

**Е.А. Панаиотти, Д.В. Суржиков**

## **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА И РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТАЮЩИХ В ОСНОВНЫХ ЦЕХАХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

ГУ НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАМН, Новокузнецк

Проведена комплексная оценка условий труда работающих в котельных и турбинных цехах тепловых электростанций Юга Кузбасса на основе методологии риска. Отмечены неблагоприятные нагревающий и охлаждающий производственный микроклимат, высокие уровни производственного шума и вибрации, загрязнения воздуха рабочих зон аэрозолями преимущественно фиброгенного действия, диоксидами азота и серы, фенолом, оксидом углерода, бенз(а)пиреном. Рассчитаны количественные показатели биологических доз факторов, критических стадий работы и риска профессионально обусловленной заболеваемости от факторов производственной среды.

**Ключевые слова:** тепловые электростанции, условия труда, микроклимат, шум, вибрация, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, диоксиды азота и серы, фенол, оксид углерода, бенз(а)пирен, факторы риска, комплексная оценка

В основу федеральной политики в области экологии, социально-эпидемиологического благополучия и проведения социально-гигиенического мониторинга положены результаты исследований по фундаментальным проблемам оценки и управления риском для здоровья населения трудоспособного возраста от воздействия факторов окружающей среды, в связи с чем перспективным направлением является разработка методологических основ оценки риска здоровью, обусловленного загрязнением объектов окружающей среды [2, 8, 10, 13, 14].

По мнению ведущих специалистов, проблема охраны и укрепления здоровья работающего населения является одной из важнейших в медицине труда и здравоохранении, она чрезвычайно многогранна и включает, помимо медицинских, социально-экономические и другие аспекты [6]. Причем вероятность возникновения профессионального заболевания зависит от интенсивности воздействия вредного производственного фактора и стажа работы [6, 7]. Для адекватной оценки и прогнозирования профессионального риска здоровью с учетом не только величины риска профзаболевания, но и категории его тяжести, а также для совершенствования мер профилактики и социальной защиты работающих в неблагоприятных условиях труда необходима оценка реальных экспозиций факторов и потенциального медико-социального ущерба [10, 11, 13].

Кузбасс — это высоко урбанизированный регион, где большая часть населения трудоспособного возраста проживает в городах и занята на

предприятиях черной и цветной металлургии, угольной и теплоэнергетической промышленности. В связи с реструктуризацией теплоэнергетического комплекса (ТЭК) приоритетным направлением является ориентация на малозатратные, высокопроизводительные технологии. Наиболее интенсивно это направление развивается на юге Кузбасса, где имеются уникальные по своей мощности угольные месторождения и развитая теплоэнергетика. В свою очередь, тенденции развития ТЭКа определяют формирование негативных явлений, связанных с загрязнением окружающей среды, неблагоприятными условиями труда, социально-бытовым неустройством.

По мнению современных авторов, условия труда на тепловых электростанциях не отвечают гигиеническим требованиям и характеризуются наличием ряда неблагоприятных факторов производственной среды (нагревающего микроклимата, интенсивного шума, на отдельных рабочих местах — вибрации, загазованности, запыленности) [9, 12]. Вследствие недостатков шумозащиты, вентиляции и аэрации зданий особенно неблагоприятный микроклимат, повышенные уровни шума, загазованности, запыленности создаются в котельных и турбинных цехах.

**Целью работы** явилась комплексная оценка условий труда и риска для здоровья работающих в котельных и турбинных цехах тепловых электростанций. Исследования проводились с учетом региональных климатических и экологических особенностей Юга Кузбасса, центра угледобывающей и металлургической промышленности, где

наблюдается высокая концентрация шахт, открытых угольных разрезов и теплоэнергетических предприятий.

### **Методы исследования**

Гигиеническая оценка условий труда включала характеристику микроклимата, уровней производственного шума и общей вибрации, загрязнения воздуха АПФД, токсическими веществами, среднесменных пылевых и шумовибрационных дозных нагрузок. Оценка условий и характера труда рабочих дана согласно «Руководству по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (Р 2.2.2006-05). Комплексная оценка факторов риска проводилась в соответствии с «Руководством по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» (Р 2.2.1766-03).

