

УДК 681.3:331.45

С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, М.В. Манохин, В.Я. Манохин, Е.И. Головина

**РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО
ОЦЕНКЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ОПЕРАТОРОВ СМЕСИТЕЛЕЙ
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДОВ**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный архитектурно-
строительный университет»*

В статье рассмотрены вопросы оценки условий труда операторов смесителей асфальтобетонных заводов по показателям вредности и опасности производственной среды. В процессе оценки условий труда анализируются гигиенические критерии, биологические факторы, показатели тяжести трудового процесса по физически-динамической нагрузке, а так же по показателям напряженности трудового процесса. Приведены результаты вычислительного эксперимента на основе интегральной бальной оценки тяжести труда.

Ключевые слова: вычислительный эксперимент, тяжесть труда, гигиенические критерии, биологические факторы, напряженность.

В статье рассмотрены характер и условия труда, возникающие от воздействия опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах операторов смесителей асфальтобетонных заводов (АБЗ), которые определяются с целью: создания баз и банков данных по анализу и статистике существующих условий труда; установления приоритетности условий труда по данным статистики; аттестации рабочих мест [1].

В качестве исходной информации для проведения вычислительного эксперимента применены результаты, полученные при проведении Воронежским ГАСУ инвентаризации 241 асфальтобетонного завода Российской Федерации. Воронежский ГАСУ является головной организацией при Минтрансе России по установлению норм предельно допустимых выбросов.

При проведении оценки условий труда учитывались гигиенические критерии, такие как: микроклимат, освещение, содержание вредных веществ в воздухе, ионизирующие излучения, шум и вибрации, а также показатели тяжести и напряженности трудового процесса [2]. Такие факторы, как биологические в рамках данной работы не определялись.

В соответствии с Федеральным Законом ФЗ №426 от 28.12.13 [3], в настоящее время не проводится аттестация рабочих мест, а проводится специальная оценка условий труда.

Специальная оценка условий труда на АБЗ производилась с учетом сочетанного и комбинированного действий производственных факторов в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 (1999). ССБТ. "Опасные и вредные производственные факторы. Классификации".

Оценка условий труда выполнялась с учетом степени вредности и опасности. Условия труда оценивались для отдельных факторов на основании результатов измерений. В расчетах принималось, что факторы действуют в течении всей смены, а не кратковременно.

Принятая в РФ классификация выделяет шесть категорий тяжести работ. Первые две категории соответствуют комфортной рабочей среде, третья - относительно дискомфортной, четвертая и пятая - экстремальной рабочей среде, шестая - сверх экстремальной.

Связь перечисленных категорий тяжести работ с условиями факторов рабочей среды устанавливается с помощью системы интегральных бальных оценок. Для первой категории тяжести работ интегральная бальная оценка составляет от минимального значения до 18 единиц, для второй - от 19 до 33, для третьей - от 34 до 45, для четвертой - от 46 до 53, для пятой - от 54 до 58 и для шестой - от 59 до 60.

Интегральная бальная оценка в свою очередь определяется путем математической обработки совокупности локальных бальных оценок, каждая из которых характеризует уровень того или фактора окружающей среды на момент диагностики условий труда в конкретном производстве.

Для определения силы воздействия каждого фактора окружающей среды в производстве используется шести бальная система, сформированная по результатам многолетних медико-биологических исследований, проводимых институтами Министерства здравоохранения РФ и НИИ охраны труда.

Рассмотрим выделенные категории бальной оценки по 19 факторам воздействия рабочей среды на рабочих местах операторов смесителей АБЗ.

1. Температура воздуха в помещении - более 35°C (6 баллов).
2. Температура ограждающих поверхностей - более 41°C (6 баллов).
3. Атмосферное давление - превышений над нормой нет (1 балл).
4. Токсическое вещество, кратность превышения допустимой концентрации - более 6 (6 баллов).
5. Промышленная пыль, кратность превышения предельно допустимой концентрации - более 30 (6 баллов).
6. Скорость движения воздуха - 0,2-0,7 м/с (1 балл).
7. Вибрации, превышение предельно допустимого уровня - 1-3 (4 балла).
8. Промышленный шум, превышение предельно допустимого уровня - более 10 дБ + вибрация (6 баллов).
9. Пространственная плотность инфракрасного (теплового) излучения - превышений над нормой нет (1 балл).
10. Физическая нагрузка общая, с участием мышц корпуса и ног - $(4,2-8,3) \cdot 10^5$ Дж (3 балла).

