

## СЕКЦИЯ 10

### БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ

*Председатель – д. т. н., проф. А. К. Соколов*  
*Секретарь – студ. А. С. Смоленова*

*Д. А. Каманин, асп., А. В. Борзов, студ. рук. д. т. н., проф. Попов Г. В.*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

#### АНАЛИЗ ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ СИЛОВЫХ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Силовой трансформатор – это электрический аппарат, для производства которого требуются дорогостоящие материалы: электролитическая медь, высококачественная холоднокатаная электротехническая сталь, трансформаторное масло высокой степени очистки и др. Именно трансформаторное масло является техногенным горючим веществом, способным воспламеняться от электрической дуги, вызванной коротким замыканием. Процесс воспламенения зачастую выглядит так: при возникновении внутреннего повреждения в маслонаполненном трансформаторе под воздействием дуги образуется большей объем газов, являющихся продуктами разложения масла, что приводит к быстрому увеличению давления в баке. В случае тяжелого повреждения защитные устройства не способны снизить давление в короткие промежутки времени, что может привести к разрыву бака с разливом большого количества масла. При этом вследствие контакта разогретых горючих газов с кислородом воздуха весьма вероятен пожар.

Вследствие того, что используемые в 20 в. системы пожаротушения являлись малоэффективными, в 90-е годы некоторые компании стали разрабатывать более эффективные и надежные системы пожаротушения. Одной из таковых являлась французская компания SERGI, которой была предложена и введена в эксплуатацию новая пожароохранная система, главной целью которой явилось снижение риска пожаров и взрывов при эксплуатации силовых трансформаторов. Система «TRANSFORMER PROTECTOR» произведенная компанией SERGI повысила эффективность защиты трансформаторов от взрывов и пожаров в условиях эксплуатации в России. В 1995 г. компания SERGI развернула широкую программу исследований для того что бы понять

и смоделировать процесс преобразования энергии, происходящей в баке трансформатора во время короткого замыкания. Был проанализирован и формализован механизм преобразования масла под воздействием температуры. Результатом этого анализа стала магнитно-термогидродинамическая модель, которая учитывает основные параметры трансформатора: свойства материалов; количество витков, размеры и геометрия обмоток; компоненты диэлектрического масла, характеристики потока и охлаждающей системы; геометрические параметры трансформатора.

Осуществленная программа исследований привела к созданию концепции предупреждения взрывов и пожаров, а также системы TRANSFORMER PROTECTOR, разработанной с целью предотвращения взрыва бака трансформатора при различных типах коротких замыканий. Система TRANSFORMER PROTECTOR предназначена для применения на всех масляных трансформаторах мощностью свыше 0,1 МВА и выполняет следующие функции:

- снижение давления в баке трансформатора;
- эвакуация взрывчатых газов из бака трансформатора без контакта с воздухом;
- отвод взрывчатых газов от трансформатора в отдаленную зону, где они могут сгореть в безопасности, что важно, например, на АЭС;
- прекращение выделения взрывчатых газов благодаря использованию подачи азота.

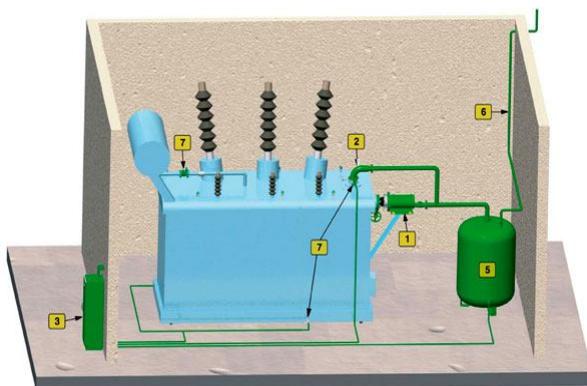


Рис 1. Общий вид системы TRANSFORMER PROTECTO

На рис. 1. изображены: 1-2 – модули депрессюризации для трансформатора и РПН. Все модули депрессюризации включают в себя раз-

рывной диск (диафрагму) для сброса избыточного давления и декомпрессионную камеру, способствующую быстрой депрессюризации. Их диаметр рассчитывается индивидуально для каждого типа трансформатора. В дополнение, модуль депрессюризации бака трансформатора включает в себя изолирующий клапан и поглотитель вибрации и расширения.

3-4 – модули устранения взрывчатых газов. Они позволяют создать безопасную атмосферу внутри бака трансформатора и маслонаполненной ёмкости регулятора напряжения под нагрузкой, благодаря подаче потока азота, после осуществления их депрессюризации. Количество точек подачи азота варьируется в зависимости от размера трансформатора.

5-6 – модуль отделения масла и газов. Бак отделения масла и газов (5) принимает выбрасываемую смесь масла и горючих газов. Затем происходит отделение газов от масла и последние выводятся через трубу эвакуации взрывчатых газов (6) в удаленную зону, где они могут сгорать безопасно, как на нефтеперерабатывающем предприятии. Один бак отделения масла и газов может быть использован для нескольких трансформаторов, при условии, что они находятся на небольшом расстоянии друг от друга.

7 – отсечной клапан расширителя. Отсечной клапан расширителя препятствует сливу масла из расширителя в случае обнаружения необычно сильного потока масла. Благодаря этому удается оптимизировать объем бака отделения масла и газа.

#### *Предупреждение взрыва.*

Как только внутри емкости с маслом достигается критический уровень давления, модуль депрессюризации срабатывает механически без активатора, что позволяет мгновенно сбросить давление. При активации посылается сигнал на пульт управления, который вместе с сигналом от одной из электрических защит подает сигнал предупреждения для ручной активации или автоматически запускает модуль устранения взрывчатых веществ.

#### *Тушение пожара.*

Система азотного тушения (слив и перемешивание) используется в качестве дублирующей для логики предупреждения системы TRANSFORMER PROTECTOR. Тушение пожара активируется сигналом от одного из датчиков пожара в дополнение к сигналу от одной из электрических защит трансформатора.

Система TRANSFORMER PROTECTOR – пассивная механическая система, активизирующаяся только при наличии избыточного давления в баке трансформатора во время короткого замыкания. Это прак-

тически исключает ложное срабатывание системы и обеспечивает ее высокую надежность. Эта система, в силу своей оперативности и комплексности работы, обладает преимуществами над «классическими» системами пожаротушения. Тем самым, она может снизить риск возникновения пожара на трансформаторах.

*Н.С. Андрианова, студ.; рукЕ.А. Пышненко., к.т.н., доц.  
(ИГЭУ г. Иваново)*

## **СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

Процесс управления риском охватывает различные аспекты работы с риском, от идентификации и анализа риска до оценки его допустимости и определения потенциальных возможностей снижения риска посредством выбора, реализации и контроля соответствующих управляющих действий.

Основной целью создания системы оценки техногенной безопасности является получение объективной и обоснованной расчетами, моделированием, анализом информации об уровне техногенной безопасности территориального комплекса, сведений о наиболее опасных местах с точки зрения безопасности, обоснованных рекомендаций по уменьшению риска.

При создании системы оценки техногенной безопасности территориального комплекса учитываются 4 принципа: оправданность практической деятельности, продление среднестатистической ожидаемой продолжительности предстоящей жизни, интегрированный подход в управлении риском, проведение экологической политики в управлении риском.

Система оценки техногенной безопасности территориального комплекса представляет собой комплекс процедур, позволяющих осуществлять управление риском на стадиях анализа безопасности, оценки риска, принятия управленческих решений.

Анализ техногенной безопасности и риска представляет собой структурированный процесс, целью которого является определение как вероятности, так и размеров неблагоприятных последствий исследуемого действия, объекта или системы. В качестве неблагоприятных последствий рассматривается вред, наносимый людям, имуществу или

окружающей среде. Анализ риска заключается в систематическом использовании всей доступной информации для идентификации опасностей и оценки риска возможных нежелательных событий на основе нормативной документации (декларации безопасности, паспорта риска, паспорта безопасности и др.), требований законодательных актов, данных экологического мониторинга и мониторинга заболеваемости, а также в моделировании процессов возможного техногенного воздействия на основе методик оценки последствий аварий при эксплуатации объектов повышенной опасности. Анализ риска осуществляется с использованием качественных, количественных; нечетких; логико-графических методов.

Анализ и управление риском при нормальном функционировании объекта включает в себя следующие оценочные стадии: расчет полей концентраций загрязняющих веществ; расчет дозовых нагрузок; сравнение с допустимыми уровнями нагрузок; определение превышения допустимых дозовых нагрузок; расчет ущербов, наносимых здоровью человека и окружающей среде; сравнение уровней риска; сравнение с приемлемым уровнем риска; определение превышения значения приемлемого риска; разработка мероприятий по снижению риска.

При анализе и управлении риском в аварийных ситуациях процедура управления риском состоит из следующих задач: идентификация источников аварий на опасном объекте; идентификация факторов риска по каждому источнику аварии; количественное определение величины факторов риска; определение уровня риска; сравнение с приемлемым уровнем риска; определение превышения значения приемлемого риска; разработка мероприятий по снижению риска. В качестве примера анализа и управления индивидуальным и социальным риском при аварийной ситуации в докладе рассматривается ситуация разрыва распределительного газопровода среднего давления с последующим выбросом природного газа в атмосферу, образованием взрывоопасной газозвоздушной смеси (ГВС), возникновением источника зажигания и дефлаграционным взрывом ГВС.

На стадии оценки риска предусматривается сравнение расчетных и фактических уровней риска с научно обоснованными приемлемыми уровнями риска, выполняемое с помощью комплекса разработанных на кафедре БЖД программных средств оценки риска. Подсистемы программного комплекса позволяют проводить комплексную оценку техногенного риска на уровне территории, т.е. определять демографическую емкость и репродуктивную способность территориального комплекса, рассчитывать экологическую техноемкость территории с учетом экологической емкости среды, предельно допустимой энергетиче-

ской нагрузки и антропогенной насыщенности территории, оценивать зональную техногенную нагрузку на территориальный комплекс, определять величину социального риска путем расчета уровня превышения фактической заболеваемости над фоновой в связи с загрязненностью окружающей среды, оценивать величину техногенного и социального риска при эксплуатации техногенных источников повышенной опасности.

Третьей стадией управления безопасностью и риском является принятие управленческих решений, включающих следующие процедуры: подготовку решения с помощью определения перечня альтернатив; формирование решения, состоящего из следующих операций: оценка вероятности реализации альтернативных вариантов решения, описание преимуществ и недостатков альтернативных вариантов решения, выбор единственной альтернативы с использованием формализованных (детерминантных и недетерминантных) методов и неформализованных (эвристических) методов.

Управление безопасностью и риском имеет своей целью установление, поддержание научно обоснованного приемлемого уровня риска при техногенных воздействиях, включая аварийные ситуации.

Результаты оценки техногенной безопасности с помощью рассмотренной системы могут быть использованы при декларировании промышленной безопасности опасных производственных объектов, экспертизе промышленной безопасности, обосновании технических решений по обеспечению безопасности, страховании, экономическом анализе безопасности по критериям «стоимость – безопасность – выгода», оценке воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду и при других процедурах, связанных с анализом безопасности.

*А.В. Виноградова, студ.; рук. А.К. Соколов д.т.н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРСОВ (ПДВ) ДЛЯ ВЕЩЕСТВ ОДНОНАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ**

Научно обоснованные нормы ПДК в приземном слое атмосферы должны обеспечиваться контролем нормативов для всех источников выбросов – от стационарных до передвижных (транспортных). Такими нормативами являются предельно допустимые выбросы – ПДВ. Это максимальные выбросы в единицу времени для данного природополь-

зователя по данному компоненту, которые создают в приземном слое атмосферы концентрацию этого вещества  $C_i$  не превышающую ПДК, с учетом фонового (существующего) загрязнения  $C_{фi}$ , и эффекта суммации веществ однонаправленного действия. К веществам однонаправленного действия относятся вещества, которые близки по химическому составу и характеру воздействия на организм. Эффектом суммации обладают комбинации веществ с одинаковой спецификой клинических проявлений: вещества раздражающего типа действия (кислоты и щелочи), аллергены (формальдегид), вещества наркотического типа действия (комбинации спиртов).

Для вредных веществ, обладающих суммацией (однаправленностью) вредного действия, допустимость воздействия оценивается по сумме безразмерных концентраций [1]:

$$\frac{c_1 + c_{ф1}}{ПДК_1} + \frac{c_2 + c_{ф2}}{ПДК_2} + \dots + \frac{c_n + c_{фn}}{ПДК_n} < 1.$$

Концентрацию  $C_{фi}$ , принимают по данным центра санитарно-эпидемиологического надзора (ЦСЭН) в  $мг/м^3$ , величину  $C_i$  в  $мг/м^3$  для данного природопользователя рассчитывают по определенным методикам, учитывая условия рассеивания и массу выбросов  $M_i$  в г/с. Та максимальная масса, при которой выполняется условие по ПДК, и будет ПДВ; в г/с. При расчете веществ однонаправленного действия используют специальные таблицы и методику, разработанную Главной геофизической обсерваторией им. А. Воейкова. Однонаправленными вредными веществами являются, например, окислы серы и азота или различные соединения серы.

Величины ПДВ, в зависимости от условий работы, пересчитываются из граммов в секунду на тонны в квартал (и год). Расчет ПДВ проводится либо самим природопользователем, либо организацией, имеющей на это лицензию. Вступают они в действие после утверждения специально уполномоченными организациями, корректируются не реже одного раза в пять лет и служат основой для расчета выплат за загрязнение среды данным природопользователем. Все это справедливо для стационарных источников выбросов.

В случае если природопользователь не может достичь величины ПДВ, назначаются временно согласованные выбросы с обязательным установлением графика их постоянного снижения до ПДВ и разработкой конкретных мер для этого.

Величина выбросов сильно различается в зависимости от вредности вещества. Например, при прочих равных условиях величина выбросов окиси углерода  $CO$  ( $ПДК_{M,P}$  равна  $5 \text{ мг/м}^3$ ) будет больше в де-

сать раз (если не учитывать фоновую концентрацию  $C_{\text{ф}}$ ), чем для пыли и сернистого ангидрида (ПДК<sub>М,Р</sub> составляет 0,5 мг/м<sup>3</sup>). Наконец, если в данном месте уже достигнута фоновая концентрация  $C_{\text{ф}}$ , равная ПДК<sub>М,Р</sub>, то любые дополнительные выбросы недопустимы до улучшения ситуации. Если концентрация  $C < 1$ , то выбросы разрешены.

Атмосферный воздух считается не отвечающим гигиеническим нормативам, если из 10 средних суточных проб или из 25 максимально разовых в двух или более пробах найденные концентрации превышают ПДК [6].

Для транспортных средств величины ПДВ устанавливаются соответствующими ГОСТами и ОСТами как в виде величин выбросов для данного стандартного испытания, так и в виде твердых выбросов на километр пути.

В ряде случаев оценка ПДВ для передвижных источников выбросов производится, как и для стационарных. Однако для автомобилей кроме ПДВ, определяемых на специальных испытаниях, устанавливают пределы вредных выбросов в граммах на километр. Для дизельных автомобилей эти нормативы приводятся в граммах на киловатт-час. Несмотря на то, что они достаточно часто изменяются, можно констатировать их очень большую величину в сравнении с допустимыми пределами в других развитых странах.

Имея самые жесткие требования по ПДК, Россия пока не всегда может технологически и законодательно подкрепить их соответствующими требованиями к выбросам.

#### Библиографический список

1. **ОНД-86.** Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. –Л.: Гидрометеиздат, 1987.
2. **Сборник** нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. Мн., 1992.
3. **Экология** и экономика природопользования: Под ред. проф. Э.В. Гирусова, проф. В.Н. Лопатина, 2003.
4. <http://prom-ecologi.ru/?p=272>
5. [<http://www.bestpravo.ru/sss/eh-akty/x4k.htm>]
6. **ГН 2.1.5.689-98** Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

*А.А. Скворцова, студ.; А.К. Соколов, д.т.н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ КОРПУСА «Д» ИГЭУ**

Корпус «Д» Ивановского Государственного Энергетического Университета расположен на улице академика Мальцева 34, города Иваново. В данный момент корпус «Д» используется в целях проведения курсов для абитуриентов, желающих поступить в ИГЭУ, и желающих получить дополнительное образование.