Оценка факторов риска от загрязнения воздуха рабочих зон ТЭЦ была проведена на основе разработанной Н.Ф. Измеровым и соавторами [6, 7] концепции оценки профзаболеваний по риску и тяжести, включающей ранжированные категории как риска, так и тяжести профзаболеваний, а также одночисловой индекс, интегрирующий оба показателя и позволяющий оценивать одновременно разные нозологические формы заболеваний. Также использовались методические рекомендации «Гигиеническая оценка условий труда на основе определения риска возникновения профессиональных заболеваний (отравлений)» [4].

Условия труда на тепловых электростанциях определяют риск формирования профессиональной, профессионально обусловленной заболеваемости работающих. Наиболее значимыми для профессионального риска являются такие факторы, как производственный микроклимат, шум, вибрация, загрязнение воздуха рабочих зон АПФД, токсичными веществами с учетом тяжести и напряженности трудового процесса.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Установлено, что показатели микроклимата в котельных и турбинных цехах тепловых электростанций превышают допустимые нормативы, и в целом микроклимат можно охарактеризовать как нагревающий. Воздух в эти цеха поступает через оконные проемы, фрамуги и удаляется через аэрационные фонари потолочных перекрытий. В связи с большими расходами воздуха, подаваемого механическим путем в котлы для поддержания горения топлива, последний в котельных и турбинных цехах находится под определенным разрежением. Вследствие этого наружный воздух через оконные проемы и фрамуги поступает в цеха с большой скоростью, обуславливая тем самым

повышенную подвижность воздушных потоков на многих рабочих участках.

Неблагоприятные микроклиматические условия в котельных и турбинных цехах также обусловлены наличием основного и вспомогательного оборудования, ограждений, перекрытий, температура поверхностей которых существенно превышает гигиенические нормативы. В теплый период года температура оборудования турбинных цехов составляла 25-110 °С, ограждений, перекрытий, пола — 28-80 °С, в холодный период года — 23-90 °С и 12-58 °С соответственно. В котельных цехах температура поверхностей котлов в теплое время года составляла 27-250 °С, перекрытий, ограждений, пола — 17-85 °С, в холодный период — 11-150 °С и 14-76 °С соответственно. Интенсивность теплового излучения в турбинных цехах находилась на уровне 206-670 Вт/м<sup>2</sup>, в котельных — 250-2500 Вт/м<sup>2</sup>. На рабочих участках турбинных цехов в теплый период года температура воздуха в зоне вспомогательного оборудования составляла 19-41 °С, в зоне площадки турбогенератора (отметка 8 м) — 16-42 °С, относительная влажность на различных отметках по вертикалям цехов 36-63%, скорость движения воздуха — 0,1-1,0 м/с. В холодный период температура воздуха в рабочих зонах турбинных цехов понижалась и находилась на уровне 7-31 °С, относительная влажность — 29-66%, скорость движения воздуха — 0,5-0,7 м/с. В котельных цехах температура воздуха в теплый период года составляла 19-48 °С, относительная влажность — 24-83%, скорость движения воздуха — 0,4-0,8 м/с, в холодный период — 3,6-39,0 °С; 18-94% и 0,5-1,2 м/с соответственно.

В котельных цехах довольно многочисленное оборудование является источником интенсивного шума — паровые котлы (ПК-40 и АК-41), мельницы помола угля (Ш-50 и Ш-50-2), агрегаты золошлакоудаления, смывные отбойные и орошающие насосы, дымососы, газоочистные установки, трубопроводы, вентиляционное оборудование. Наиболее высокие уровни шума были зарегистрированы на рабочих местах машинистов котлов, машинистов-обходчиков котельного оборудования и машинистов мельниц Томь-Усинской (97, 100 и 104 дБА) и Южно-Кузбасской ГРЭС (97, 93 и 104 дБА соответственно). На рабочих местах машинистов котлов, машинистов-обходчиков котельного оборудования и машинистов мельниц Кузнецкой ТЭЦ средние эквивалентные уровни шума составили 95, 93 и 100 дБА, Западно-Сибирской ТЭЦ — 96, 95 и 96 дБА соответственно (Таблица 1).