11. Статическая физическая нагрузка в течении смены (удержание груза) на одну руку - 18-36 (2 балла).
12. Рабочее место стационарное, поза свободная, масса перемещаемых грузов до 5 кг (1 балл).
13. Сменность - работа в утреннюю смену (1 балл).
14. Продолжительность непрерывной работы в течении суток - менее 8 часов (1 балл).
15. Освещенность рабочего места - ниже санитарных норм (4 балла).
16. Размер объекта более 10 мм, разряд зрительных работ V-IX (1 балл).
17. Длительность сосредоточенного наблюдения до 25 % от времени рабочей смены (1 балл).
18. Число важных объектов наблюдения до 5 (1 балл).
19. Число сигналов в час до 75 (1 балл).

На основе определенной для каждого отдельного фактора локальной балльной оценки сформулирована система локальных балльных оценок и проведено определение категорий тяжести труда операторов смесителей АБЗ на основе интегральной балльной оценки T тяжести труда по зависимости:

$$T = (x_{\max} + [(6 - x_{\max}) / (6(n - 1))] \sum_{i=1}^n x_i) \cdot 10, \quad (1)$$

где x_i – балльная оценка по i -му из учитываемых факторов, иными словами это локальная балльная оценка; x_{\max} – наивысшая из полученных частных балльных оценок x_i , n – число учитываемых факторов без учета одного фактора x_{\max} .

Формула (1) справедлива, если каждый из учитываемых факторов действует в течении всего рабочего дня. Если какой либо из учтенных факторов действует кратковременно, то его фактическая оценка вычисляется по формуле:

$$x_{\text{фи}} = x_i \cdot t_{\text{ди}} / t_{\text{п}},$$

где $t_{\text{ди}}$ - время действия x_i фактора, $t_{\text{п}}$ - продолжительность рабочей смены.

По результатам замеров были выделены следующие факторы рабочей зоны, реально действующие на человека: температура воздуха на рабочем месте в помещении; токсичность газов; содержание промышленной пыли; уровень промышленного шума; освещенность рабочего места; интенсивность теплового излучения; физическая динамическая и статическая нагрузки.

На исследуемых АБЗ наиболее тяжелыми факторами воздействия, дающими максимальную оценку, являются: токсичность газов и более чем в 30-ти кратное превышение концентрации пыли. При проведении эксперимента анализировались концентрации продуктов при сжигании тяжелого мазута М100 и природного газа.

По результатам расчета по девятнадцати факторам воздействия на основе использования интегральной балльной оценки тяжести труда сделан вывод, что тяжесть труда оператора смесителей АБЗ соответствует шестой (сверх экстремальной) категория тяжести труда. К шестой категории относятся работы, при которых в результате воздействия весьма неблагоприятных условий труда у людей после начала трудового периода формируются реакции, характерные для патологического состояния организма. Комплекс мероприятий, направленный на улучшение и преодоление последствий сверх экстремальных условий труда выходят за рамки данной работы.

Дополнительно отметим, что период эксплуатации АБЗ на большей части территории России определяется теплым периодом года с апреля по ноябрь и составляет порядка 1500 часов работы смесителей. Утилизация ТБО [4, 5] на АЗС проводится как правило в зимний период при реконструкции и профилактике асфальта - смесительных установок. Задача утилизации ТБО рассматривается, как правило, с задачей экологической оценки технологий переработки ТБО, рассмотренной в работе [6]. Анализ критериев экологической опасности на АБЗ как на вредных производствах сделан в работе [7]. Научно-практические и методологические основы экологической безопасности технологических процессов на АБЗ подробно рассмотрены в работе [8].

При оценке условий труда на АБЗ необходимо дополнительно учитывать возможные опасности производственного процесса при подаче газа, необходимого для подогрева асфальтобетона. Не герметичность трубопроводных систем подающих газ для технологического процесса, а так же возможные выбросы мазута, могут привести к авариям [9, 10] с выбросами опасных веществ [11] и взрывами, влекущие за собой опасность для жизни и здоровья работающих на АБЗ.

Совместно с рассматриваемой задачей, для полной оценки безопасности труда на производстве, потребуется комплексное решение целого ряда вспомогательных инженерных задач, относящихся к задачам обеспечения конструктивной надежности при монтаже [12, 13, 14] и безопасности при эксплуатации [15, 16] инженерных систем и сооружений.

К таким задачам, например, относится техническая диагностика трубопроводных систем, включающая в свой состав задачу оценивания текущего состояния [17] и диагностику утечек [18]. Задачи диагностики численно реализуют на основе математических моделей потокораспределения [19, 20, 21], после чего принимают технические решения по резервированию [22, 23] необходимых участков гидравлических систем с целью обеспечения их надежности [24] при эксплуатации.