Корпус представляет собой двух этажное кирпичное здание. На первом этаже 9 аудиторий, а на втором - 12 аудиторий. Максимальная вместимость здания 185 человек.

Фирмы, которые изготавливают планы эвакуации, иногда не добросовестно выполняют свою работу. Они не рассчитывают время эвакуации из здания, а на планах эвакуации указывают в качестве основного пути эвакуации – самый кратчайший путь. Но не всегда этот путь является самым быстрым по времени. Была поставлена задача рассчитать время эвакуации по установленному по плану маршруту, чтобы выявить на самом ли деле он является самым быстрым.

Так как не было точных планов здания, были произведены все замеры помещений и путей эвакуации. Рассчитано время эвакуации по указанному на плане основному пути, при этом был использован ГОСТ 12.1.004-91 приложение 2. В результате расчетов получилось, что время эвакуации по указанному в плане маршруту составляет 13,8 минут. Но если направить поток людей к другому эвакуационному выходу (на рис.1 он показан красной линией), то время эвакуации составляет 11, 9 минут, из этого можно сделать вывод, что основной путь эвакуации на плане указан не верно. Полученное время эвакуации является наибольшим, так как при расчетах учитывается, что в здании находится максимальное количество людей и при эвакуации произойдет слияние всех людских потоков. Был выявлен недостаток методики: не учитывается действительная полоса движения людского потока, а в расчетах участвует реальная ширина по данному пути. Это наглядно видно на плане эвакуации первого этажа, на пути к основному эвакуационному выходу, где происходит резкое расширение помещения и согласно расчетам людской поток должен распределяться по ширине всего понизится и время эвакуации станет меньше, но фактически люди движутся по определенной линии, и интенсивность людского потока не понижается, а время эвакуации возрастает. Например, ширина помещения перед основным эвакуационным выходом 6,8 метров, ин-

тенсивность движения на этом участке составляет 60,8 м/мин, а время эвакуации 2 минуты, но фактически люди движутся по участку помещения, следовательно, интенсивность людского потока шириной равному 3 метра и интенсивность равна



Рис 1. План эвакуации ИГЭУ Корпус «Д» 1 этаж

157м/мин, а время эвакуации получается равным 2.32 минуты. Из чего следует, что реальное время эвакуации должно быть больше на 32 секунды.

В данном здании предусмотрено 5 эвакуационных выходов. Желательно направить людской поток из аудиторий № 10, 11, 12, 13, 14 к выходу № 1, из аудиторий № 15-21 к главному эвакуационному выходу (рис. 2), а из аудиторий № 1,2 к главному выходу, из аудиторий



Рис.2 Преобразованный план эвакуации ИГЭУ Корпус «Д» 2 этаж

№6,7 к 3 эвакуационному выходу, а аудитории № 5 и 3 к 4 эвакуационному выходу, то время эвакуации из здания будет составлять 5,43 минуты.

Поэтому при проведении инструктажа по пожарной безопасности и ТБ, который проводится раз в 6 месяцев, нужно информировать сотрудников из каких помещений к какому эвакуационному выходу необходимо выводить людей, в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

*Ю.А. Гуреев. студ; рук. В.П. Строев, к.т.н., доц.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ВЫБОР ИСКУССТВЕННОЙ НЕРОВНОСТИ НА ДОРОГЕ УЛ. РАБФАКОВСКАЯ Г. ИВАНОВО

С каждым месяцем на дорогах нашей страны увеличивается количество так называемых "лежачих полицейских". Представляют они из себя искусственное возвышение дороги, предназначенное для того, чтобы водители автомобилей сбрасывали скорость на данном участке дороги. Очень часто их можно увидеть возле школ, детских площадок и прочих мест, где на дорогу могут выбежать дети. Но немало лежачих полицейских ставят и там, где присутствуют опасные повороты или прочие места с повышенной вероятностью возникновения ДТП. С недавних пор без лежачих полицейских не обходится и ни одна парковка какого-нибудь супермаркета.

Лежачие полицейские зачастую выполняют из металлических конструкций скругленной формы. По высоте и крутизне своей они различаются в зависимости от того, насколько безопасно данное место. Чем больше следует замедлить поток машин, тем полицейских делают выше. Часто на загородных дорогах искусственные неровности выполняют из асфальта. Выбор профиля искусственной неровности «лежачего полицейского» на участках до пешеходного перехода производится в соответствии со схемами рис. 1-4.



Рис. 1. Профиль при двустороннем поперечном уклоне проезжей части и отсутствии дождеприемных колодцев с верхней стороны дороги на спуске у ИН



Рис. 2. Профиль при двустороннем поперечном уклоне проезжей части и наличии дождеприемных колодцев с верхней стороны дороги на спуске у ИН



Рис. 3. Профиль при одностороннем поперечном уклоне проезжей части и отсутствии дождеприемного колодца в нижней лотке с верхней стороны дороги на спуске у ИН



Рис. 4. Профиль при одностороннем поперечном уклоне проезжей части и наличии дождеприемного колодца в нижней лотке с верхней стороны дороги на спуске у ИН

Выбор следует принимать исходя из максимально допустимой скорости движения на участке дороги, по ул. Рабфаковская ограниченной знаком в 40 км ч.

Т.к. на данном участке дороги осуществляется регулярное движение безрельсовых маршрутных транспортных средств то выбор неровности будет следующим :

Максимальная высота гребня – 0.07 м Радиус криволинейной поверхности от 180 до 195.

*А.Н. Золотаева, студ.; рук. И.Г. Мельцаев, д.с.-х. н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИИ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

Использование радиоактивных веществ сопряжено с опасностью воздействия на организм человека ионизирующей радиации. При не соблюдении мер радиационной безопасности могут возникнуть непосредственные или отдаленные последствия (острая или хроническая лучевая болезнь, лейкозы, злокачественные опухоли), в том числе и генетические изменения. Следовательно, при использовании радиоактивных веществ применяются различные меры безопасности, предохраняющие от излишнего облучения извне, а также проникновения радиоактивных веществ внутрь организма (инкорпорирование) и внутреннего облучения. Основной целью радиационной безопасности считается охрана здоровья людей от вредного воздействия ионизирующего излучения в разных областях народного хозяйства, в производстве электроэнергии, науке и медицине. Воздействие радиоактивного излучения на живые организмы изучает радиоэкология.

Радиоэкология имеет дело с загрязнением окружающей среды радионуклидами, которые в химическом отношении ведут себя как стабильные изотопы. Химические свойства радионуклидов оказываются существенными только лишь тогда, когда возникают проблемы их миграции.

Биологические эффекты облучения при равных условиях оказываются различными для разных видов излучения. Более того, даже частицы одной природы, но разных энергий, могут вызывать неодинаковый эффект при одной и той же поглощенной дозе. Поглощенная доза – это рассчитанная на единицу массы облученного вещества поглощенная энергия излучения, которая в системе СИ имеет единицы измерения Грей (Гр), рад. В то же время различие в физической природе частиц не является главным фактором различия в биологических радиационных эффектах. Свойства ионов не зависят от причины, в результате которой они возникли, а, следовательно, и от природы ионизирующих частиц. Существенным фактором является то, что разные виды излучений создают ионы с неодинаковым пространственным распределением. Биологические эффекты ионизирующих излучений наблюдаются даже после исключительно малого количества энергии. Облучение летальной дозой для млекопитающих считается около 10 Гр, что эквивалентно повышению температуры не более, чем на  $0,01^{\circ}\text{C}$ , то есть количеству теплоты поглощенной в теле человека с массой 70 кг, составляет при этом 167 кал. Отличительной чертой ра-

дионуклидов как и поллютантов является то, что в живой и неживой природе нет химических процессов, неподверженных воздействию ионизирующих излучений, так как энергия последних всегда превосходит энергию межатомных, межмолекулярных и внутримолекулярных связей. В экологическом плане нет других поллютантов «равноэффективно» воздействующих на макромолекулы, фаги, вирусы, простейшие, клеточные, тканевые и органные культуры, многоклеточные растительные и животные организмы, на человека, популяции и биоценозы. Поражающее действие ионизирующих излучений связано с повреждением биологически важных макромолекул [1].

В клетке с такими молекулами являются в первую очередь ДНК и РНК, а также линейные полимеры, состоящие из нуклеотидов, содержащих аденин, гуанин, цистин, тиамин. Они хранят биологическую информацию, передают её потомству и таким образом реализуют информацию, заложенную ДНК, при синтезе белков. Ионизацию молекул (мишеней) принято называть прямым действием радиации. Даже при летальной дозе около 10 Гр только ничтожная доля от общего числа атомов и молекул, образующих клетку организма человека, оказывается затронутой процессом ионизации. Его результатом считается изменение ДНК и других макромолекул, а также образование нескольких высокорекреационных продуктов из молекул воды составляющей основной компонент клетки.

Это первый, но не единственный механизм, вызывающий биологические эффекты. Продукты радиолиза воды реагируют как между собой, так и с микромолекулами клетки, приводя их к разрушению. Данный путь лучевого поражения жизненно важных структур клетки носит в радиобиологии название косвенного механизма действия излучения. Радиолиз это химические превращения, протекающие при поглощении веществом энергии ионизирующего излучения. Основное повреждение макромолекулам клетки наносят свободные радикалы-продукты радиолиза. Свободный радикал – это молекула или её часть, имеющая неспаренный электрон. Выделение энергии ионизирующих излучений в ключевых структурах, в первую очередь в ДНК, то есть прямое действие излучений, ответственно только 15-20 % лучевого поражения, косвенное действие радиации, при котором поражение критических структур осуществляется продуктами радиолиза окружающей их воды, соответственно ответственно за 80-90 % лучевого поражения.

Продукты радиолиза, в первую очередь, свободные радикалы, характеризуются чрезвычайно высокой реакционной способностью, и время существования их варьирует от секунды до  $10^{-10}$  с. За это время

радикалы или освобождаются от непарного электрона, передавая его другой молекуле, или отнимают у неё электрон для образования пары и превращения тем самым из радикала в свободную молекулу. При этом наряду с реализацией повреждения может произойти и восстановление исходного состояния. Вероятность поражения тех или иных молекул в клетке определяется их размером: чем крупнее клетка, тем вероятнее попадание в нее. Поэтому в качестве основной мишени радиационного поражения клетки обычно рассматривается ДНК. Общая длина всех молекул в клетке человека составляет около 2 м и ДНК распределена в 46 хромосомах. Поражение ДНК соматических клеток лежит в основе радиационной гибели самой облучаемой клетки, а также длительного нарушения деления ее потомков и их злокачественного перерождения, а при поражении ДНК зародышевых клеток – и генетических последствий в потомстве.

В клетках лимфоидного происхождения, а также у части клеток другого гена выявлено явление апоптоза или программированной гибели. Биологический смысл такой гибели состоит в недопущении размножения клеток с ошибками в генетическом аппарате. На клеточном уровне радиационные нарушения ДНК проявляются в сроки от нескольких часов до многих лет после воздействия на них. При этом наиболее быстро проявляется задержка клеточного деления. Она обнаружена вскоре после открытия рентгеновских лучей, что послужило основанием к применению ионизирующих излучений для подавления роста злокачественных опухолей. Классическим проявлением лучевого поражения клеток являются хромосомные абберации. Помимо гибели непосредственно облученной клетки, облучение вызывает гибель части её потомков в течение нескольких последующих поколений. А также приводит к генетической нестабильности среди её потомков, проявляющихся в виде повышения уровня аббераций и других форм нарушения структуры ДНК, например, точечных мутаций. Дозы излучения, приводящие разные биообъекты к гибели, различаются в очень широких пределах. Так, для клеток лимфоидного происхождения достаточно 1 Гр, а для некоторых одноклеточных необходимо  $10^3$  Гр.

При облучении у взрослого человека практически не происходит клеточного обновления в центральной нервной системе. Очень часто детерминированный эффект рассматривается как ранний эффект облучения, однако как частота, так и тяжесть детерминированного эффекта могут возрастать спустя многие годы после воздействия лучей. Особым случаем является облучение беременных. Так, на стадии формирования органов, 3-й недели беременности, достаточно поразить небольшое число клеток зачатки органа, чтобы вызвать последующие

уродства. Этот эффект принято рассматривать как детерминированный с порогом около 0,1 Гр. Порог в этом случае должен быть менее резким, чем для других детерминированных эффектов, так как он обусловлен гибелью малого числа клеток. Расчет поглощенной дозы ведется по следующей формуле  $E = \sum W_R \cdot H_T$ . Для расчета эквивалентной дозы используют согласно НРБ-99 следующие значения взвешивающих коэффициентов ( $W_R$ ): гонады – 0,2; мочевого пузыря, грудная клетка, печень и пищевод, щитовидная железа – 0,05; красный костный мозг, толстый кишечник, легкие и желудок – 0,12; кожа клетки костных поверхностей – 0,01. Числовые значения взвешивающих коэффициентов риска, которые в свою очередь выводят из данных радиобиологических и медицинских исследований. Эквивалентная доза определяется как  $H_{TR} = W_R \cdot D_{TR}$ , где  $D_{TR}$  – средняя поглощенная доза в органе или ткани;  $W_R$  – взвешивающий коэффициент для излучения R.

Медицинскими исследованиями выявлено, что наибольшей радиочувствительностью характеризуются половые железы, хрусталик глаза и красный костный мозг. Порог временной стерильности мужчин при однократном облучении – 2,5- 6,0 Гр, помутнения хрусталика глаза лежит в диапазоне – 2,0-10 Гр. Клинически значимое подавление кроветворения при остром облучении наблюдается с порогом 0,15 Гр поглощенной дозы во всем красном мозге. В среднем по РФ наибольший вклад годовую эффективную дозу населения обеспечивают, %: природные источники – 69,8, облучение – 29,4 и прочие – 0,8.

Система радиационной безопасности для практической деятельности основана на следующих основных принципах:

- никакая практическая деятельность, связанная с облучением, не должна приниматься, если польза от нее для облученных и общества не превышает ущерба;
- вероятность потенциального облучения должно быть на таком низком уровне, какие только могут быть разумно достигнуты в современных условиях;
- облучение отдельных лиц сочетания всех соответствующих видов практической деятельности должно ограничиваться пределами индивидуальных доз облучения - принцип нормирования

#### Библиографический список

1. **Белозерский, Г.Н.** Радиационная экология/Г.Н. Белозерский. М. Изд. Центр «Академия» 2008. -384 с.

*А.Н. Золотаева, студ.; рук. И.Г. Мельцаев, д.с.-х. н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ЭНЕРГЕТИКА – ИСТОЧНИК ПОСТУПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В СРЕДУ ОБИТАНИЯ**

Все причины изменения радиационного фона, вызванные деятельностью человека, можно разделить на две группы: связанные с атомной энергетикой (военной и гражданской) и не связанные с ней. Таких причин много, например, добыча многих полезных ископаемых, и, прежде всего, урана и фосфатов, а также использование геотермальной энергии. Все процессы, связанные с переработкой веществ, содержащих в значительных количествах радионуклиды, а также с концентрированием активности в конечных продуктах или отходах (например, сжигание угля, производство фосфатных удобрений), неизбежно увеличивает содержание радионуклидов в среде обитания. Наиболее значимым в радиоэкологическом плане источником радионуклидов является уголь. При сжигании угля радионуклиды из земной коры переходят в биосферу. Удельные активности углей могут различаться в сотни и даже тысячи раз, однако средние значения по странам оказываются достаточно близкими.