В турбинных цехах тепловых электростанций основные источники шума — работающие

Таблица 1

**Средние эквивалентные уровни (СЭУ) шума (1), риск профессиональной тугоухости при стаже работы 25 лет (R), риск неспецифической шумовой патологии в зависимости от стажа (R1) (2) и риск развития вибрационной болезни (при стаже работы 25 лет) (3) у работающих основных производственно-профессиональных групп на ТЭЦ**

| Показатели                                    | Производственно-профессиональные группы |   |                   |                  |   |
|---|---|---|-------------------|------------------|---|
|   | Машинисты котлов                        | Машинисты-обходчики котельного оборудования | Машинисты мельниц | Машинисты турбин | Машинисты-обходчики турбинного оборудования |
|   | I                                       | II  | III               | IV               | V   |
| 1. СЭУ шума на рабочих местах, дБА            |   |   |                   |                  |   |
| Западно-Сибирской ТЭЦ                         | 96,4±4,1                                | 95,3±3,9                                    | 96,2±4,0          | 95,3±3,8         | 93,1±4,0                                    |
| Кузнецкой ТЭЦ                                 | 95,4±4,0                                | 93,2±3,8                                    | 100,4±4,2         | 96,2±3,9         | 94,3±4,1                                    |
| Томь-Усинской ГРЭС                            | 97,3±4,1                                | 100,2±4,2                                   | 104,3±4,3         | 96,1±3,8         | 95,2±4,0                                    |
| ЮК ГРЭС                                       | 97,4±4,0                                | 93,2±0,1                                    | 104,4±5,2         | 97,3±5,1         | 95,1±4,3                                    |
| 2. Эквивалентные уровни звука, дБА            | 96,35                                   | 95,55                                       | 101,10            | 96,30            | 94,58                                       |
| Индивидуальный риск (R) в %                   | 37,19                                   | 35,45                                       | 48,11             | 37,16            | 33,24                                       |
| Индивидуальный риск (R1) в % при стаже работы |   |   |                   |                  |   |
| 10 лет  | 6,29                                    | 5,86  | 11,52             | 6,29             | 5,67  |
| 15 лет  | 8,04                                    | 7,55  | 12,52             | 7,97             | 6,98  |
| 25 лет  | 10,42                                   | 10,14                                       | 14,91             | 10,34            | 9,92  |
| 3. Эквивалентные уровни общей вибрации, дБ    | 79,20                                   | 78,87                                       | 106,40            | 96,47            | 94,95                                       |
| Индивидуальный риск в %                       | 1,16                                    | 0,52  | 8,64              | 5,36             | 4,72  |

Примечание: ПДУ шума — 80 дБА (в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»), ПДУ общей вибрации по виброускорению — 92 дБ (в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»).

турбогенераторы переменного тока с водородно-водяным охлаждением типа ТВВ-200-2А, подогреватели низкого и высокого давления, электродвигатели конденсатных, питательных насосов, коллекторы дренажей, редуционно-охладительные установки, парогазопроводы и связанные с ними узлы регулировки, а также многочисленные системы приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования воздуха. Максимальные уровни шума наблюдались на рабочих местах машинистов турбин и машинистов-обходчиков турбинного оборудования Южно-Кузбасской (97 и 95 дБА) и Томь-Усинской ГРЭС (96 и 95 дБА соответственно). Несколько меньшие показатели были зарегистрированы на рабочих местах машинистов турбин и машинистов-обходчиков турбинного оборудования Кузнецкой ТЭЦ (96 и 94 дБА) и Западно-Сибирской ТЭЦ (95 и 93 дБА соответственно).

