия комплекса химических соединений маскировать генотоксические эффекты и пр. Сложность комплекса воздействий на каждом рабочем месте порой производит впечатление, что размотать этот клубок невозможно, поскольку основная проблема заключается в составе и вариабельности состава экспозиции. Однако на самом деле спектр и уровень любой экспозиции на рабочем месте можно изменить, снижая тем самым риск развития серьезных заболеваний и улучшая качество жизни рабочего. Для этого следует принять во внимание, что:

- наибольший риск на производстве в большинстве случаев связан с загрязнением воздуха рабочей зоны [2];
- уровень генетической нестабильности является неспецифическим маркером эффектов множества негативных воздействий. Прежде всего, это контакт с мутагенами и канцерогенами.

Однако частота генетических повреждений увеличивается при экспозиции рядом токсических соединений, гигиенический регламент для которых был разработан давно и не учитывал возможность развития генотоксических эффектов [3, 4], а также при различных заболеваниях – воспалительных, аллергических, нейродегенеративных, инфарктах и инсультах, при травме, в результате хирургической операции, при приеме ряда лекарственных препаратов, включая антибиотики [5–8]. Кроме того, уровень генетической нестабильности, как и чувствительность генетических структур к химическим соединениям, увеличивается, когда человек находится в состоянии повышенного эмоционального напряжения (неадаптивного стресса). Стоит также отметить, что токсическое действие компонентов загрязнения может маскировать его генотоксические эффекты;

- в ответ на любое воздействие в организме всегда возникает неспецифическая ответная реакция – стресс, которая развивается существенно быстрее, чем все остальные биохимические и физиологические процессы, ассоциированные с воздействием. Поэтому стресс является фоном для них и опосредует все без исключения остальные специфические (для каждого вещества свои) ответные реакции и, следовательно, влияет на их течение, а также, возможно, на спектр и

концентрацию продуктов этих реакций [9]. Кроме того, степень выраженности стресса служит индикатором эффектов, развивающихся во всех без исключения тканях путем индукции процессов, связанных с нейро-иммунно-эндокринной системой организма. Установлено, что неадаптивный стресс является одним из источников эффектов генетической нестабильности у человека и модификатором этих процессов. Это означает, что оценка степени выраженности стресса, являющаяся, по сути, оценкой меры адаптивности (адаптационного потенциала, запаса устойчивости) организма, должна быть обязательно включена в систему анализа экспозиции на рабочем месте.

Сказанное выше является обоснованием и открывает перспективы проведения многокомпонентных исследований в целях идентификации тех веществ в составе экспозиции, которые несут в себе наибольшую угрозу для здоровья рабочих и не имеют норматива (либо норматив был определен без анализа мутагенного и/или канцерогенного действия). Это позволит разработать нормативы для этих веществ и, если надо, способы снижения их концентраций, что приведет к снижению рисков, связанных с воздействием этих веществ.

В дизайн такого исследования, использующего самые новые и перспективные методы, а также подходы, хорошо зарекомендовавшие себя в других исследованиях, включены:

- 1) выбор объекта исследования – цеха, участка, проблемного по состоянию здоровья рабочих, и формирование групп для исследования;
- 2) детальный химический анализ воздуха;
- 3) характеристика электромагнитных полей, светового и температурного режима на рабочих местах для учета или исключения негативного влияния этих факторов;



СОГЛАСНО ГОСТ 12.1.005 ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ (ПДК) БЕНЗИНА В ВОЗДУХЕ РАБОЧИХ ЗОН СОСТАВЛЯЕТ 100 МГ/М³, ДРУГИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ И УГЛЕВОДОРОДОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА, – 300 МГ/М³.

4) определение уровней и особенностей проявления нестабильности генома у рабочих (сравнительное исследование, в группе сравнения – сотрудники администрации того же предприятия; метод – цитомный анализ в микроядерном тесте в двух тканях – клетках крови и эпителия щеки);

5) оценка степени выраженности стресса у обследуемых рабочих с использованием комплекса современных психологических шкал;

6) определение социально-экономического статуса обследуемых людей для исключения возможности негативного влияния этих факторов, которое может являться источником и индуктором неадаптивного стресса и тем самым маскировать генотоксическое и токсическое действие загрязнения воздушной среды;

7) анализ всего массива полученных данных (в том числе статистический – регрессионный,

корреляционный и факторный) для выявления факторов, эффекты которых ассоциированы с повышением уровня генетической нестабильности у рабочих.

Международные базы данных содержат огромное количество сведений об изучении токсических, мутагенных и канцерогенных эффектов множества химических соединений, а также некоторых их комплексов и смесей, причем таких исследований в сотни раз больше, чем установленных нормативов. Данные, содержащиеся в этих базах данных, следует использовать для подтверждения либо опровержения связи обнаруженных эффектов с конкретным веществом.

Исследование с таким дизайном создает возможность выявления

«потенциальных виновников» возможных генотоксических эффектов, снижение концентраций которых на рабочем месте неминуемо должно привести не только к реальному снижению уровня генетической нестабильности, а следовательно, и риска развития многих серьезных (в том числе онкологических) заболеваний среди рабочих, но и к улучшению эмоционального состояния, а также качества жизни сотрудников.