При крупномасштабных оценках обычно предполагается, что средние удельные активности  $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  в угле составляют соответственно 50, 20 и 20 Бк·кг<sup>-1</sup>, а продукты распада  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  находятся в радиоактивном равновесии со своими предшественниками. Кроме того, для суммарных оценок необходимо знать, какая доля добытого в мире угля сжигается на тепловых электростанциях (40 %), в промышленности (50 %) и в домашних условиях (10 %).

Все стадии угольно-топливного цикла: добыча угля, его использование и летучая зола вносят свой вклад в загрязнение окружающей среды и в облучение биоты. В то же время радиационная опасность для здоровья людей и окружающей среды, возникающая при использовании угля в электроэнергетике незначительна. Что касается добычи угля, то облучение шахтеров в первую очередь вызвано продуктами распада радона и торона, а также радионуклидами, содержащимися в угольной пыли. Современные вентиляционные системы поддерживают концентрацию радона в шахтах на относительно низком уровне. Верхняя оценка значения глобальной коллективной эффективной дозы для шахтеров, обеспечивающих производство примерно 600 ГВт·год электроэнергии (по состоянию дел на 1988 г), составляет от 50 до 1300 ТБк радона, что приводит к ожидаемым коллективным дозам для населе-

ния 0,5-10 чел-Зв. Что касается использования угля, то можно считать, для выработки

1 ГВт-год электроэнергии необходимо сжечь  $3 \cdot 10^6$  т угля. При его горении большинство минеральных веществ спекается в стекловидную массу (золу). Примерно 20 % золы вместе с не полностью сгоревшей органической фракцией выпадает на дно печи в виде подовой золы или шлака. Остальное вместе с горячим потоком газов и испарившимися минеральными компонентами выносится через бойлер в вытяжную трубу. Здесь в зависимости от эффективности систем газоочистки большая часть её задерживается, остальная поступает в атмосферу в виде выбрасываемой летучей золы.

Удельная активность радионуклидов в золе повышается по сравнению с углем на порядок и становится выше соответствующих концентраций в земной коре. Так, средние значения удельных активностей  $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  в летучей золе составляет теперь соответственно 265, 200 и 70 Бк·кг<sup>-1</sup>. Наблюдается обогащение примерно в 3 раза  $^{210}\text{Pb}$  (свинцом), в пять раз полонием ( $^{210}\text{Po}$ ) по сравнению с остальными продуктами распада семейства  $^{238}\text{U}$ . Несмотря на то, что большая часть образующейся золы всех типов приходится на долю электрических станций, поступление в атмосферу зольных частиц ввиду высокой эффективности применяемых систем газоочистки вызвано не этими веществами.

Для разных электростанций выбросы радиоактивности на единицу произведенной электроэнергии, могут различаться во много раз в связи с различиями в режимах их работы и используемых углей. В практическом плане наиболее существенным параметром является эффективность фильтрующих систем. В связи с этим электростанции, работающие на угле, часто подразделяют на старые, которые выбрасывают в атмосферу около 10 % образовавшейся летучей золы, и современных, оборудованные усовершенствованными системами очистки газов, выбрасывающие только 0,5 % от общего количества летучей золы.

Для эталонных угольных электростанций старого и современного типов дозы для населения в Европе и Северной Америке составляют примерно 6 и 0,3 чел-Зв на 1 ГВт-год произведенной электрической энергии. В то же время для Китая с большим средним содержанием радионуклидов в угле и с большей плотностью населения эта величина значительно выше. Усреднение по всему миру дает около 20 чел-Зв на 1 ГВт-год, причем основной вклад вызван ингаляцией радионуклидов от воздушных выбросов электростанций, коллективная доза составляет примерно 8000 -Зв.

Для лиц группы риска, проживающих вблизи угольной электростанции старого типа, на которой производится 1 ГВт·год электроэнергии, годовая эффективная доза составляет около 20 мЗв/год. Сжигание угля в домашних условиях приводит к высоким дозам, так как здесь нет систем золоулавливания, а плотность населения вокруг источников выброса велика. При открытом горении угля около 3-4 % его массы улетает в виде смолистого дыма, в то время как с дымоуловителями только 0,3-0,4 %. Ожидаемая коллективная эффективная доза вызванная сжиганием угля для домашних нужд в течение года в мировом масштабе, составляет 2000-4000 чел.·Зв. Для отдельных лиц доза, вызванная применением угля в домашних условиях, может достигать 0,4-8,0 мЗв.

Помимо урановых руд и углей в качестве энергоносителей, содержащих радионуклиды, в тепловой энергетике используют нефть, газ, торф и геотермальные воды. Расход нефтепродуктов на электростанциях для выработки 1 ГВт·год электроэнергии составляет  $2 \cdot 10^6$  т. Так зольность нефтепродуктов мала, а работающие на нефтепродуктах электростанции обычно не оборудуются эффективными системами очистки. И выбросы близки к нормированным выбросам угольных теплоэлектростанций, оборудованных эффективными уловителями, и коллективная эффективная доза на единицу вырабатываемой энергии составляет примерно 0,5 чел. на 1 ГВт·год, при индивидуальной годовой эффективной дозе для лиц риска 1 мЗв. В радиационном отношении представляют опасность осадки, образующиеся на внутренних поверхностях стенок трубопроводов, насосов, разделительных резервуаров и емкостей для хранения нефти. Что касается природного газа, то здесь радиационную опасность создает только Радон, но ее значение слишком незначительно.

Естественные радионуклиды в торфяные болота попадают с поверхностными и грунтовыми водами и накапливаются в нем, Типичная удельная активность  $^{238}\text{U}$  в сухом торфе составляет примерно около  $40 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ , может достигать –  $500-600 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ . Для получения 1 ГВт·год электроэнергии требуется сжечь примерно  $5 \cdot 10^6$  т торфа. Ожидаемая коллективная эффективная доза при хорошей системе очистки выбросов составляет 2 чел. – 13в на 1 ГВт·год. Основной вклад в дозу обеспечивает богатая ураном складированная зола. Для получения геотермальной энергии используется горячий пар и горячая вода, поступающая из глубинных почвенных горизонтов. Радиоактивность геотермальных вод вызвана в основном продуктами распада урана. Средний выброс в атмосферу составляет около 150 ТБк на 1 ГВт·год, при ожидаемой коллективной дозе в мировом масштабе – 3 чел.·Зв.

*А.Н. Золотаева, студ.; рук. И.Г. Мельцаев, д.с.-х. н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ВЕЩЕСТВА ДЛЯ ПРОТИВОРАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ**

Радиоактивные элементы, попадающие в организм человека, вызывают возникновение свободных радикалов-частиц, обладающих высоким повреждающим действием на живую клетку. При больших дозах облучения происходит сильнейшее повреждение тканей, малые дозы могут вызывать рак и индуцировать генетические дефекты, которые возможно проявятся у детей и внуков или более отдаленных потомков.

Поступление в организм человека радиоактивных элементов происходит по следующей цепочке: атмосфера – водоемы – почва – человек. К естественным источникам относят радиоактивные вещества, находящиеся в земной коре, её породах, откуда они попадают в воду и в пищевые продукты. В эту группу входят, прежде всего  $^{40}\text{K}$  и ряд космогенных радионуклидов, относительно равномерно распределенных на поверхности земного шара, в меньшей степени долгоживущие радионуклиды распада  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$ . Годовое поступление с пищей достигает до 15 Бк, что в тысячу раз превышает поступление с воздухом. Основным «поставщиком» в организм человека долгоживущих продуктов радона ( $^{222}\text{Rn}$ ), свинца ( $^{210}\text{Pb}$ ) и полония ( $^{210}\text{Po}$ ) являются также продукты питания. Особенно большое годовое поступление этих радионуклидов отмечено у населения, проживающего в арктических и субарктических регионах Северного полушария, что связано с употреблением в пищу в качестве основного продукта питания мяса оленей, которые питаются лишайником, накапливая в своем теле эти изотопы.

При облучении радионуклиды в организм не попадают, но формируются различные радикалы и другие не свойственные организму соединения, в процессе радиационно-химических реакций. В большинстве случаев в большом количестве образуются продукты распада тканей, подвергшихся облучению. Поэтому с помощью рационального питания можно их частично нейтрализовать, ускорить выведение шлаков, восстановить нормальное протекание обменных процессов. Особенно велика роль в нормализации обмена и ускорения процессов восстановления витаминов, микроэлементов и пектинов.

Исходя из этого важное место при облучении отводится питанию. Продукты, обязательные при любой форме облучения: овощи, содержащие пектин – вещество, выводящее из организма радионуклиды. К таким продуктам относят кабачки, тыкву, огурцы, картофель, свеклу,

морковь, капусту, в том числе морскую, в любом виде приготовления, а также фрукты – яблоки, груши, бананы, все ягоды, арбузы, дыни. Много пектина содержится в крыжовнике, красной и черной смородине. Желе и мармелад из этих ягод являются прекрасной защитой от радиации. Не случайно после Чернобыльской аварии повсеместно рекомендовали использовать в питании данные культуры. Земляника лесная – незаменимое средство при осложнениях на почки. Ежедневный прием летом не менее полстакана ягод поможет избежать назначения фармакологических препаратов. Чернику можно употреблять в любом виде: кисель, варенье, чай с ягодами – улучшает состояние кишечника, уменьшает газообразование, нормализует стул. Очень хорош клюквенный кисель. Клюква – универсальная ягода, обладающая дезинфицирующими свойствами. Считается, что белок молока связывает радионуклиды, которые затем выводятся из организма по различным каналам – с мочой и через ЖКТ с продуктами метаболизма. Не надо забывать, что клетки крови нуждаются в достаточном количестве жира в виде растительного масла, свиного сала, белка, мяса и рыбы. Много белков в бобовых растениях: в горохе, фасоли и др.

Некоторые пищевые вещества обладают профилактическим радиозащитным действием, способностью связывать и выводить из организма радионуклиды. К ним относятся полисахариды (декстрин), фенольные и фитиновые соединения, галлаты, серотин, этиловый спирт, некоторые жирные кислоты, микроэлементы, витамины, ферменты и гормоны.

Пектин (пропектин, пектиновая кислота) – это студенистое вещество, которое хорошо заметно в варенье или в желе, приготовленных из плодов и ягод. В процессе усвоения пищи пектин превращается в полигалактуроновую кислоту, которая соединяется с радионуклидами и токсичными тяжелыми металлами вследствие чего образуются нерастворимые соли, не всасывающиеся через слизистую ЖКТ и выделяющиеся из организма вместе с калом. Кроме того, низкомолекулярные фракции пектина проникают в кровь, образуя с мочой гель. Содержащие пектин вещества, обладают высокой способностью в течение 1-5 часов связывать стронций, цезий, цирконий, рутений, иттрий, ионы свинца, лантала, ниобия и эвакуировать из организма до половины этих элементов. Кроме пектина, радиозащитным действием обладают и другие полисахариды типа декстрина, а также полисахариды, находящиеся в листьях винограда и чая.

Для восстановления нормальных клеток слизистой оболочки кожи, лейкоцитов, эритроцитов требуются витамины, лучше в натуральном виде (фрукты, овощи и ягоды). Особенно важны в этом случае два ви-

тамина – А и Е. Они содержатся в любых орехах, семечках, икре рыб (в том числе в щуке, вобле и т.д.), яйцах. Очень хорошее сочетание витаминов А и Е в рыбьем жире, печени трески и в таких морских продуктах, как креветки, крабы, кальмары. К очень важным радиозащитным соединениям относятся так называемые «витамины противодействия». В первую очередь относится это к витаминам группы В и С. Одна аскорбиновая кислота не обладает защитным действием, но она усиливает действие витаминов В и Р. В то время как радиоактивные элементы приводят к разрушению стенок кровеносных сосудов, то совместное действие витаминов Р и С восстанавливает их нормальную эластичность и проницаемость. Радионуклиды разрушают кровь, снижают содержание эритроцитов и активность лейкоцитов, а витамины В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, улучшают регенерацию кроветворения, ускоряют восстановление эритроцитов и лейкоцитов. Если излучение снижает свертываемость крови, то витамины Р и К<sub>1</sub> нормализуют протромбиновый индекс. Несколько повышает устойчивость организма к развитию лучевой болезни парааминобензойная кислота, улучшает показатели крови, витамин Н (биотин) способствует восстановлению веса.

*Фенольные соединения* растений наиболее перспективные источники потенциально активных противолучевых средств. Фенольные соединения – это биологически активные вещества лечебно-профилактического действия, необходимые для поддержания жизни и сохранения здоровья. Они повышают прочность кровеносных сосудов, регулируют работу желез внутренней секреции. Например, хорошо лечит местные лучевые повреждения кожи прополис (пчелиный клей), что главным образом связано с его фенольными компонентами. Из многочисленного ряда фенольных веществ наибольший интерес представляют флавоноиды, способствующие удалению радиоактивных элементов из организма. Источниками флавоноидов являются: мандарин, черноплодная рябина, облепиха, боярышник, бессмертник, солодка, пустырник.

Этиловый спирт обладает ярко выраженным профилактическим и радиозащитным действием на организм человека, животных, бактерий. Например, при введении в питательную среду этилового спирта выживаемость бактерий повышается на 11-18 %, спирт защищает от гибели почти всех мышей, облученных рентгеновскими лучами в дозе 600 рентген.

*О.П. Железняков, студ.; рук. И.Г. Мельцаев И.Г., д.с.-х.н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **НИТРАТЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

Азот важнейший химический элемент в жизни растений, так как необходим для синтеза аминокислот, из которых образуются белки. Нитраты – это соли азотной кислоты, которые находятся в овощах и фруктах и в других растительных продуктах. Проблема не в самих нитратах, а в том, в каком количестве попадают они в организм человека. Согласно заключению Всемирной организации здравоохранения, безопасным считается 5 мг нитратов на 1 кг тела человека. Взрослый человек может получать примерно около 350 мг нитратов без всяких последствий для своего здоровья, 500 мг это предельно допустимая доза, 600 мг — относительно токсичная доза для взрослого человека. Для взрослого человека смертельная доза нитратов составляет от 8 до 14 г, острые отравления наступают при попадании в организм от 1 до 4 г нитратов. В Российской Федерации допустимая среднесуточная доза нитратов считается 312 мг. По данным ВОЗ по причине излишнего попадания в организм человека заболевает более 2 млрд человек на Земле, из которых 3,5 млн умирает (90% из них дети до 5 лет).

Растения обладают способностью поглощать из почвы гораздо большее количество азота, чем это необходимо им для роста и развития. Часть нитратов синтезируется в растительные белки, а остальная часть попадает в организм человека через плоды, корни, листья овощей. Некоторые из нитратов безвредны, а часть даже полезны для организма (разжижают кровь), другие превращаются снова в азотную кислоту, и именно она представляет вред для здоровья. Нитраты, вступая в реакцию с гемоглобином крови, лишают красные кровяные тельца возможности насыщать клетки кислородом. В результате чего нарушается обмен веществ, дестабилизируется нервная система, ослабевают защитные функции организма. Они снижают содержание витаминов в пище и в организме - витаминов А, Е, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>. Регулярное поступление нитратов в организм человека даже в небольших дозах уменьшает количество йода, а это приводит к увеличению щитовидной железы. Установлено, что они способствуют развитию вредной кишечной микрофлоры, выделения которых в организме человека становятся токсичными, что ведет к отравлениям.

Многочисленными исследованиями выявлено, что нитраты и нитриты вызывают у человека рак желудочно-кишечного тракта, отрица-

тельно воздействуют на нервную и сердечно-сосудистую систему и негативно влияют на развитие эмбриона.

Отравления нитросоединениями происходят при употреблении продуктов растительного и животного происхождения с высоким содержанием не только нитратов или нитритов, но и воды. Наиболее чувствительны к избытку нитратов дети первых месяцев жизни. Если кормящие матери употребляют овощи с высоким содержанием нитратов, то часть их попадает в грудное молоко: молочная железа не является для нитритов барьером. Нитраты попадают не только в грудное молоко, но и в коровье. В присутствии нитритов канцерогенные нитрозоамиды и нитрозоамины могут синтезироваться практически из любых продуктов как в желудке, так и в кишечнике.