Определение уровня шума на рабочих местах тепловых электростанций позволило произвести расчет вероятности профессионального снижения слуха в зависимости от биологической дозы шума и стажа работы. Неспецифическое воздействие шума приводит к невротическим и астеническим синдромам в сочетании с вегетативной дисфункцией, раздражительностью, общей слабостью, головной болью, головокружением, повышенной утомляемостью, расстройством сна, ослаблением памяти, изменением сухожильных и периостальных рефлексов на руках и ногах, тремором паль-

цев вытянутых рук.

Оценка риска осуществлялась в соответствии с моделью, учитывающей стажевую дозу Lgm(T) для стажа, соответствующего T лет [3].

Расчет риска (R) осуществлялся по формулам:

$$R = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Prob} e^{-t^2/2} dt, \quad (1)$$

$$Prob = -8,25 + 0,07Lgm(T), \quad (2)$$

$$Lgm(T) = L_{экв.} + 10 \lg \frac{T}{T_0}, \quad (3)$$

где  $T_0 = 1$  год

В формуле (3)  $L_{экв.}$  характеризует продолжительность действия шума в течение рабочего времени. При ее использовании величину  $L_{экв.}$  следует уменьшить на 3 дБ при каждом двукратном уменьшении экспозиции, начиная с 8 часов работы. В формуле (2) Prob — вероятность неблагоприятного эффекта (риск) в виде нормально-вероятностной шкалы, соответствие Prob и вероятности эффекта приводится в литературе [1, 5]. В уравнении (2) коэффициент регрессии — это тангенс угла ( $\alpha$ ) наклона графика зависимости «доза — эффект», а свободный член — это десятичный логарифм дозы с эффектом действия 0% [5].

Как видно из *таблицы 1*, наиболее высокие эквивалентные уровни звука наблюдались в котельных цехах на рабочих местах машинистов мельниц (101,10 дБА) и машинистов котлов (96,35 дБА), в турбинных — у машинистов турбин (96,3 дБА). На рабочих местах машинистов-обходчиков котельного и турбинного оборудования эквивалентные уровни звука составили 95,55 и 94,58 дБА соответственно. Самый высокий риск возникновения профессиональной тугоухости у работающих на тепловых электростанциях был зарегистрирован в котельных цехах на рабочих местах машинистов мельниц (48,11%) и машинистов котлов (37,19%), в турбинных — у машинистов турбин (37,16%). На рабочих местах машинистов-обходчиков котельного и турбинного оборудования риск возникновения профессиональной тугоухости составил 35,45 и 33,24% соответственно. Максимальный риск возникновения неспецифической шумовой патологии при стаже работы 25 лет также отмечался в котельных цехах на рабочих местах машинистов мельниц (0,149) и машинистов котлов (0,104), в турбинных — у машинистов турбин (0,103), у машинистов обходчиков котельного и турбинного оборудования соответствующие показатели составили 0,101 и 0,99.

Наиболее высокие эквивалентные уровни общей вибрации наблюдались на рабочих местах машинистов мельниц (106,40 дБ), машинистов турбин (96,47 дБ) и машинистов-обходчиков турбинного оборудования (94,95 дБ), у машинистов котлов и машинистов-обходчиков котельного оборудования эквивалентные уровни общей вибрации составили 79,20 и 78,87 дБ соответственно. Максимальный риск возникновения вибрационной болезни также был зарегистрирован на рабочих местах машинистов мельниц (8,64%), машинистов турбин (5,36%) и машинистов-обходчиков турбинного оборудования (4,72%), у машинистов котлов и машинистов-обходчиков котельного оборудования уровни риска возникновения вибрационной болезни составили 1,16 и 0,52%.

В данном исследовании дана оценка неканцерогенного риска — вероятности увеличения общей заболеваемости рабочих, связанной с содержанием в воздухе рабочих мест ряда химических веществ, — и ингаляционного канцерогенного риска — вероятности возникновения дополнительных случаев онкологических заболеваний, обусловленных воздействием содержащегося в воздухе рабочих зон ТЭЦ бенз(а)пирена. Для этого по осредненным натурным среднесменным концентрациям выполнили оценку риска хронической интоксикации (возникновения неспецифической патологии) от воздействия АПФД, диоксидов серы и азота, фенола, оксида углерода.