Внедрение указанного метода мониторинга состояния здоровья персонала в условиях производства ПАО «Газпром» с ведущим химическим фактором позволит, кроме того, снизить финансовую нагрузку на обеспечение мер социальной защищенности работников. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Политика ОАО «Газпром» в области охраны труда и промышленной безопасности (утв. Приказом ОАО «Газпром» от 29 июля 2009 г. № 235 (в ред. Приказа ОАО «Газпром» от 23 июля 2014 г. № 351).
2. Сабирова З.Ф., Тепикина Л.А., Пинигин М.А. Итоги и перспективы разработки гигиенических основ охраны воздуха в районах размещения промышленных предприятий // Гигиена и санитария. 2007. № 3. С. 24–27.
3. Легостаева Т.Б. Нестабильность генома как критерий выбора генотоксикантов, приоритетных для гигиенической регламентации в атмосферном воздухе: дисс. ... канд. биол. наук. 14.02.01. Гигиена. М., 2010. С. 193.
4. Ингель Ф.И., Легостаева Т.Б., Антипанова Н.А. и др. Система выявления потенциально канцерогенных соединений, приоритетных для гигиенической регламентации в атмосферном воздухе // Гигиена и санитария. 2012. Т. 6. С. 33–36.
5. Покровский В.И., Сирина Л.К., Глотова Т.П., Михайлова А.А. Экскреция катехоламинов и их предшественника ДОФА у больных менингококковой инфекцией // Терапевтический архив. 1976. № 12. С. 100–102.
6. Афонская Н.И., Ильинский О.Б., Кондаленко В.Ф. и др. Влияние опиоидных пептидов на заживление экспериментального инфаркта миокарда // Бюл. экспериментальной биологии и медицины. 1986. Т. 52. № 12. С. 754–757.
7. Быковская Н.В., Хайцев Н.В., Шварцман П.Я. Влияние острой гипоксии на цитогенетический эффект циклофосфана в клетках костного мозга крыс, различающихся по устойчивости к острой кислородной недостаточности // Генетика. 1995. Т. 31. № 11. С. 1575–1577.
8. Turtzo L.C., Siegel C., McCullough L.D. X chromosome dosage and the response to cerebral ischemia. J Neurosci, 2011, Sep 14; 31(37):13255-9. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0621-11.2011.
9. Селье Г. На уровне целого организма. М.: Наука, 1972. 121 с.

REFERENCES

1. Gazprom OJSC's Policy in Labor Protection and Industrial Safety (approved by Order of Gazprom OJSC as of July 29, 2009 No. 235 (as Amended by Order of Gazprom OJSC as of July 23, 2014 No. 351). (In Russian)
2. Sabirova Z.F., Tepikina L.A., Pinigin M.A. Results and Prospects of the Development of Hygienic Basics for Air Protection in Areas where Production Enterprises are Located. Gigiena I sanitariya = Hygiene and Sanitary, 2007, No. 3, P. 24-27. (In Russian)
3. Legostaeva T.B. Instability of a Genome as a Criterion for Selecting Genotoxicants that are Preferred for Hygienic Regulation in the Atmospheric Air: Ph.D. Thesis in Biological Sciences. Moscow, 2010, P. 193. (In Russian)
4. Ingel F.I., Legostaeva T.B., Antipanov N.A., et al. A System for Identifying Potentially Carcinogenic Compounds that are Preferred for Hygienic Regulation in the Atmospheric Air. Gigiena I sanitariya = Hygiene and Sanitary, 2012, Vol. 6, P. 33-36. (In Russian)
5. Pokrovsky V.I., Sirina L.K., Glotova T.P., Mikhaylova A.A. Excretion of Catecholamines and their Predecessor Dihydroxyphenylalanine in Patients with Meningococcal Disease. Terapevtichesky arkhiv = Therapeutic Archive, 1976, No. 12, P. 100-102. (In Russian)
6. Afonskaya N.I., Ilinsky O.B., Kondalenko V.F., et al. Impact of Opioid Peptides upon Healing of Experimental Myocardial Infarction. Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny = Bulletin of Experimental Biology and Medicine, 1986, Vol. 52, No. 12, P. 754-757. (In Russian)
7. Bykovskaya N.V., Khaytsev N.V., Shvartsman P.Ya. Impact of Acute Hypoxia upon the Cytogenetic Effect of Cyclophosphan in Bone Marrow Cells of Rats whose Resistance to Acute Oxygen Deprivation Differs. Genetika = Genetics, 1995, Vol. 31, No. 11, P. 1575-1577. (In Russian)
8. Turtzo L.C., Siegel C., McCullough L.D. X chromosome dosage and the response to cerebral ischemia. J Neurosci, 2011, Sep 14; 31(37):13255-9. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0621-11.2011.
9. Sellier G. At the Level of Whole Organism. Moscow, Nauka, 1972, 121 p. (In Russian)