Проведенные исследования по влиянию нитратов на организм человека показывают, что у детей, которые пьют воду с высоким содержанием нитратов, наблюдается тенденция к увеличению роста массы, но уменьшению окружности грудной клетки, снижению мышечной силы кистей рук и жизненной емкости легких. Выявленные нарушения таких соотношений свидетельствуют о дисгармонии в физическом развитии детей. Причиной таких нарушений следует считать длительную интоксикацию нитратами. Оценка физического развития мальчиков в 5 летнем возрасте показала, что питьевая вода с повышенным содержанием нитратов вызывает незначительное увеличение роста и ухудшение физического развития. У девочек эти процессы протекают менее заметно: лишь в возрасте 6 лет отмечена тенденция к росту веса с ухудшением физического развития.

С ростом химизации, то есть с увеличением применения азотных удобрений, отмечено повышение заболеваемости туберкулезом, особенно в возрастной группе 7—14 лет, преимущественно легочными формами. Вследствие заболевания органов дыхания, развивается хронический бронхит, болезнь органов кровообращения — артериальная гипертония, причем, чем моложе обследуемые, тем выше процент заболеваемости.

Основной причиной всех негативных последствий являются не столько сами нитраты, сколько их метаболиты — нитриты. В нормальном состоянии у человека содержится в крови около 2 % метгемоглобина. Первые признаки заболевания отмечаются при содержании в крови 7—8 % метгемоглобина. Легкая форма болезни начинает ощущаться при содержании в крови 10—20 % нитратного вещества. Если содержание метгемоглобина повышается до 30 %, то появляются симптомы острого отравления - одышка, тахикардия, цианоз, судороги, головная боль, при 50 % метгемоглобина может наступить летальный

исход. Острое отравление начинается с тошноты, рвоты, поноса, увеличивается печень, снижается артериальное давление, неровный пульс, холодные конечности. Отмечается также синусоидальная аритмия, учащается дыхание, появляются головная боль, шум в ушах, слабость, судороги мышц лица, отсутствие координации движений, потеря сознания, кома. В случаях легкого отравления преобладает сонливость и общая депрессия.

Хроническое отравление нитратами опасно еще и тем, что восстанавливающиеся из них нитриты соединяются с аминами и амидами любых доброкачественных белковых продуктов и образуют канцерогенные нитрозоамины и нитрозоамиды. Нитрозоамины токсичны и канцерогенны в присутствии дополнительных ферментных систем, которые всегда имеются в организме теплокровных, а нитрозоамиды проявляют эти свойства даже без дополнительной метаболизации и поражают в первую очередь кроветворную, лимфоидную, пищеварительную системы. Нитрозоамины на ранних стадиях отравления подавляют иммунитет. Все нитрозосоединения обладают мутагенной активностью. Первые десятилетия жизни химический канцероген - нитрозосоединение, проникает в клетки верхней части пищеварительного тракта через повреждения защитной слизистой оболочки и вызывает мутацию клеток. Мутированные клетки вырабатывают слизь другого состава, повышается рН, в верхнюю часть желудочно-кишечного тракта проникают микроорганизмы, восстанавливающие нитраты до нитритов, образуются дополнительные нитрозосоединения. Выявлено, что большое влияние на образование нитрозоаминов оказывает содержание в продукции витамина С. При соотношении витамина С и нитритного азота 2:1 нитрозоамины не формируются, некоторые медики утверждают, что аскорбиновая кислота оказывает ингибирующее воздействие на образование метгемоглобина.

Перед употреблением пищи с высоким содержанием нитратов желательно принять аскорбиновую кислоту или выпить стакан фруктового сока, богатый витамином С. Иногда рекомендуется добавлять в продукты несколько сот миллиграммов на килограмм продукции аскорбиновой кислоты (100 миллиграммов — это 2—3 драже витамина С), что во многих случаях полностью предотвращает образование N-нитрозодиметиламина. Предполагают, что резкое уменьшение количества витамина С в растительной продукции при долгом её хранении вызвано взаимодействием его с нитратами и нитритами. Хотя табак и не является продуктом питания, но на земном шаре курят свыше 1 млрд. человек, которые ежегодно выкуривают 5 трлн. сигарет. Ежегодный прирост курящих людей составляет свыше 2,1%. В то же время

негативное воздействие табака на организм человека не ограничивается влиянием только никотина. Известно, что растения табака накапливают значительные количества нитратного азота, который в процессе курения превращается в окислы. Среди них необходимо выделить закись азота, которая при вдыхании в незначительных количествах вызывает состояние легкого опьянения (“веселящий газ”). При вдыхании в больших количествах она действует как наркотическое средство. Существует положительная коррелятивная связь между содержанием нитратов в табаке и количеством закиси азота, образующейся при курении. Выяснено, что некоторые сорта табака содержат до 500 мг нитратов на 100 г сухого вещества. Количество нитратного азота в табаке определяется целым комплексом факторов, в том числе и применением удобрений. Как выяснилось, что сорт табака также определяет содержание нитратного азота. Так, например, сигареты, производимые в Болгарии содержали среднее количество нитратов, тогда как в табаке сигарет, выпускаемых в Корее и на Кубе, содержалось повышенное их количество.

Ученый Гэри Миллер доказал, что нитраты обладают положительными для здоровья людей свойствами, они обеспечивают здоровое пищеварение, снижают давление и позитивно сказываются на вязкости крови, улучшают поступление кислорода в мозг. Таким образом, в результате проведенных исследований, богатые нитратами овощи могут стать действенными природными лекарствами для предотвращения нарушений в системе кровообращения и борьбы со старческим слабоумием. Значительно количество нитратов содержится и в животной пище. Рыбная и мясная продукция в натуральном виде содержит немного нитратов (5 – 25 мг/кг в мясе, и 2 – 15 мг/кг в рыбе). Но нитраты и нитриты добавляют в готовую мясную продукцию с целью улучшения её потребительских свойств и для более длительного её хранения (особенно в колбасных изделиях). В сырокопчёной колбасе содержится нитритов 150 мг/кг, а в варёной колбасе — 50 – 60 мг/кг. Для большинства населения давно стало ясно, что для укрепления здоровья надо больше есть растительной пищи: фруктов, овощей, ягод и меньше животной пищи, особенно животного жира. Нужно обязательно использовать в питании продукты, богатые витаминами-антиоксидантами — А, С, Е, которые предотвращают образование нитрозоаминов.

#### **Библиографический список.**

- 1. Борисов, В.А.** Экологические проблемы накопления нитратов в окружающей среде./В.А. Борисов, М.- 1990.

*О.П. Железняков, студ.; рук. И.Г. Мельцаев, д.с-х.н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

По существу вопрос, какие химические элементы составляют живое вещество – отпадает, нарождается совершенно другой вопрос: в каких количествах находятся они в том или ином виде в организмах, писал А.В. Виноградов (1938). Английские ученые-экологи подсчитали, что каждый житель Альбиона ежегодно поглощает с пищей, мг: 5400 - хлора, 460 - натрия, 23,2 – железа, 0,32 – свинца, серебра и свинца по 0,3, 0,001 – золота, по 0,001 – платины и урана.

Учеными выявлено, что в зубах человека присутствуют 43 элемента таблицы Д.И. Менделеева, и еще 25 входят в состав зубной ткани. В сыворотке крови было обнаружено 78 веществ, а всего в организме человека находится 81 элемент, но не все они жизненно необходимы. К таковым можно отнести магний, железо, марганец, медь, йод, кобальт, цинк, стронций, молибден, содержание их в организме составляет не более 0,01 %. Жизненно необходимыми элементами для организма человека считаются селен, хром, ванадий, никель, кремний, олово и мышьяк. Недостаточное или избыточное поступление микроэлементов тесно связано с геохимическими особенностями провинций или антропогенными факторами.

Имеются данные, что сердечно-сосудистые заболевания могут развиваться вследствие нарушения сбалансированности микроэлементов в организме. Исследованиями выявлено, что цинк и магний снижают уровень холестерина в крови, кадмий повышает кровяное давление, а недостаток меди сказывается на эластичности кровеносных сосудов.

Медиками давно замечено, что незадолго до инфаркта в крови быстро нарастает концентрация никеля и марганца. Получены также данные, что заболеваемость раком тесно связано с недостатком некоторых металлов в окружающей среде. В Африке онкологическим заболеваниям способствует обеднение почвы молибденом, медью, марганцем, магнием. При недостатке хрома в почвах Уэлси смертность от рака желудка в 5 раз выше, чем при необходимом для организма его количестве.

Установлено, что при связывании бактериями атмосферного азота, основная роль отводится ферменту нитрогеназы, при помощи которого ежегодно на планете фиксируется клубеньковыми бактериями из атмосферного воздуха десятки млн т, хотя общее содержание самой нитрогеназы в биосфере не превышает 2-3 кг.

Главными источниками тяжелых металлов являются почвенные породы (магматические и осадочные) и почвообразующие минералы. Многие элементы поступают в атмосферу с космической и метеоритной пылью, с вулканическими газами, горячими источниками, газовыми струями. Поступление тяжелых металлов в биосферу вследствие техногенного рассеивания осуществляется разнообразными путями. Важнейшими из них является выброс при высокотемпературных процессах в черной и цветной металлургии, при обжиге цементного сырья, сжигании органоминерального топлива. Вторичное загрязнение происходит вследствие выноса тяжелых металлов из отвалов рудников или металлургических предприятий водными или воздушными потоками, поступление больших количеств тяжелых металлов при постоянном внесении высоких доз органических и минеральных удобрений, пестицидов, содержащих их в своем составе.

Следует отметить, что тяжелые металлы играют важную роль в биосфере. Металлы, присутствуя в живых организмах в ничтожно малых количествах, выполняют весьма важные функции, входя в состав биологически активных веществ. Соотношение концентраций металлов в организмах выработалось на протяжении всего хода эволюции органического мира. Значительные отклонения от этих соотношений от норм вызывают негативные, а часто пагубные последствия для живых организмов. Находясь преимущественно в рассеянном состоянии, они зачастую формируют локальные аккумуляции, где их концентрация в сотни и даже в тысячу раз превышает среднепланетарные уровни. Являясь одним из важных природных ресурсов, непременным условием поддержания и развития современной цивилизации, металлы формируют группу наиболее опасных загрязнителей биосферы.

Выявлена коррелятивная зависимость между заболеваемостью лейкозом и содержанием в воздухе хрома и марганца; распространением опухолей молочных желез с содержанием кадмия и свинца. Хотя пестициды содержат в своем составе тяжелые металлы: цинк, медь, железо, мышьяк и т.д. но они не представляют большой опасности для природной среды вследствие малообъемного их расходования на проведение защитных мероприятий.

По абсолютному содержанию тяжелых металлов в растениях их можно разделить на три группы: Элементы повышенной концентрации – Cr, Mn, Zn; средней концентрации - Cu, Ni, Pb, Sn; низкой концентрации – Hg.

Показателем негативного воздействия многих элементов и соединений на живые организмы является их токсичность. Токсичность – это свойства элементов и соединений, отрицательно влияющие на жи-

вые организмы и приводящие к уменьшению продолжительности жизни.

Количество, при котором химические ингредиенты становятся опасными для окружающей среды, зависит не только от степени загрязнения ими биосферы, но также от их химических особенностей ингредиентов и от деталей, их биохимического цикла.

По объему содержания примесных элементов в почве определяются уровни их накопления в растительной продукции. Существует тесная положительная корреляция между содержанием в растении и его подвижностью в почве. По степени уменьшения накопления тяжелые металлы формируют следующий ряд: кадмий > никель > цинк > медь > свинец > кобальт.

Тяжелые металлы по степени токсичности подразделяют на три класса опасности. При попадании в организм человека в больших количествах тяжелые металлы накапливаются в почках и печени. Коэффициент концентрации определяется отношением его реального содержания в почве ( $C_p$ ) к фоновому ( $C_{\phi}$ ):  $K_K = C_p / C_{\phi}$ .

Значительные отклонения соотношений от нормы вызывают отрицательные, а часто пагубные последствия для живых организмов. Источники поступления тяжелых металлов подразделяются на природные и техногенные. Часть техногенных выбросов, поступающих в окружающую среду в виде аэрозолей, переносится на значительные расстояния и тем самым вызывает масштабное загрязнение биосферы.

Интенсивная хозяйственная деятельность формирует зоны местного загрязнения тяжелыми металлами или охватывает значительные площади сельскохозяйственных угодий, например, при химизации сельского хозяйства. Коэффициент накопления тяжелых металлов для различных растений заметно варьирует, что связано с почвенными условиями и биологическими особенностями возделываемых сельскохозяйственных культур.

При выборе вида растений для проведения детоксикации необходимо учитывать два важных фактора:

- толерантность различных видов растений по отношению к избытку содержания токсичных веществ в почве и размеры их накопления;
- воздействие не только на живые организмы, обитающие в почвенной толще, но и на культивируемые сельскохозяйственные растения.

*О.П. Железняков, студ.; рук. И.Г. Мельцаев, д. с.-х. н., проф.  
(ИГЭУ. г. Иваново)*

## **РОЛЬ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПИТАНИИ ЧЕЛОВЕКА**

Для нормального функционирования организм человека нуждается в достаточном количестве минеральных веществ. Они играют большую роль в синтезе витаминов, ферментов, гормонов, которые регулируют биохимические процессы, протекающие в организме человека. Необходимо отметить, что тяжелые металлы играют важную роль в биосфере. Металлы, присутствуя в живых организмах в ничтожно малых количествах, выполняют весьма важные функции, входя в состав биологически активных веществ. Соотношение концентраций металлов в организмах выработалось на протяжении всего процесса эволюции органического мира. Значительные отклонения этих соотношений от нормы вызывают отрицательные, а часто пагубные последствия для живых организмов. Находясь преимущественно в рассеянном состоянии, они формируют локальные аккумуляции, где их концентрация в сотни, тысячи раз превышает среднепланетарные уровни. Наконец, являясь одним из важных природных ресурсов, непременным условием поддержания и развития современной цивилизации, металлы формируют группу наиболее опасных загрязнителей для живых организмов.

**Калий** входит в состав буферных систем крови, участвует в процессах нервного и мышечного возбуждения, в поддержании тонуса скелетной мускулатуры, в нормальной деятельности сердца, в регуляции степени кислотности желудочного сока, способствует удалению излишков натрия и воды из организма. Много калия содержится в картофеле, меде, петрушке, капусте, изюме, яблочном и виноградном соках, смородине, помидорах, горохе, фасоли, мясе, рыбе, отрубях. **Магний**, наряду с калием, является основным внутриклеточным элементом. Он активизирует ферменты, регулирующие углеводный и фосфорный обмен, стимулирует образование белков, регулирует хранение и высвобождение энергии АТФ, снижает возбуждение в нервных клетках, расслабляет сердечную мышцу, повышает двигательную активность кишечника, способствует выведению из организма шлаков и холестерина, входит в состав зубов и костей, играет ключевую роль в регуляции сердечной деятельности. Содержание магния в некоторых продуктах питания, мг%: хлеб пшеничный – 25-51, хлеб с отрубями 60-90, рис неочищенный, фасоль, горох – 120-150, соя – 220-240, гречневая крупа -78, морская рыба и другие морепродукты – 20-75, мясо говядины – 12-33, молоко – 9-13, сыры твердые – 30-56, петрушка, укроп, салат

– 150-170, урюк, абрикосы, изюм – 50-70, бананы – 25-35. Магнием богаты в основном растительные продукты.

**Кальций** - один из важнейших минеральных веществ, входит в состав костей, зубов, участвует в процессе свертывания крови и в процессах нервно-мышечного возбуждения. Входит в состав ряда белков, жиров, принимает активное участие в обмене веществ, поддерживает кислотно-щелочное равновесие крови. Длительный недостаток кальция в пище приводит к нарушению костеобразования, к возникновению рахита у детей, остеопороза и остеомалации у взрослых. Кальций содержится в молоке, сыре, яичном желтке, капусте, салате, луке, горохе, петрушке, шпинате, свекле, финиках, сливе, бруснике и крыжовнике, рыбных консервах, сгущенном молоке.