Среднесменные концентрации рассчитывались в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05 как средневзвешенные величины за смену по результатам средних концентраций за операцию ( $K_0$ ) и длительности операции ( $T_0$ , час). Замеры проводились в зимний, летний и переходный периоды года.

Суммарный показатель загрязнения воздуха рабочих зон ТЭЦ лимитируется значениями от 1,2 до 2,533 баллов. Наибольшие значения данного показателя характеризуют условия труда в котельных цехах — у машинистов мельниц он составил 2,533, у машинистов котлов — 1,805 и у машинистов-обходчиков котельного оборудования — 1,747 (*Таблица 2*). В турбинных цехах среднесменные концентрации химических веществ были значительно ниже, в связи с чем суммарные показатели загрязнения составили на рабочих местах машинистов турбин 1,220, машинистов-обходчиков турбинного оборудования — 1,200.

Оценка риска хронической неспецифической интоксикации осуществлялась на период 1 год, принимая во внимание допущение, что оцениваемая ситуация является типичной и выявленные показатели загрязнения воздуха рабочих мест сохраняются в течение достаточно долгого периода. Результаты оценки зависимости «доза-эффект» представлены в *таблице 2*.

При постоянном воздействии воздуха рабочих мест, загрязненного вышеуказанными поллютантами, у 0,96-1,63 человек из 100 постоянно работающих по данным специальностям на ТЭЦ в течение 1 года могут проявиться симптомы хронической интоксикации. Максимальный уровень риска отмечается в котельных цехах у машинистов мельниц помола угля (суммарный риск составляет 0,0163), на втором месте по степени риска находятся условия труда машинистов котлов и машинистов-обходчиков котельного оборудования (по 0,0136).

Ведущая роль в формировании риска хронической интоксикации из присутствующих в воздухе рабочих зон ТЭЦ загрязнителей принадлежит АПФД, доля которых колеблется в зависимости от профессии от 75,35 до 78,96% (*Таблица 2*). На втором месте по степени воздействия находится фенол, вклад которого составляет от 7,28 до 13,45%, на третьем — оксид углерода (от 4,94 до 9,27%), на четвертом — диоксид азота (от 1,43 до 7,27%).

При анализе пылевой нагрузки и риска профессиональной пылевой патологии органов дыхания установлено, что наиболее высокие экспозиционные дозы наблюдались в котельных цехах на рабочих местах машинистов мельниц — 128,640, машинистов котлов — 87,635 и ма-

Таблица 2

**Среднесменные концентрации химических веществ (мг/м³) (1), годовой индивидуальный риск хронической интоксикации, связанный с загрязнением воздуха рабочих зон (2) и вклад химических загрязнителей в риск хронической интоксикации при стаже работы 10-20 лет (%) (3) у рабочих основных специальностей ТЭЦ**

| Показатели  | Производственно-профессиональные группы |          |          |          |          |
|---|---|----------|----------|----------|----------|
|   | I                                       | II       | III      | IV       | V        |
| <b>1. Среднесменные концентрации (мг/м³)</b>                      |   |          |          |          |          |
| АПФД  | 12,14                                   | 11,62    | 17,82    | 8,460    | 8,240    |
| диоксида азота  | 0,280                                   | 0,260    | 0,092    | 0,240    | 0,220    |
| диоксида серы   | 0,028                                   | 0,030    | 0,061    | 0,027    | 0,030    |
| фенола  | 0,086                                   | 0,092    | 0,121    | 0,036    | 0,042    |
| оксида углерода   | 3,420                                   | 3,560    | 6,850    | 4,260    | 4,520    |
| суммарный показатель  | 1,805                                   | 1,747    | 2,533    | 1,220    | 1,200    |
| <b>2. Годовой индивидуальный риск хронической интоксикации от</b> |   |          |          |          |          |
| АПФД  | 0,0087                                  | 0,0084   | 0,0106   | 0,0068   | 0,0067   |
| диоксида азота  | 0,0011                                  | 0,0010   | 0,0004   | 0,0009   | 0,0008   |
| диоксида серы   | 9,18E-05                                | 9,83E-05 | 0,000199 | 8,85E-05 | 9,83E-05 |
| фенола  | 0,0039                                  | 0,0041   | 0,0051   | 0,0018   | 0,0020   |
| оксида углерода   | 0,00058                                 | 0,00060  | 0,00114  | 0,00072  | 0,00076  |
| суммарный риск  | 0,0136                                  | 0,0136   | 0,0163   | 0,0096   | 0,0097   |
| <b>3. Вклад в риск хронической интоксикации (в %):</b>            |   |          |          |          |          |
| АПФД  | 76,700                                  | 75,470   | 78,960   | 76,680   | 75,350   |
| диоксида азота  | 6,010                                   | 5,730    | 1,430    | 7,270    | 6,720    |
| диоксида серы   | 0,070                                   | 0,080    | 0,120    | 0,100    | 0,110    |
| фенола  | 12,271                                  | 13,450   | 12,392   | 7,281    | 8,550    |
| оксида углерода   | 4,948                                   | 5,270    | 7,098    | 8,669    | 9,274    |