Комплексное решение рассмотренных задач с последующей оценкой результатов и принятием необходимых мер по улучшению условий труда и обеспечению безопасности труда на вредных и опасных производствах является направлением дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Манохин В.Я. Оценка условий труда операторов смесителей АБЗ по показателям вредности и опасности производственной среды / В.Я. Манохин, Е.И. Головина, В.И. Буянов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Инженерные системы зданий и сооружений. - 2005. - № 2. - С. 93-94.
2. Гигиена труда. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Р 2.2.0 13-94.
3. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "О специальной оценке условий труда".
4. Сазонова С.А. Моделирование нагруженного резерва при авариях гидравлических систем / С.А. Сазонова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2015. - № 4 (11). - С. 7. <http://moit.vivt.ru/>
5. Манохин М.В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, Е.И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2015, №4(34). – С. 370-376.
6. Манохин, В.Я. Нормы накопления ТБО, их состав и свойства / В.Я. Манохин, И.А. Иванова, М.В. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2013. - № 1. - С. 21-27.
7. Манохин, М.В. Экологическая оценка технологий переработки ТБО / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, А.В. Попов // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2014. - № 4 (13). - С. 76-80.
8. Иванова И.А. Анализ критериев экологической опасности на асфальтобетонных заводах / И.А. Иванова, С.А. Колодяжный, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2009.- № 3. - С. 125-131.
9. Манохин В.Я. Научно-практические и методологические основы экологической безопасности технологических процессов на асфальтобетонных заводах / В.Я. Манохин // автореферат

- диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Санкт-Петербург, 2004.
10. Сазонова С.А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2015, №4(34). – С. 440-448.
 11. Золотарев В.Л. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опасных веществ на людей и экологию с программной реализацией / В.Л. Золотарев, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 8-16.
 12. Николенко С.Д. К оценке надежности пневматической опалубки / С.Д. Николенко, В.Я. Манохин, А.С. Коптелова // В сборнике: Высокие технологии в экологии. Труды 10-ой Международной научно-практической конференции. Главный редактор В.И. Белоусов, ответственный за выпуск В.И. Белоусов. 2007. - С. 188-194.
 13. Пат. № 2371555 Российская Федерация МПК7 Е 04 G 11/04. Сооружение, возведенное на несъемной пневматической опалубке / Николенко С.Д., Казаков Д.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ВГАСУ. – № 2008122797/03; заявл. 05.06.2008; опубл. 27.10.2009, бюл. № 30.
 14. Пат. № 2415237 Российская Федерация МПК7 Е 04 G 11/04. Быстровозводимое сооружение на базе пневматической опалубки / Николенко С. Д., Казаков Д. А., Михневич И. В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ВГАСУ. - № 2009139731/03; заявл. 27.10.2009; опубл. 27.03.2011, бюл. № 9.
 15. Манохин В.Я. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для практических занятий / В.Я. Манохин, Е.А. Жидко / Воронеж, 2004. – 84 с.
 16. Колотушкин В.В. Безопасность жизнедеятельности при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений: учеб. пособ. / В.В. Колотушкин, С.Д. Николенко. - Воронеж: ВГАСУ, 2014. – 194 с.
 17. Сазонова С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 139-141.
 18. Сазонова С.А. Разработка метода дистанционного обнаружения утечек в системах газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник

- Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 119-121.
19. Сазонова С.А. Применение декомпозиционного метода при моделировании потокораспределения в гидравлических системах / С.А. Сазонова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2015. - № 4 (11). - С. 14. <http://moit.vivt.ru/>
 20. Сазонова С.А. Модели оценки возмущенного состояния системы теплоснабжения / С.А. Сазонова // Инженерная физика. - 2010. - № 3 – С. 45-46.
 21. Сазонова С.А. Разработка модели анализа невозмущенного состояния системы теплоснабжения при установившемся потокораспределении / С.А. Сазонова // Интеллектуализация управления в социальных и экономических системах. Труды Всероссийской конференции. 2006. С. 57-58.
 22. Сазонова С.А. Структурное резервирование систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2010. - Т. 6. - № 12. - С. 179-183.
 23. Сазонова С.А. Транспортное резервирование систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 2. - С. 99-101.
 24. Надежность технических систем и техногенный риск: учебн. пособие / сост.: С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - 148 с.

S.A. Sazonova, S.D. Nikolenko, M.V. Manohin, V.J. Manohin, E.I. Golovina
**RESULTS OF COMPUTATIONAL EXPERIMENTS ASSESSMENT OF
SAFETY OF OPERATORS MIXERS ASPHALT PLANT**
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

The questions assess the working conditions of operators mixers asphalt plants in terms of hazards and risks in the industrial environment. In assessing the working conditions are analyzed hygienic criteria, biological factors, indicators of the severity of the labor process by physically dynamic loading, as well as in terms of intensity of the work process. The results of computational experiments based on the integral point scoring severity of labor.

Keywords: computational experiment, the severity of the labor, hygienic criteria, biological factors, tension.