**Фосфор** участвует в процессах обмена углеводов, жиров и белков, является элементом, входящим в структуру важнейших органических соединений, входит в состав нуклеиновых кислот и ряда ферментов, а также для образования аденинотрифосфорной кислоты (АТФ) - главного энергетического вещества организма. Фосфор содержится в мясе и в морских животных 140-230 мг%, твердых сырах - 60-400 мг%, яйце – 210-215 мг%, хлебе – 108-222 мг%, в крупе гречневой, овсяной, пшенице – 220-330 мг%, бобовых культурах – 370-500 мг%.

**Натрий** участвует в процессах возбуждения нервных и мышечных клеток, поддерживает тонус гладкой мускулатуры сосудистой стенки, осмотическое давление в жидкостях организма, регулирует водный обмен. Содержится натрия в сельдерее, моркови, огурцах, фасоли, клубнике, землянике, овсе, сыре, орехах, финиках.

**Хром** – жизненно важный элемент, который понижает уровень холестерина, повышает выносливость организма, оказывает бактерицидное действие.

**Селену** как к ультрамикрорэлементу в питании человека уделяется очень серьезное внимание, что связано с его влиянием на разнообразные процессы в организме. При дефиците селена в питании снижается иммунитет, функции печени, отмечается повышенная склонность к воспалительным заболеваниям, кардиопатии, атеросклерозу, болезням кожи, волос и ногтей, развитию катаракты, замедляется рост, нарушается репродуктивная функция. Выявлена зависимость между дефицитом селена в рационах питания и частотой возникновения рака желудка, простаты, толстого кишечника и молочной железы, задерживает рост и размножение опухолевых клеток. Содержание селена в некоторых продуктах питания, мг%: хлеб пшеничный – 60, рис – 10-70, мясо говядины – 10-350, мясо курицы – 14-22, говяжье сердце- 45, печень- 40-60, свиное сало – 200-400, соя, чечевица, семена подсолнечника –

60-70, чеснок – 200-400, фисташки – 450, кокос – 810, яйца -70-100, содержится в шафране и гранате.

**Сера** входит в состав белков сульфопротеинов, принимает самое непосредственное участие во многих видах обмена веществ. Сера содержится в белокочанной и цветной капусте, луке, моркови, хрене, раках, креветках, горчице.

**Железо** необходимо для биосинтеза соединений, обеспечивающих дыхание, кроветворение, участвует в иммунобиологических и окислительно-восстановительных реакциях, входит в состав цитоплазмы, клеточных ядер и ряда ферментов. При дефиците железа развивается малокровие, нарушается газообмен, клеточное дыхание. При хронической алкогольной интоксикации железо может накапливаться в организме и привести к дефициту меди и цинка. Содержание железа в некоторых продуктах питания, мг%: хлеб пшеничный, ржаной 4-3, бобы – 10-20, соя, чечевица – 6-9, мясо говядины – 9-10, мясо птицы – 2-8, печень свиная – 15-20, почки говяжьи и свиные – 9-10, легкие, сердце – 4-5, шпинат, 4-5, кукуруза, морковь, яйца – 2-2,5, морская рыба – 2-3.

Дефицит **меди** отрицательно сказывается на кроветворении, всасывании железа, состоянии ткани, процессах минерализации в нервной ткани, усиливает предрасположенность к бронхиальной астме, аллергодерматозам, кардиопатиям, витилиго и многим другим заболеваниям, нарушает менструальную функцию у женщин. Повышенное содержание меди в организме часто наблюдается при острых и хронических воспалительных заболеваниях, бронхиальной астме, заболеваниях печени, почек, инфаркте миокарда и некоторых злокачественных новообразованиях.

**Кобальт**—как ультрамикрэлемент является составной частью молекулы витамина В<sub>12</sub> синтезируемого в обычных условиях в организме человека. Этот витамин необходим для обеспечения быстрого деления клеток, прежде всего, в кроветворных тканях костного мозга и нервных тканях. Велика роль кобальта в стимуляции эритропоэза. При недостаточном поступлении кобальта с пищей развивается анемия. При строгом вегетарианском диете у женщин наблюдается нарушение менструального цикла, дегенеративные изменения в спинном мозге, гиперпигментация кожи. Анемия и другие проявления при недостаточности кобальта и его органически связанной формы – витамина В<sub>12</sub> вызваны не дефицитом поступления, а снижением их усвоения, вызванного наличием мукопротеина. Содержание кобальта в некоторых продуктах питания, мг%: печень говяжья и свиная – 19-20, мясо говяжье и свиное – 7-8, мясо кроликов – 15,5-16,2, почки говяжьи и свиные -809, фасоль и горох – 8, рыба морская – 12-40, речная – до 35, кальмар

– 95, креветки – 120, свекла, салат, петрушка – 3-4, смородина черная – 4, перец красный – 3-3,5, крупа гречневая и пшено – 3, яйца – 2.

Недостаток **марганца** приводит к нарушению углеводного обмена по типу инсулиннезависимого диабета, гипохолестеринемии, задержке роста волос и ногтей, повышению образованию хрящей и остеопорозу. Богаты марганцем, мг%: хлеб пшеничный и ржаной – 1,2-2,3, крупа пшено и гречневая крупа – 1,1-1,5, фасоль горох – 1,3-1,4., свекла, укроп, петрушка- 0,7-0,8, малина, черная смородина – 0,6-0,7, хлеб батон нарезной – 0,8, почки, печень говяжья – 0,16-0,3, а также яичный желток, грецкие и миндальные орехи, мята и соя. **Медь** оказывает существенное влияние на процессы роста, кроветворение, половое созревание, усиливает выработку антител. Содержание меди в некоторых продуктах питания, мг%: огурцы – 8-9, печень свинья -3,6-7,6, орехи – 2,8-3,7, бобы какао – 3-4, шоколад – 1.1-2,7, плоды шиповника 1,5-2, сыры твердые -1-1,2, печень говяжья и свиная – 3-3,8, мясо разное – 0,1-0,2, грецкий орех- 0,9, петрушка, укроп, кинза – 0,85, грибы – 0,2-1,0. Недостаточное поступление **цинка** в организм приводит к снижению аппетита, анемии, дефициту массы тела, снижению остроты зрения, выпадению волос, способствует возникновению аллергических заболеваний и дерматита. Снижается Т-клеточный иммунитет, что приводит к частым и длительным простудным и инфекционным заболеваниям. При дефиците цинка у мальчиков наблюдается задержка полового созревания. Содержание цинка в некоторых продуктах питания, мг%: хлеб пшеничный и ржаной – 2-4,5, мясо животных – 2-5, внутренние органы животных – 15-23, яйца – 1,5-3, Крабы – 100-400, устрицы 3,5-4,5, сухие сливки, твердые сыры -3,5-4,5, соя, чечевица, зеленый горошек 3-5, овес и овсяные хлопья 4,4-7,6., кукуруза 2-3, рис – 1-2, лук – 1,2-8,5, грибы – 4-10, черника – 10. Основная роль **йода** в организме – это участие в образовании гормонов щитовидной железы. Кроме того, он принимает участие в окислении жиров, контролирует и организует защитные механизмы организма человека. Опосредованно, через гормоны щитовидной железы, йод влияет на нервную систему, определяет нормальный энергетический обмен, качество репродуктивного здоровья, влияет на умственное и физическое развитие детского организма. Содержание йода в некоторых продуктах питания, мг%: морская капуста (ламинария) – до 3000, треска – 135, креветки – 110, хек – 33, яйцо куриное – 20, мясо животных- 6,8-7,2, печень говяжья – 6,3, свекла – 6,3, мясо птицы – 5-5,6, картофель, -5, молоко коровье – 16, сливки 20 % - 9,3, фасоль и т.д.

*О.В. Зимнякова, студ.; рук. А.Г. Горбунов, к.т.н., доц.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **АНАЛИЗ ПРОЕКТА ГИГИЕНИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ УСЛОВИЙ ТРУДА**

В 2010 году Минздравсоцразвития РФ разработало проект ГОСТа ССБТ «Критерии оценки соответствия условий труда гигиеническим нормативам и классификация условий труда при проведении аттестации рабочих мест». Предполагалось, что он заменит действующий в настоящее время документ [1]. Однако принятию его оказывают активное противодействие как специалисты в области гигиены труда, так и профсоюзы. Причина в том, что этот документ значительно изменяет критерии оценки некоторых значимых факторов трудового процесса, вследствие чего условия труда по ним из вредных становятся допустимыми. К таким факторам относятся химический фактор, АПФД, шум, микроклимат в неотапливаемых помещениях и на открытой территории, электрические и магнитные поля всех диапазонов частот, тяжесть труда. При оценке других факторов, таких как световая среда и напряженность труда резко уменьшено количество параметров, влияющих на значение класса условий труда. Так при анализе световой среды на рабочем месте из рассмотрения исключены коэффициент пульсации освещенности и прямая блескость источников света, хотя оба параметра существенно влияют на условия труда. Пульсация освещенности при работе за персональными компьютерами приводит к быстрому утомлению зрения, особенно у лиц среднего и старшего возраста, а слепящее действие источников света на рабочем месте может стать причиной серьезных травм. Эти упрощения вводятся в то время когда найдены эффективные методы уменьшения, и даже исключения воздействия этих негативных параметров. В докладе подробно анализируются ухудшения по остальным производственным факторам и последствия этих «нововведений».

### **Библиографический список**

**1.** «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство Р 2.2.2006 – 05».

*Е.Л. Закурина, студ.; рук. В.П. Строев, к.т.н., доц.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БОРЬБЫ С ШУМОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

В настоящее время актуальной проблемой на текстильных и швейных предприятиях является защита от шума. Самыми шумными являются ткацкие цехи, оснащенные в основном автоматическими челночными станками. Общий уровень звукового давления достигает 100-104 дБ при значительном содержании в спектре высокочастотного шума, оказывающего неблагоприятное воздействие на рабочих.

Шумопоглощение в помещениях может быть осуществлено при использовании пористых штукатурок, воздушных прослоек в стенах и перегородках. Акустическая обработка помещения предусматривает покрытие потолка и верхней части стен звукопоглощающим материалом. Вследствие этого снижается интенсивность отраженных звуковых волн. Дополнительно к потолку могут подвешиваться звукопоглощающие щиты, конусы, кубы, устанавливаться резонаторные экраны, то есть искусственные поглотители. Искусственные поглотители могут применяться отдельно или в сочетании с облицовкой потолка и стен. Эффективность акустической обработки помещений зависит от звукопоглощающих свойств применяемых материалов и конструкций, особенностей их расположения, объема помещения, его геометрии, мест расположения источников шума. Эффект акустической обработки больше в низких помещениях (где высота потолка не превышает 6 м) вытянутой формы.

### **Применяемые конструктивное исполнение и материалы**

Элементы ограждений рекомендуется проектировать из материалов с плотной структурой, не имеющей сквозных пор. Ограждающие конструкции необходимо проектировать так, чтобы в процессе строительства и эксплуатации в их стыках не было и не возникло даже минимальных сквозных щелей и трещин. Звукоизолирующие ограждения машин и технологического оборудования, звукоизолирующие кожухи, выполненные из тонколистовых материалов (металлов, пластиков, стекла и т.п.), следует применять для снижения уровней шума на рабочих местах, расположенных непосредственно у источника шума, где применение других строительно-акустических мероприятий нецелесообразно. Строительные конструкции предприятий в основном выпол-

нены из бетона и металла и поэтому хорошо отражают звук. Для снижения шума в таких зданиях рекомендуется использовать штучные звукопоглотители. Они представляют собой устройства в виде длинных цилиндров, пирамид, параллелепипедов и т.п. Штучные поглотители следует применять, если облицовок недостаточно для получения требуемого снижения шума, а также вместо звукопоглощающего подвесного потолка, когда его устройство невозможно или малоэффективно (большая высота производственного помещения, наличие мостовых кранов, наличие световых и аэрационных фонарей).

*А.Р. Киямутдинова, студ.; рук. З.М. Билялова, к.т.н., доц.;  
В.А. Васильев, ст. преп.  
(КГЭУ, г. Казань)*

### **ВЛИЯНИЕ ЦВЕТОВОГО ОФОРМЛЕНИЯ ИНТЕРЬЕРА ПОМЕЩЕНИЙ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ**

Символика цвета имеет давнюю историю. Люди с незапамятных времен придавали особое значение чтению «языка красок».

Каждый человек отдает предпочтение одному цвету, в зависимости от того, где эти цвета используются: в одежде, обстановке, цвете автомобиля. Приятное или неприятное чувство, которое вызывает тот или иной цвет, может меняться с течением времени.

Конструируя интерьер помещений, необходимо учитывать социально – демографические особенности – пол, возраст, профессию и т.д. Однако имеются и некоторые общие характеристики воздействия цветов на человека. Преобладание, какого-либо цвета в оформлении помещения создает определенную эмоционально – деловую среду, а цветовая гамма интерьера воздействует на подсознание человека. Голубой цвет способствует лучшему усвоению информации и установлению дружеских взаимоотношений, синий, – рассеивает внимание, снижает работоспособность. Зеленый цвет успокаивающе действует на нервную систему, снимает головную боль, усталость, раздражительность. Красный цвет увеличивает содержание адреналина в крови, повышает работоспособность. Фиолетовый цвет улучшает работу сердца и легких, увеличивает выносливость организма.

Цветовая гамма помещения играет важную роль в жизни детей. Правильное оформление детской комнаты поможет малышу развиваться в гармонии с окружающим его миром. Оформление комнаты в нежных, теплых, пастельных оттенках, сочетая их с яркими элементами, поможет ребенку просыпаться по утрам в бодром настроении. Не

стоит делать комнату слишком яркой, это может вызывать раздражительность.

Таким образом, используемая цветовая гамма, воздействуя на подсознание человека, не только улучшает работоспособность, но и влияет на конечные показатели трудовой деятельности.

*Д.В. Искова; рук. А.Г. Горбунов к.т.н., доц  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ НА ИВАНОВСКОЙ ДОМОСТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ**

Производственный контроль является важным элементом системы управления охраной труда на предприятии. Особенно актуальна эффективная организация и ведение производственного контроля в таких травмоопасных отраслях как строительство и промышленность строительных материалов. В то же время аккуратное и неукоснительное выполнение положения о производственном контроле требует от лиц его осуществляющих значительных затрат времени. Это время расходуется не только на собственно производственный контроль, т.е. на определение текущего состояния условий труда, состояния оборудования, инструмента и приспособлений, контроль выполнения работниками требований охраны труда во время работы, но и на оформление его результатов в специальных журналах. При организации производственного контроля в указанном виде значительная часть времени расходуется не производительно. Кроме того, при подобно организации доступ к информации на низших ступенях контроля представителям высших ступеней затруднен, а следовательно затруднен оперативный контроль за полнотой, правильностью и регулярностью производственного контроля на низших ступенях.

Перечисленных недостатков можно избежать при организации производственного контроля на первой и второй ступенях с использованием современных информационных технологий. Для этого требуется объединенные в сеть персональные компьютеры на каждом участке подразделения или хотя бы персональные компьютеры в каждом подразделении, если участки расположены достаточно компактно, и специальное программное обеспечение. Оно включает в себя электронный журнал в виде файла в формате pdf для каждого участка (на первой ступени) и электронный журнал в виде файла в формате pdf

для каждого подразделения (на второй ступени). В докладе излагается суть предлагаемого метода повышения эффективности производственного контроля, включая содержание электронных файлов для каждого участка каждого подразделения, указываются требуемые для этого ресурсы.