Примечание: для диоксида азота ПДК с.с. составляет 0,04 мг/м³, ПДК р.з. — 2,0 мг/м³, для диоксида серы ПДК с.с. — 0,05 мг/м³, ПДК р.з. — 10,0 мг/м³, для фенола ПДК с.с. — 0,003 мг/м³, ПДК р.з. — 0,3 мг/м³, оксида углерода ПДК с.с. — 3,0 мг/м³, ПДК р.з. — 20,0 мг/м³ (в соответствии с ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», ГН 2.2.5.1314-03, ГН 2.2.5.1314-03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» и дополнениями к ним, а также руководством Р 2.2.2006-05).

шинистов-обходчиков котельного оборудования — 83,881 мг/смена, в турбинных цехах у машинистов турбин и машинистов-обходчиков турбинного оборудования они составили 61,061 и 59,482 (Таблица 3). В соответствии с этим максимальный индивидуальный риск возникновения профессиональной пылевой патологии органов дыхания был зарегистрирован в котельных цехах на рабочих местах машинистов мельниц ( $5,36 \cdot 10^{-3}$ ), машинистов котлов ( $3,64 \cdot 10^{-3}$ ) и машинистов-обходчиков котельного оборудования ( $3,49 \cdot 10^{-3}$ ).

Низкие безопасные стажы от воздействия АПФД отмечались у машинистов мельниц (7,46 лет), машинистов котлов (10,86 лет) и машинистов-обходчиков котельного оборудования (11,14 лет). Для машинистов турбин безопасный стаж составляет 14,62 лет, для машинистов-обходчиков турбинного оборудования — 15,38 лет.

В таблице 3 представлен суммарный риск хронических заболеваний у работающих, связанный с суммарным воздействием токсичных веществ в воздухе рабочих зон на тепловых электростанциях. Вероятность возникновения хронических

Таблица 3

**Пылевая нагрузка и риск профессиональной пылевой патологии органов дыхания при величине приемлемого риска 0,001 (1), суммарный риск хронических заболеваний от содержания токсичных веществ в воздухе с учетом стажа работы (2) и канцерогенный индивидуальный риск при стаже работы 30 лет (3) у работающих основных производственно-профессиональных групп на тепловых электростанциях**

| Показатели   | Производственно-профессиональные группы |             |             |             |             |
|--|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  | I                                       | II          | III         | IV          | V           |
| <b>1. Экспозиционные дозы пыли, мг/смена</b>   |   |             |             |             |             |
| Индивидуальный риск, $10^{-3}$   | 87,635                                  | 83,881      | 128,640     | 61,061      | 59,482      |
| Безопасный стаж работы, годы   | 3,64                                    | 3,49        | 5,36        | 2,53        | 2,47        |
| Безопасный стаж работы, годы   | 10,86                                   | 11,14       | 7,46        | 14,62       | 15,38       |
| <b>2. Суммарный риск хронических заболеваний от токсичных веществ при стаже работы</b> |   |             |             |             |             |
| 5-10 лет   | 8,1                                     | 7,8         | 11,2        | 6,1         | 5,8         |
| 10-20 лет  | 19,5                                    | 18,3        | 26,1        | 14,8        | 13,7        |
| свыше 25 лет   | 53,7                                    | 52,2        | 64,3        | 48,8        | 46,2        |
| <b>3. Средние концентрации бенз(а)пирена мкг/100 м³</b>                                |   |             |             |             |             |
| Годовой канцерогенный риск   | 0,31                                    | 0,30        | 0,65        | 0,26        | 0,22        |
| Годовой канцерогенный риск   | 2,02726E-08                             | 1,96187E-08 | 4,25071E-08 | 1,70029E-08 | 1,43870E-08 |
| Риск при стаже работы 30 лет   | 6,081-10-7                              | 5,885-10-7  | 1,275-10-6  | 5,100-10-7  | 4,314-10-7  |

заболеваний при работе на ТЭЦ в течение 5-10 лет колеблется в пределах от 5,8% до 11,2% в зависимости от уровня нагрузки факторами риска. При постоянном воздействии токсичных веществ у 13,7-26,1% работающих на ТЭЦ могут появиться симптомы хронических заболеваний. Максимальные значения ингаляционного риска отмечаются при экспозиции свыше 20 лет.

Наиболее высокие показатели суммарного риска возникновения хронических заболеваний также наблюдались в котельных цехах: у машинистов мельниц при стаже работы 5-10 лет он составил 11,2%, при стаже работы 10-20 лет — 26,1%, свыше 25 лет — 64,3%; высокие уровни риска были также установлены на рабочих местах машинистов котлов (8,1; 19,5 и 53,7%) и машинистов-обходчиков котельного оборудования (7,8; 18,3 и 52,2%). В турбинных цехах на рабочих местах машинистов-обходчиков турбинного оборудования и машинистов турбин соответствующие показатели составили 5,8; 13,7 и 46,2%; 6,1; 14,8 и 48,8%.

В таблице 3 представлены средние показатели загрязнения воздуха рабочей зоны ТЭЦ бенз(а)пиреном, индивидуальный годовой канцерогенный риск воздействия, а также риск при 30-летней экспозиции. Вероятность получения онкологического заболевания от воздействия бенз(а)пирена, присутствующего в воздухе рабочей зоны в течение 30 лет, составляет для работающих на ТЭЦ от 0,43 до 1,275 шансов на 1 млн. Следует отметить, что Агентство по охране окружающей среды США предлагает в качестве допустимого канцерогенного риска величину 1-10-6, поэтому можно сделать вывод о высоком уровне канцерогенного риска, обусловленного воздействием загрязненного воздуха рабочих зон ТЭЦ.

#### **Выводы**

1. Производственный микроклимат рабочих зон котельных и турбинных цехов тепловых электростанций характеризуется высокой температурой воздуха, большими температурными перепадами, пониженной относительной влажностью и может быть отнесен к категории нагревающего конвекционно-радиационного. На ряде производственных участков имеют место значительные скорости движения воздуха.

2. Максимальные риски возникновения профессиональной тугоухости и неспецифической шумовой патологии у работающих на тепловых электростанциях были зарегистрированы в котельных цехах на рабочих местах машинистов мельниц и машинистов котлов, в турбинных — у машинистов турбин.

3. Суммарный показатель загрязнения воздуха рабочих зон ТЭЦ лимитируется значения-

ми от 1,2 до 2,533 баллов. Наибольшие значения данного показателя характеризуют условия труда в котельных цехах: у машинистов мельниц он составил 2,533, у машинистов котлов — 1,805 и у машинистов-обходчиков котельного оборудования — 1,747.

4. Ведущая роль в формировании риска хронической интоксикации из присутствующих в воздухе рабочей зоны ТЭЦ загрязнителей принадлежит АПФД, доля которых колеблется в зависимости от профессии от 75,35 до 78,96%, на втором месте по степени воздействия находится фенол, на третьем — оксид углерода, на четвертом — диоксид азота.