*Т.А. Ивкина, студ.; рук. Е.А. Пышненко, к.т.н., доц.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОЦЕНКА УЩЕРБА ЗДОРОВЬЮ, ОБУСЛОВЛЕННОГО НЕБЛАГОПРИЯТНЫМИ УСЛОВИЯМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Сокращение продолжительности жизни (СПЖ) – показатель ущерба здоровью (обобщенная характеристика ущерба) в результате воздействия опасности на человека, т. е. эффектов повреждения здоровья (суток за год).

При суточной миграции человека во вредных условиях жизненного пространства (производство, город, быт) суммарная оценка скрытого ущерба здоровью определяется через подсчет сокращения продолжительности жизни (СПЖ<sub>Σ</sub>) в сутках потерянной жизни за год по формуле:

$$\text{СПЖ}_{\Sigma} = \text{СПЖ}_{\text{пр}} + \text{СПЖ}_{\text{Г}} + \text{СПЖ}_{\text{б}},$$

где СПЖ<sub>пр</sub>, СПЖ<sub>Г</sub>, СПЖ<sub>б</sub> – время сокращения продолжительности жизни человека при пребывании его, соответственно, в производственных, городских и бытовых условиях, сут.

Расчет снижения продолжительности жизни по фактору неблагоприятных условий производства осуществляется по формуле

$$\text{СПЖ}_{\text{пр}} = (K_{\text{пр}} + K_{\text{т}} + K_{\text{н}}) \cdot (T - T_{\text{н}}),$$

где K<sub>пр</sub> – ущерб здоровью на основании оценки условий труда по факторам производственной среды, сут./год; K<sub>т</sub> – ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса, сут./год; K<sub>н</sub> – ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса, сут./год; T – возраст человека, лет; T<sub>н</sub> – возраст к началу трудовой деятельности, лет.

Исходя из гигиенических критериев, условия труда подразделяются на четыре класса: оптимальные (1-й класс), допустимые (2-й класс), вредные (3-й класс, 1,2,3,4 степени) и опасные (4-й класс).

Каждый класс условий труда соответствует определенной степени отклонения действующих факторов производственной среды и трудового процесса от гигиенических нормативов.

Ущерб здоровью на основании оценки условий труда по факторам производственной среды  $K_{\text{лр}}$ , по показателю тяжести трудового процесса  $K_{\text{т}}$  и по показателю напряженности трудового процесса  $K_{\text{н}}$  принимают значения в зависимости от класса вредности условий труда и количества вредных и опасных факторов.

Сокращение продолжительности жизни человека по фактору неблагоприятных условий городской среды определяется по формуле

$$\text{СПЖ}_{\text{Г}} = K_{\text{Г1}} \cdot T_{\text{Г}} + K_{\text{Г2}} \cdot \frac{t}{24} \cdot T_{\text{Г}},$$

где  $K_{\text{Г1}}$  и  $K_{\text{Г2}}$  – ущерб здоровью по вредным факторам городской среды, соответственно, от загрязнения воздуха и поездки на общественном транспорте, сут./год;  $t$  – время, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд на работу и домой, ч;  $T_{\text{Г}}$  – количество лет, в течение которых человек использует общественный транспорт для поездки на работу в городе.

Сокращение продолжительности жизни человека по фактору неблагоприятных бытовых условий, в предположении, что человек курит, определяется по формуле

$$\text{СПЖ}_{\text{Б}} = K_{\text{Б1}} \cdot T + K_{\text{Б2}} \cdot \frac{n}{20} \cdot T_{\text{К}},$$

где  $K_{\text{Б1}}$  и  $K_{\text{Б2}}$  – ущерб здоровью по вредным факторам бытовой среды соответственно от неблагоприятных жилищных условий и от курения, сут./год;  $n$  – количество сигарет, выкуриваемых человеком в день, отнесенное к 20 сигаретам, приводящим к отравлению, пограничному между хроническим и острым;  $T_{\text{К}}$  – стаж курильщика, лет.

Значения ущербов по городской среде  $K_{\text{Г1}}$ ,  $K_{\text{Г2}}$  и по бытовой среде  $K_{\text{Б1}}$ ,  $K_{\text{Б2}}$  приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Ущерб здоровью по вредным факторам городской и бытовой среды**

| Среда     | Вредные факторы                                |                 |                 |
|-----------|--|-----------------|-----------------|
|           | Наименование                                   | Обозначение     | Ущерб, сут./год |
| Городская | Загрязнение воздуха в крупных городах          | $K_{\text{Г1}}$ | 5               |
|           | Ежедневная поездка в часы "пик" в              | $K_{\text{Г2}}$ | 2               |
| Бытовая   | Проживание в неблагоприятных жилищных условиях | $K_{\text{Б1}}$ | 7               |
|           | Ежедневное курение                             | $K_{\text{Б2}}$ | 50              |

Вероятность получения травмы человеком в различных сферах его жизнедеятельности (производственной, городской, бытовой) оценивается величиной индивидуального риска  $R$ . При наличии соответствующих статистических данных величину риска определяют по формуле

$$R = \frac{N_{\text{тр}}}{N},$$

где  $N_{\text{тр}}$  – число травм за некоторый период времени;  $N$  – среднесписочная численность работавших за тот же период.

Количественными показателями производственного травматизма являются коэффициенты частоты травматизма и коэффициент частоты несчастных случаев с летальным исходом.

Эти показатели определяют число пострадавших, приходящихся на 1000 работающих за определенный период времени (обычно за год). При известных  $K_{\text{ч}}$  и  $K_{\text{л.и.}}$  риски получения на производстве травмы  $R_{\text{тр}}$  и травмы с летальным исходом  $R_{\text{л.и.}}$  определяются по формулам

$$R_{\text{тр}} = \frac{K_{\text{ч}}}{1000}, \quad R_{\text{л.и.}} = \frac{K_{\text{л.и.}}}{1000}.$$

*И.С Тюленёв, студ.; рук. Г.В. Попов, д.т.н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ГОФРОБАКА СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА В СИСТЕМЕ COSMOS**

Трансформатор — электрический аппарат, имеющий две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенный для изменения параметров (напряжения и тока) электрической энергии.

Все части трансформатора помещаются в бак, который представляет собой резервуар для [масла](#), а также обеспечивает защиту от внешних воздействий. Бак также служит в качестве опорной конструкции для вспомогательных устройств и аппаратуры управления. Перед заполнением бака маслом из него выкачивается весь воздух, который снижает электрическую прочность изоляции трансформатора и ускоряет ее старение. Кроме отмеченных функций бак еще не должен увеличивать шум, излучаемый активной частью трансформатора в окружающую среду. В конструкции бака предусматривается температур-

ное расширение масла посредством установки отдельного бачка, называемого расширителем.

Трансформаторы выходят из строя по разным причинам. Наиболее нежелательной является внутренние короткие замыкания с возникновением электрической дуги. Тем не менее, подобные тяжелые в аварии в силовых трансформаторах происходят достаточно часто.

При пробое изоляции и возникновении мощной дуги происходит разложение и закипание масла в месте пробоя. При этом наблюдается значительное повышение давления внутри бака, что приводит к тому, что в наиболее слабых местах происходит выпучивание стенок, срыв болтов, крепящих фланцы колокола и поддона, нарушение сварных швов, выброс масла в образовавшейся щели и через выхлопную трубу и зачастую к воспламенению масла и пожару трансформатора. Появление электрической дуги в активной части трансформатора, таким образом, может проявиться в виде взрыва с тяжелыми повреждениями и самого трансформатора, и находящегося вблизи людей и другого оборудования. Кроме того, подобное событие крайне нежелательно и с точки зрения загрязнения окружающей среды. Наконец, выход из строя трансформатора может привести к длительному перебою в электроснабжении ответственных потребителей, за что на компанию будут наложены крупные штрафы.

В связи с вышесказанным возникает задача минимизации числа подобных аварий. Этого можно достигнуть разными способами, среди которых мы предлагаем повысить качество проектирования собственно баков силовых масляных трансформаторов с помощью современных программных средств. Среди разных пакетов нами была выбрана система CosmosSolidWorks, предназначенная для решения большого круга расчетных задач на прочность. Ниже приведено описание расчетной модели и вычислительных экспериментов.

Для упрощения задачи рассматриваем только одну гофру. Считаем, что в наиболее опасных условиях находятся крайние гофры, расположенные на длинной стороне гофробака. При избыточном давлении они раздуваются сильнее всех остальных гофр.

Гофры на торцевой стороне гофробака имеют меньший размер. Это значит, что при одном и том же давлении внутри гофробака на эти гофры будет действовать меньшее усилие.

В пакете SolidWorks строим модель одной гофры в виде прямоугольника с размерами: длина 900 мм.; ширина 360 мм.; толщина 6 мм. От скруглений в модели избавляемся, так как на этих участках CosmosWorks пытается создать мелкую сетку. Это, с одной стороны,

не обязательно, с другой стороны – существенно увеличивает расчетное время.

С той стороны, где гофра стыкуется с баком, реализуем жесткую заделку. Ко всем граням коробки прилагается давление (распределенные силы).

Модель оболочечная, нелинейная. Оболочка строится по средней поверхности листового материала. Сетка достаточно грубая. Зато она позволяет решить нелинейную данную задачу за 10 – 15 мин. Это позволяет реализовать целую серию расчетов (для точных сеток подобная задача решается за 1-2 часа). Расчетная погрешность на таких сетках может достигать 5-10%. В нашем случае это вполне допустимо.

В качестве материала использовалась пластичная сталь II-СВ-08Ю ГОСТ 9045-93 толщиной 1,2 мм.

Характеристики стали:

- 1) предел текучести –  $2,05 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>;
- 2) предел прочности –  $3,4 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>.
- 3) модуль упругости –  $2,05 \cdot 10^{11}$  Н/м<sup>2</sup>;
- 4) коэффициент Пуассона – 0,29.

CosmosWorks позволяет решать задачи тремя методами:

- 1) метод сил: задаются силы – определяются перемещения;
- 2) метод перемещений: задаются перемещения – определяются силы;
- 3) метод длины дуги: метод основан на идее продвижения вдоль множества возможных решений с учетом информации о предыдущих шагах.

Первоначально мы зададимся давлением 1 атм. Давление нарастает по линейному закону в течение 1 секунды. Для решения выбрана решающая программа Directsparse, то есть решение на каждом шаге итераций осуществляется прямым методом.

При наличии прищелкиваний, то есть сминания листовой стали, рекомендуется выбирать метод длины дуги. Однако попытка решить нашу задачу методом длины дуги приводят к сбою именно в тех точках, где после достижения предела прочности при сжатии в центре гофры возникает сминание, приводящее в итоге к деформации гофры. Все попытки с помощью разных коэффициентов повлиять на ход расчета не привели к успеху.

Поэтому было принято решение остановиться на методе управления силой. Это не совсем хорошо, так как данный метод не допускает возможностей прищелкивания, в результате которого на листовой стали образуются резко выраженные складки. Вместо этого имитируется процесс упругой и пластической деформации, который не снимает

возникшего в данных точках напряжения, как в случае сминания. Это серьезное допущение.

Тем не менее, мы считаем, что можно пойти на данное допущение, так как оно касается только тех участков, на которых возникают сверхдопустимые напряжения сжатия. Понятно, что при этом сталь испытывает сверхкритические нагрузки. Однако в реальности эти нагрузки не приводят к разрушению листовой стали, так как сталь просто сминается, снимая напряжение. В модели, управляемой силой, этого реализовать не удастся. Поэтому на эти участки можно просто не обращать внимания, несмотря на то, что именно здесь фиксируются наибольшие напряжения сжатия, иногда превышающие предел прочности стали.

Специфика поставленной задачи такова, что нас не интересуют напряжения сжатия, нас интересуют напряжения растяжения. В плане такой постановки задачи метод сил, как мы считаем, вполне пригоден. На участках, где возникают максимальные напряжения растяжения никаких прищелкиваний (сминаний) не происходит. Наоборот, сталь расправляется, растягивается. Именно эти участки нас интересуют, так как именно здесь следует ожидать повреждение сварных швов.

Расчетный процесс этой нелинейной оказывается крайне неустойчивым. Очень часто он оканчивается аварийно. Это свидетельствует о сложности задачи. Дело в том, что по мере роста нагрузки по методу сил в местах концентрации напряжения сжатия возникают так называемые «особые точки», в которых расчетный процесс сталкивается с неоднозначностью решения (например, нет однозначного ответа, в каком из равновероятных направлений будет деформироваться данный участок). В реальных условиях здесь многое зависит от случайностей. Поэтому в расчетный процесс вводится коэффициент устранения особой точки (0-1), выбор которого зависит от конкретных неформализуемых условий. Обычно он подбирается чисто интуитивно. Для каждой нагрузки этот коэффициент может быть различным. Какую-то закономерность выявить удается далеко не всегда.

Анализ результатов показывает, что наибольшие напряжения сжатия возникают в центре гофры, где она деформируется в наибольшей степени. Величина максимального напряжения сжатия составляет  $7,134 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>. Следует отметить, что предельно допустимое напряжение для выбранной стали составляет  $3,4 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>. Это говорит, что в этих областях произойдет сминание стали, которое приведет к возникновению микротрещин. Если не принять срочных мер и продолжать эксплуатировать трансформатор, то в этом месте произойдет разгерметизация. То есть бак однозначно придется ремонтировать. Однако если

говорить о конкретном аварийном режиме, то разрыва здесь не произойдет.

С точки зрения угрозы разрыва гофробака нас интересуют в первую очередь участки, где возникают напряжения растяжения. Именно на этих участках может произойти разрыв стали с потерей герметичности бака. Как показывает анализ серии расчетов, наибольшие напряжения растяжения достигаются в точках, расположенных на верхних и нижних ребрах гофры, где происходила сварка гофробака. Конечно, согласно принятой технологии сварка производится в защитной среде инертного газа. Тем не менее, следует ожидать, что свойства стали вблизи шва хуже, чем свойства неповрежденной стали.

Максимальное напряжение растяжения составляет  $1,917 \cdot 10^9$  Н/м<sup>2</sup>, что существенно превышает предел прочности стали  $3,4 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>.

На рисунке показана динамика роста напряжения в точке, расположенного на сварном шве гофры. Давление нарастает по линейному закону в течение 1 секунды до 1 атм. На рисунке видно, что относительно безопасным давлением, при котором может выдержать гофра является давление 0,3 атм. При увеличении давления напряжение, которые будут возникать в различных точках, будет тоже увеличиваться и с течением времени может значительно превысить предел прочности выбранной стали  $3,4 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup> и достигнуть максимального значения  $1,917 \cdot 10^9$  Н/м<sup>2</sup>, в результате чего сталь может разгерметизироваться и, в конечном счете, привести к серьезной аварии.

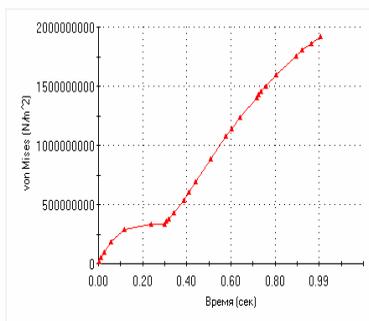
Анализируя графики можно сказать, что относительно безопасным является давление 0.3 атм. Теория сопротивления материалов исходит из положения, что напряжения в элементах конструкции не должны превышать предела прочности материала. Это не значит, что при достижении этого предела материал обязательно будет поврежден. Но вероятность этого оказывается достаточно высокой.

Следует отметить существенное влияние на результаты эксперимента фактора случайности. И это касается не только вопросов качества сварки. Как показал анализ результатов, несмотря на симметрию модели на верхней и нижней кромках гофры достигаются различные напряжения. Это происходит из-за наличия особых точек, в которых поиск решения ищется путем выбора одного из вероятных направлений деформации. Другими словами, в самом расчете заложен фактор случайности. В реальных условиях невозможно точно предсказать, где конкретно сомнется гофра, и какими будут ее деформации.

Все это говорит о том, что в принципе гофра может выдержать 1 атм. Но гарантии здесь дать невозможно. Однако уже при давлении в 1.1-1.2 атм. гофра практически гарантированно порвется.