5. Вероятность получения онкологического заболевания от воздействия бенз(а)пирена, присутствующего в воздухе рабочей зоны в течение 30 лет, составляет для работающих на ТЭЦ от 0,43 до 1,275 шансов на 1 миллион, что свидетельствует о высоком уровне канцерогенного риска.

#### **COMPLEX ESTIMATION OF WORKING CONDITIONS AND RISK FOR WORKERS' HEALTH OF MAIN SHOPS IN THERMAL POWER STATIONS**

E.A. Panaiotti, D.V. Surzhikov

The complex estimation of working conditions for workers in boiler and turbine shops of thermal power stations of the Southern Kuzbass is carried out on the basis of risk methodology. Adverse heating up and cooling industrial microclimate, high levels of industrial noise and vibration, air pollution of working zones by the aerosols of mainly fibrogenic effect, dioxides of nitrogen and sulfur, phenol, oxide of carbon, benzo(a)pyrene are revealed. The quantitative parameters of biological doses of the factors, critical experiences of work and risk for occupationally caused diseases due to the factors of industrial environment are calculated.

#### **Литература**

1. Айвазян, С.А. Прикладная статистика / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. — М., 2001. — 270 с.
2. Артамонова, В.Г. Дифференциально-диагностические аспекты производственно обусловленных заболеваний и экопатологии / В.Г. Артамонова // Медицина труда в третьем тысячелетии: Тез. докл. междунар. конф. — М., 1998. — С. 99.
3. Большаков, А.М. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / А.М. Большаков, В.Н. Крутько, Е.В. Пуцило. — М., 1999. — 252 с.
4. Гигиеническая оценка условий труда на основе определения риска возникновения профессиональных заболеваний (отравлений): Метод. реком. / А.П. Михайлуц, М.И. Цигельник, В.В. Алексеев и др. — Кемерово, 1997. — 25 с.

5. *Дубров, А.М.* Многомерные статистические методы / А.М. Дубров, В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин. — М., 1998. — 352 с.
6. *Измеров, Н.Ф.* Основы управления риском ущерба здоровью в медицине труда / Н.Ф. Измеров, Э.И. Денисов, Н.Н. Молодкина // Медицина труда и промышленная экология. — 1998. — №3. — С. 1-9.
7. *Измеров, Н.Ф.* Медицина труда на пороге XXI века / Н.Ф. Измеров // Медико-экологические проблемы здоровья работающего населения. — М. — Новокузнецк, 2000. — С. 3-10.
8. *Киселев, А.В.* Обоснование системы оценки риска здоровью в гигиеническом мониторинге промышленного города / А.В. Киселев. — СПб., 2000. — 43 с.
9. Мониторинг здоровья и факторов риска на предприятиях теплоэнергетического комплекса / В.Г. Демченко, Г.И. Нечаева, О.В. Плотникова и др. // Проблемы профессиональной и общей патологии в регионах Сибири: Материалы науч.-практ. конф. — Новокузнецк, 2002. — С. 63-68.
10. Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска / А.П. Щербо, А.В. Киселев, К.В. Негриенко и др. — СПб.: СПбМАПО, 2002. — 375 с.
11. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин и др. — М., 2002. — 408 с.
12. Оценка профессионального риска работающих на предприятиях теплоэнергетики / Н.А. Малышкина, О.В. Плотникова, В.Г. Демченко, А.Г. Братухин // Гигиенические проблемы охраны здоровья населения регионов Сибири: Сб. научн. тр. Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. — Кемерово, 2002. — С. 195-197.
13. Профессиональный риск для здоровья работников: Руководство / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. — М., 2003. — 448 с.
14. *Рахманин, Ю.А.* Перспективные научно-методические направления решения проблемы экологии человека и гигиены окружающей среды / Ю.А. Рахманин // Современные проблемы профилактической медицины, среды обитания и здоровья населения промышленных регионов России: Сб. науч. тр. — Екатеринбург, 2004. — С. 21-23.
15. *Хоружая, Т.А.* Оценка экологической опасности / Т.А. Хоружая. — М., 2002. — 208 с.