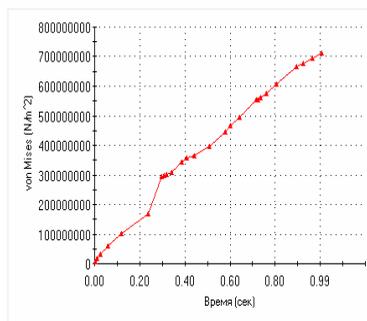
Гофра гарантированно выдержит 0.3 атм. При больших давлениях, даже если она не порвется, могут возникнуть микротрещины, которые впоследствии приведут к потере герметичности.

Имя упражнения: Упражнение 1  
Тип эпюры: Нелинейное узловое напряжение (Сверху) Напряжен



Узел 7240  
1.23556, 1.38596e+009

Имя упражнения: Упражнение 1  
Тип эпюры: Нелинейное узловое напряжение (Сверху) Напряжен



Узел 6297  
0.15156, 8.59649e+008

*Е.М. Корюкин, студ.; рук. Попов Г.В., д.т.н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ивановская область расположена в центре Европейской части России и не имеет каких-либо существенных особенностей в географическом, климатическом, ландшафтном и др. плане. Однако состояние жизнедеятельности населения нашего региона можно рассматривать как угнетенное, что подтверждается следующими фактами:

- устойчивое сокращение населения за счет перевеса числа умерших над числом родившихся, что имеет место на всей территории области на протяжении последних 20-ти лет;

- один из самых высоких в РФ уровень младенческой смертности, который связан в первую очередь со здоровьем матери;

- численность населения пенсионного возраста стремительно увеличивается; по этому показателю Ивановская область является одной из самых «старых» в России;

- уровень общей заболеваемости населения имеет тенденцию к росту. Первое место в структуре заболеваемости у взрослых занимают

болезни системы кровообращения, у подростков и детей – заболевания органов дыхания.

Понятно, что отмеченные явления обусловлены многоаспектными причинами. Для их детального выяснения требуется системный анализ. Тем не менее очевидно, что в качестве одной из первоочередных проблем социально-экономического развития Ивановской области выступает задача улучшения состояния окружающей среды.

Проведенный нами анализ показал, что Ивановская область на средне российском фоне не выглядит проблемным регионом в экологическом аспекте, однако у нас существует целый ряд экологических проблем как общего так и локального характера, наличие которых, в свете выше отмеченных проблем с состоянием жизнеспособности населения нашего региона, не может не вызывать беспокойства.

Ивановская область не входит в перечень регионов с городами с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха и не относится к регионам «приоритетного списка», на территории которых значение ИЗА составляет более 14 единиц.

Для Ивановской области, так же как и для большинства регионов ЦФО, приоритетными загрязнителями воздушного бассейна остаются оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, формальдегид.

В области ежегодно поступает в атмосферу более 140 тонн загрязняющих веществ как от стационарных источников выбросов, так и от передвижных (автотранспорта). На рис. 1 приведены объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

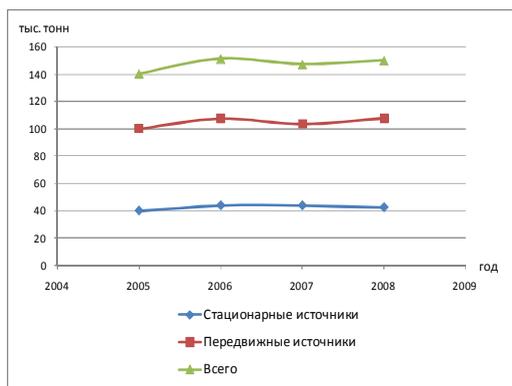


Рис. 1. Объемы валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Река Волга, протекающая по области на протяжении 187 км, от границы Костромской области до границы с Нижегородской областью

имеет класс качества «загрязненная», а в городе Кинешме – «очень грязная».

В загрязнение воздушного бассейна региона наибольший вклад вносит автотранспорт. Объем выбросов в пересчете на душу населения составляет 128 кг/чел., что ниже среднего показателя в Российской Федерации практически в 2 раза.

Следует отметить, что на территории Ивановской области отсутствуют предприятия, входящие в число ста основных загрязнителей атмосферного воздуха Российской Федерации.

Наиболее загрязненными в области являются реки Волга, Увудь, Теза.

Общее количество загрязняющих веществ, поступающих в водоемы со сточными водами, составляет более 60 тыс. т в год. Причем в указанном показателе не учитывается вклад значительного количества малых предприятий, которые осуществляют сбросы в водные объекты и на рельеф местности без отчетности. Структуры сброса загрязненных сточных вод в водные объекты Ивановской области приведены на рис. 2.

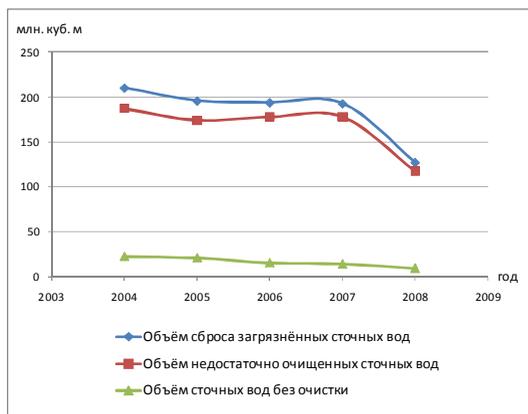


Рис. 2. Структуры сброса загрязненных сточных вод в водные объекты Ивановской области

Ежегодно на территории региона образуется более 900 тыс. куб. м ТБО, от 800 до 1000 тыс. тонн промышленных отходов, из них 1 класса опасности - порядка 100 тонн.

Анализ величин удельных объёмов образования отходов на душу населения в регионах ЦФО показывает, что в Ивановской области данный показатель один из наиболее низких – 0,55 тонн на человека в

год. Однако, в регионе имеется достаточное количество вопросов, требующих неотложного решения.

Практически все собираемые твердые бытовые и приравненные к ним промышленные отходы вывозятся на захоронение на полигоны и санкционированные свалки. Раздельный сбор отходов с выделением полезных фракции в регионе не применяется.

Сбором отходов, как правило, занимаются муниципальные предприятия жилищно-коммунального хозяйства. В 2008-2011 годах отмечено интенсивное развитие частных организаций, предоставляющих услуги по сбору и вывозу отходов на захоронение, однако доля услуг частных организаций пока не превышает 5 %.

В области действует четыре полигона отходов: «Малоступкинский» для г. Иванова, полигон для г. Шуя, полигон для п. Петровский, полигон ООО «Тополь». При этом степень заполнения полигонов для городов Иванова и Шуя приближается к критическому уровню. Существует 47 санкционированных свалок. Около половины из них подлежат закрытию, так как не соблюдаются экологические и санитарные требования при захоронении отходов, не организован учет отходов принимаемых на захоронение. Практически повсеместно на свалки вывозятся отходы промышленных предприятий 3-5 класса опасности. Степень заполнения близка к 100 % на 6 свалках (г. Вичуга, г. Кохма, г. Приволжск, г. Тейково, п. Лух, п. Старая Вичуга), на 36 объектах не выдерживается санитарно-защитная зона.

В регионе пока еще не сложилась система сбора и утилизации промышленных и специфических видов отходов. Отработанные ртутные лампы по-прежнему вместе с бытовыми отходами попадают в мусорные контейнеры, ежегодно обнаруживаются десятки мест несанкционированного сброса ртутных отходов, в том числе и в пределах водохранных зон, прибрежных защитных полос, зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения. На предприятиях не налажен учет движения ртутьсодержащих приборов и ртутных ламп. Не налажена система сбора и утилизации отработанных элементов питания (аккумуляторов). В большинстве случаев отработанные элементы питания передаются не лицензируемым организациям, которые извлекают из них только свинец, кислота не утилизируется. Особую тревогу вызывает проблема утилизации медицинских отходов, которые необходимо подвергать термическому обеззараживанию. В Ивановской области нет установок, при помощи которых должно осуществляться термическое обеззараживание медицинских отходов. В настоящее время медицинские отходы собираются в составе твердых бытовых отходов и поступают на свалки и полигоны для захоронения.

На территории Ивановской области находится 71 склад более 50 тоннами непригодных ядохимикатов (пестицидов), подлежащих утилизации. Ядохимикаты не имеют собственника, являются брошенными и хранятся в бесхозных складах, что представляет собой реальную угрозу экологической безопасности региона.

Ранжированный перечень экологических проблем выглядит следующим образом:

1. Загрязнение окружающей среды вследствие неорганизованного хранения и захоронения бытовых и промышленных отходов.

2. Загрязнение поверхностных водных объектов, в том числе источников питьевого водоснабжения, сбросами промышленных предприятий, предприятий коммунального хозяйства и т.д.

3. Потенциальная возможность возникновения экологических аварий вследствие функционирования экологически опасных объектов, к которым относятся:

- - Объект «Глобус-1», Заволжский район, д. Галкино.
- - Бардяные пруды, п. Петровский Гаврилово-Посадский района.
- - Пруды-отстойники химических отходов бывшего ОАО «Дмитриевский химический завод», г. Кинешма.
- - Опытно-промышленный комплекс заправки промышленных отходов в глубокие поглощающие горизонты земли на территории бывшего ОАО «Заволжский химический завод», г. Заволжск.
- - Ядохимикаты, запрещенные к использованию в сельском хозяйстве и потерявшие свои потребительские свойства.
- - Золоотвалы Ивановского филиала ОАО «ТГК-6» (ТЭЦ-2), г. Иваново.
- - Отходы ОАО «Ивановский бройлер».
- - Берегозащитная дамба в г. Юрьеvec.

4. Высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта в городе Иваново, загрязнение атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий.

5. Несоблюдение режима особой охраны на особо охраняемых природных территориях.

*Ю.Б. Логинова, студ.; рук. К.В. Чернов, к.т.н., доц.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ ТРУДА НА ИВАНОВСКОЙ ДСК**

ОАО «ДСК (Ивановская домостроительная компания)» входит в состав группы компаний ЗАО «СУ-155». Домостроительная компания осуществляет: строительство объектов жилья и соцкультбыта «под ключ»; оформление земельных участков под строительство; проектные работы; устройство нулевых циклов; строительно-монтажные работы (монолитное и панельное домостроение); благоустройство территорий; отделочные работы; полную комплектацию объектов; транспортные услуги; землеройные и сваебойные работы; устройство инженерии и сетей; остекление лоджий, балконов; реализацию и эксплуатацию жилого и нежилого фонда.

Отдел охраны труда является структурным подразделением ОАО «ДСК», подчиняющимся непосредственно техническому директору – первому заместителю генерального директора. Структура отдела определяется штатным расписанием, утвержденным генеральным директором.

Работники отдела несут ответственность за выполнение своих должностных обязанностей, определенных положением об охране труда и их должностными инструкциями.

Отдел охраны труда выполняет следующие функции: учет и анализ состояния и причины производственного травматизма, профессиональных заболеваний и заболеваний, обусловленных производственными факторами; оказание помощи структурным подразделениям ДСК в организации и проведении измерений параметров опасных и вредных производственных факторов, в оценке травмобезопасности оборудования, приспособлений; организация, методическое руководство аттестацией рабочих мест по условиям труда, сертификацией работ по охране труда и контроль за их проведением; согласование разрабатываемой в организации проектной, конструкторской, технологической и другой документации в части требований охраны труда; участие в составлении разделов коллективного договора, касающихся условий и охраны труда, соглашения по охране труда предприятия и т.д.

Задачей исследования проблемы безопасности выбрано раскрытие того, как выполнение организационных мероприятий приводит к сохранению здоровья и жизни работников в процессе трудовой деятельности.

*Ю.М. Овсянников., ассист.; рук., А.К. Соколов, д.т.н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **О СВЯЗИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДЕНИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ С ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ**

В последнее время в промышленности особое внимание уделено вопросам повышения энергетической эффективности используемых установок. К числу значительных потребителей топлива, с низким КПД, лежащим в пределах от 20% до 50%, можно отнести металлургические нагревательные печи.

Одним из перспективных направлений повышения КПД нагревательных печей является снижение потерь тепловой энергии через ограждение. Так, согласно имеющимся литературным данным эти потери теплоты составляют от 14% до 41% всех потерь печи [1].

Ясно, что температура наружной поверхности ограждения, непосредственно связана с величиной тепловых потерь через ограждение. При этом температура внешней поверхности ограждения печи определяет условия труда персонала и необходимость проведения мероприятий и использования средств защиты от воздействия нагревающего микроклимата (воздушные души, сокращение времени пребывания персонала в условиях повышенной температуры, использование дополнительных защитных экранов, увеличение интенсивности вентиляции помещения и т.д.).

Однако значительному снижению наружной температуры ограждения печи за счёт увеличения толщины теплоизоляции препятствует, как значительный рост затрат на создание и эксплуатацию подобной футеровки, так и иные объективные причины.

Ограждение нагревательных печей состоит из нескольких слоёв: огнеупорного, который выбирается исходя из величины воздействия разрушающего фактора (температура газа в зоне, для случая отсутствия расплава), и двух теплоизоляционных слоёв, которые различаются величиной коэффициента теплопроводности и величиной предельно допустимой температуры эксплуатации материала.

Определим понятие экономии топлива за счёт добавления третьего слоя теплоизоляции  $\Delta B$ , как разность расхода топлива (газа) на компенсацию потерь теплоты через ограждение  $B_2$ , м<sup>3</sup>/с, при наличии

двухслойного ограждения ( $R = 0$ , м) и расхода топлива  $V_3$ , м<sup>3</sup>/с, при наличии третьего слоя ограждения ( $R > 0$ , м):

$$\Delta V = V_2 - V_3 = F (q_{ог,2} - q_{ог,3}) / Q_{г} \quad (1)$$

где,  $q_{ог,2}$ ,  $q_{ог,3}$  - удельные потоки теплоты через двухслойное и трехслойное ограждения, Вт/м<sup>2</sup>;  $R$  - толщина третьего теплоизоляционного слоя, м;  $F$  - средняя площадь поверхности ограждения, м;  $Q_{г} = q_{хф} + I_{в}^n - I^n - q_{хм}$  - удельная теплота, которую оставляют газы, полученные при сжигании 1 м<sup>3</sup> топлива в данной зоне, Дж/м<sup>3</sup>;  $q_{хф}$  - химическая (низшая теплота сгорания) и физическая теплота топлива, Дж/м<sup>3</sup>;  $q_{хн}$  - теплота химического недожога, Дж/м<sup>3</sup>;  $I_{в}^n$ ,  $I^n$  - энтальпии воздуха на горение, подаваемого в зону и уходящих из зоны продуктов горения топлива; Дж/м<sup>3</sup>.

Далее введём понятие энергетической эффективности слоя тепловой изоляции [2]  $\Theta = \Delta V / V_{ти}$  - отношение сберегаемого топлива м<sup>3</sup>/с, к объёму тепловой изоляции, м<sup>3</sup>; (м<sup>3</sup>/с)/м<sup>3</sup>.

Рассчитав величину энергетической эффективности,  $\Theta$ , (рис. 1) для типичного ограждения: КаО(116), КаОЛ(232), ШУЛ(R), где КаО(116) - обозначение огнеупорного слоя ограждения, выполненного из каолинового огнеупора, толщиной 0,116 м; КаОЛ(232) - обозначение теплоизоляционного слоя, состоящего из каолинового легковесного огнеупора, толщиной 0,232 м; ШУЛ(R) - обозначение третьего слоя теплоизоляции ограждения, состоящего из шамота ультралегковеса. При температурах газа в рабочей зоне,  $T$ , 773 К, 1023 К, 1273 К, 1523 К. Видно, что величина энергетической эффективности,  $\Theta$ , имеет явно выраженный пик (рис. 1), который смещается в сторону больших температур внешнего слоя ограждения при повышении температуры газа в зонах.

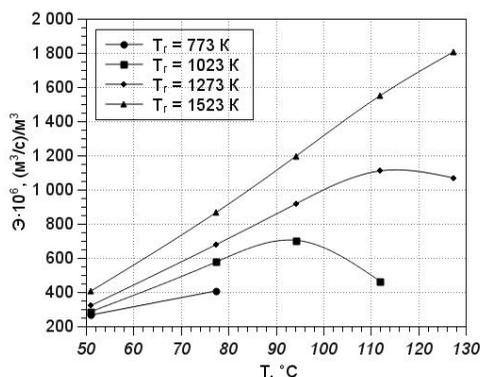


Рис. 1. Зависимость энергетической эффективности слоя теплоизоляции от температуры внешнего слоя теплоизоляции печи

Подобный характер зависимости может быть объяснён изменением соотношения расхода топлива на компенсацию потерь через ограждение и расхода топлива связанного с потерями от уходящих из зоны газов.

В итоге, можно сделать вывод, о необходимости поиска оптимального баланса между энергетической эффективностью изоляции и величиной внешней температуры ограждения печи: безопасностью условий труда и эффективностью использования ограждения.

#### Библиографический список

1. **Промышленная** теплоэнергетика и теплотехника: справочник /сост. А. М. Бакластов и др.; под ред. В. А. Григорьева. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 552 с.
2. **Соколов, А. К.** К выбору экономичной тепловой изоляции зон топливной секционной печи / А. К. Соколов // Изв. вузов. Черная металлургия. — 2008. — No 5. — С. 35–38.

*Л.А.Пантелеева, студ.; рук. К.В. Чернов, к.т.н., доц.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА В КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ ОАО «ДЗЖБИ»

ДЗЖБИ (Домодедовский завод железобетонных изделий) – предприятие с более чем полувековой историей. Оно служит крупнейшим районным производителем железобетонных конструкции для крупнопанельных домов серии И-155, а также тротуарной плитки, бордюрных плит, керамзитобетонных блоков, строительных металлоконструкций. В составе предприятия входят: восемь формовочных цехов, арматурный цех, два автоматизированных бетоносмесительных узла, склады цемента и инертных материалов, ремонтно-механический цех, паросилового цех, электроцех и ремонтно-строительный цех. Компрессорная станция находится в составе паросилового цеха.

Компрессорная станция предназначена для получения сжатого воздуха, который используется как энергоноситель для пневматического инструмента и оборудования. В первом машинном зале находятся три компрессорные установки 2ВМ4-24/9С. Во втором машинном зале размещаются четырёх компрессорных установок SSR MM-250 фирмы «Ingersoll-Rand». Воздух в компрессорах сжимается до давления 8 МПа. На открытой площадке станции установлены три воздухохранилища, представляющие собой сосуды, работающие под давлением. Об-

служивание оборудования станции производится машинистами компрессорных установок.

Эксплуатация компрессорного оборудования сопровождается детерминированными техногенными воздействиями на работников, кроме того возможно возникновение стохастических воздействий вследствие техногенных происшествий. Одним из техногенных происшествий при производстве сжатого воздуха является взрывная разгерметизация воздухосборника. При этом быстрое разрушение герметизирующей оболочки приводит к образованию ударной волны и возникновению взрывных воздействий.

Задачей научного исследования проблемы безопасности выбрано обнаружение опасных событий, процессов при производстве сжатого воздуха, приводящих техногенным воздействиям. Результатом становится создание причинно-следственных моделей, которые служат основой для отыскания способов уменьшения вероятности возникновения техногенные происшествий и обуславливают мероприятия по охране труда.

*Н.И. Галкин, студ.; рук. к.т.н., доц. А.Г. Горбунов, к.т.н., доц.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **СОСТОЯНИЕ ОХРАНЫ ТРУДА В УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ ЗАО «ИВАНОВСКАЯ ТБС»**

Управляющая компания ЗАО «Ив ТБС» существует с 2007 года. Кроме г. Иваново филиалы компании также существуют в городах: Ярославль, Владимир, Кострома. Управляющая компания занимается предоставлением услуг в сфере ЖКХ.

Управляющая компания обслуживает общедомовые и квартирные приборы учета горячего и холодного водоснабжения, а также приборы учета электроэнергии в микрорайоне «Московский». И обслуживает Индивидуальные Тепловые Пункты (ИТП), занимается организацией и благоустройством домовой и придомовой территории.

Как в любой организации управленческий аппарат представлен: директором, секретарем-диспетчером, главным инженером, а также начальники участков. Так же в штате состоят: электромонтеры, строители, слесаря-сантехники, слесаря по обслуживанию тепловых сетей, электрогазосварщики, дворники и уборщики МОПов.

Инструкции по охране труда и ПТБ, для некоторых должностей, разработаны поверхностно. Раз в 6 месяцев проводится инструктаж по

пожарной безопасности и ТБ. Ведется два журнала по учету инструктажей.

Первичный, повторный, периодический инструктажи проводятся человеком, отвечающим за охрану труда, а не руководителем подразделения. Проверка знаний не проводится. Электроинструмент проверке не проходил, но содержится в чистоте и порядке. Раздевалка для рабочих не оборудована в плане пожарной безопасности. Помещения для работы слесарей-сантехников имеются в каждом доме, но некоторые из них не отапливаются, не оборудованы необходимыми рабочими зонами (пустое помещение).

Организация мер по охране труда в управляющей компании не продумана и малоэффективна.

*Д.А. Питерская, студ.; рук. Е.А. Пышненко, к.т.н., доц.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОЦЕНКА ОБОБЩЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОВНЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА И БЕЗОПАСНОСТИ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ**

*Профессиональный риск* – это вероятность возникновения опасности для жизни и получения работником повреждений здоровья при выполнении им своих производственных обязанностей на рабочем месте. Результатом определения профессионального риска является количественная оценка степени риска ущерба для здоровья работников от действия вредных и опасных факторов производственной среды и трудовой нагрузки по вероятности нарушений здоровья с учетом их тяжести. Профессиональный риск идентифицируется по результатам производственного контроля; социально-гигиенического мониторинга; аттестации рабочих мест; гигиенической экспертизы производственного оборудования и продукции производственного назначения; медицинских осмотров, заболеваемости с временной утратой трудоспособности, обращаемости за медицинской помощью. Изменения здоровья фиксируют по определенным показателям, являющимся основой выбора конкретных мероприятий социально-экономического, технического, медицинского, организационного характера. Результаты оценки профессионального риска подразделяют на категорию 1А (доказанный профессиональный риск), категорию 1Б (предполагаемый профессиональный риск) и категорию 2 (подозреваемый профессиональный риск) на основе результатов гигиенической оценки условий труда.

Эти данные являются обоснованием для принятия управленческих решений по ограничению риска и оптимизации условий труда работников.

Оценка профессионального риска выполняется также путем расчета обобщенного показателя уровня профессионального риска и уровня безопасности рабочей среды, отнесенного к продолжительности работы  $T$ .

Расчет выполняется по следующим формулам:

$$R = 1 - \left[ \prod_{i=1}^n \frac{(x_{\max} + 1) - x_{ij}}{x_{\max}} \right]^{\frac{T}{T_0}},$$

$$I = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ij} \cdot N_{ij}$$

или

$$I = \sum_{j=1}^m \left( \sum_{i=1}^n x_{ij} \right) \cdot N_j,$$

$$i = \frac{I}{\sum_{j=1}^m N_j}, \quad D = IT, \quad d = iT,$$

где  $I$  – общая интенсивность воздействия опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) на работников, ед.;  $m$  – число рабочих мест на предприятии;  $n$  – число ОВПФ на рабочем месте;  $x_{ij}$  – оценка профессионального риска в баллах, относящегося к  $i$ -му фактору на  $j$ -м рабочем месте;  $N_{ij}$  – число работников, находящихся под воздействием  $ij$ -го ОВПФ;  $N_j$  – число работников на  $j$ -м рабочем месте;  $i$  – средневзвешенная сумма баллов риска, воздействующая на одного работника;  $D$  – доза воздействия ОВПФ за время  $T$ , относящаяся ко всему предприятию, ед.;  $d$  – доза воздействия ОВПФ за время  $T$ , относящаяся к одному работнику;  $R$  – повреждающая способность (риск) рабочей среды;  $T$  – время воздействия, лет;  $x_{\max}$  – максимальная оценка риска, баллы;  $T_0$  – рабочий стаж, лет, учитываемый при обосновании гигиенических нормативов условий труда (ПДУ, ПДК).

Объективность оценок профессионального риска рассмотренным выше способом определяется точностью расчета баллов риска  $x_{ij}$ , которые могут быть получены по данным аттестации рабочих мест по условиям труда.

Для оценки профессионального риска по результатам контроля факторов рабочей среды и тяжести трудового процесса используются следующие расчетные психофизические формулы:

– при оценке шумового воздействия с уровнем звукового давления  $L_{\phi}$ , дБ, на рабочем месте:

$$x = x_0 \cdot 10^{0,1 \cdot n \cdot (L_{\phi} - L_{\text{пдп}})},$$

– при оценке разовой максимальной массы  $M$  перемещаемых вручную грузов

$$x = 0,194 \cdot M^n;$$

– при оценке общей динамической физической нагрузки  $A_{\text{Д}}^n$ , кДж, за смену

$$x = \frac{A_{\text{Д}}^n}{10^{3,93}};$$

– при оценке статической физической нагрузки  $A_{\text{Ст}}^n$ , кДж, в течение смены

$$x = \frac{A_{\text{Ст}}^n}{10^{8,529}};$$

– при оценке воздействия вредных химических веществ с содержанием  $C$ , мг/м<sup>3</sup>, в воздухе рабочей зоны

$$x = x_0 \left( \frac{C}{C_{\text{пдк}}} \right)^n$$

– при оценке освещенности  $E_{\phi}$ , лк на рабочем месте

$$x = x_0 \left( \frac{E_{\text{н}}}{E_{\phi}} \right)^n;$$

– при оценке площади  $S_{\phi}$ , м<sup>2</sup>, рабочего места

$$x = x_0 \left( \frac{S_{\text{н}}}{S_{\phi}} \right)^n;$$

– при рассмотрении воздействия токов прикосновения, имеющих величину  $I^n$ , мА

$$x = I^n \cdot 10^{2,13};$$

– при оценке воздействия технологической вибрации, имеющей уровень  $L_{\text{Уа}}$ , дБ

$$x = x_0 \cdot 10^{\frac{n}{20} \cdot (L_{\text{Уа}} - L_{\text{пдп}})}.$$

*Н.В. Плотникова, студ.; рук., Л.В. Виноградова, к.т.н., доц.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОЦЕНКА ТРАВМООПАСНОСТИ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

Закрытое акционерное общество «ТИТАНСТРОЙМОТАЖ» (ЗАО «ТИТАНСТРОЙМОТАЖ») - квалифицированная строительная организация, которая ведет строительство зданий и сооружений 1 и 2-го уровня ответственности. Она выполняет строительно-монтажные работы при устройстве, ремонте, капитальном ремонте, реконструкции и эксплуатации зданий и сооружений, а так же другие виды деятельности.

Для развития предприятия, основываясь на специфике деятельности организации, был разработан проект выпуска собственных муфтовых соединений ТИТАН-Р. Данная технология соединения арматурных стержней применяется на строительной площадке Ленинградской АЭС-2 и Балтийской АЭС.

В соответствии с разработанным бизнес-планом осенью 2011 года было закуплено новое оборудование – металлообрабатывающий комплекс EMCOTURN E65 T Big Bore 95 (Австрия), предназначенный для токарной обработки, сверления и фрезерования.

Для ввода в эксплуатацию комплекса на территории строительной базы в здании ремонтной мастерской был создан участок производства муфт.

Для выявления и устранения недостатков цеха была создана комиссия проверки технического состояния участка. В акте проведения проверки указаны лица, ответственные за устранение выявленных нарушений в установленные сроки (до 26.12.2011). Назначенная приемочная комиссия определила сдать в эксплуатацию оборудование и помещение участка производства муфт.

Данный участок обслуживается специалистом металлообработки центра с числовым программным управлением (ЧПУ), ознакомленным с правилами эксплуатации, техобслуживания и ремонта, а также с указаниями по технике безопасности.

Так как производственное оборудование является основным источником травматизма на рабочих местах, а в связи с вводом в эксплуатацию металлообрабатывающего комплекса, должна проводиться аттестация рабочего места в течение 60 дней. Аттестация в установленные сроки не была проведена, работник подвергается опасности, а значит оценка травмоопасности оборудования весьма актуальна при его экс-

плуатации. Травмоопасность рабочих мест обеспечивается исключением возможности повреждений частей тела человека, которые могут быть получены в результате воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Основными причинами производственного травматизма является неудовлетворительная организация производства работ, нарушение трудовой и производственной дисциплины, нарушение технологического процесса, недостатки в обучении безопасным приемам труда.

Основными объектами оценки травмобезопасности рабочих мест являются:

- производственное оборудование;
- приспособления и инструменты;
- обеспеченность средствами обучения и инструктажа.

Целью исследования была оценка травмоопасности специалиста металлообрабатывающего комплекса с ЧПУ.

Результатом такой оценки стали определение класса травмоопасности и разработка мероприятий по уменьшению травматизма на данном рабочем месте.

*А.С. Смолёнова, студ.; рук. А.К. Соколов, д.т.н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **О РАБОТЕ С ОПАСНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ НА ОАО «СТРОММАШИНА»**

ОАО «Строммашина» - одна из крупнейших организаций, достойно зарекомендовавшая себя за счёт производства прочных деталей, машин, панелей и конструкций, и которая входит в состав крупнейшего строительного холдинга Московского региона ГК «СУ-155».

ОАО «Строммашина» специализируется на производстве башенных кранов КБ-415, КБ-515, машин и оборудования для производства многопустотных железобетонных плит перекрытий, оборудования и форм для производства железнодорожных шпал, металлоформ различных назначений и конструкций для изготовления железобетонных плоских панелей, ферм, свай, балок, применяемых в гражданском строительстве; чугунного литья для нефтегазового комплекса; фасонного чугунного литья на заказ.

На предприятии обращаются такие опасные вещества, как сжиженный пропан, газовая смесь «Фогон» (углекислый газ и аргон), лакокрасочные материалы (краска на основе лаков марок ПФ-283 и ГФ-166), уайт-спирит, сольвент, моноэтаноламин, соляная и серная кислоты.

Практически во всех производственных цехах обращаются опасные вещества, которые могут послужить возникновению аварийных ситуаций. Поэтому в каждом подразделении цеха существуют, так называемые, ПЛАСы (План локализации и ликвидации аварийных ситуаций), которые позволяют работникам не только сохранять спокойствие при несчастных случаях на производстве, но и помогают действовать правильно, не в ущерб ни себе, ни предприятию.

Для их доставки на территорию предприятия и выгрузки на специальных площадках предназначен участок транспортирования опасных веществ (УТОВ) ОАО «Строммашина».

Сжиженный пропан на территорию предприятия доставляется в 50 литровых газовых баллонах грузовым автотранспортом (бортовой автомобиль ЗИЛ-130).

Лакокрасочные материалы и растворители (уайт-спирит, сольвент) ОАО - в 200 литровых металлических бочках грузовым автотранспортом (автомобиль ГАЗ-330210).

Моноэтаноламин на территорию ОАО «Строммашина» доставляются в 200 литровых металлических бочках грузовым автотранспортом (автомобиль ГАЗ-330210).

Неорганические кислоты (азотная, соляная и серная) доставляются в 10 и 20 литровых полиэтиленовых канистрах грузовым автотранспортом (автомобиль ГАЗ-330210).

Использование опасных веществ на производстве может привести к возникновению аварийных ситуаций.

Для разработки защитных мероприятий, в целях обеспечения безопасности все аварийные ситуации на УТОВ ОАО «Строммашина» в соответствии с РД 09-536-03 подразделяются на уровни «А», «Б» и «В».

Для обеспечения безопасности при транспортировании опасных веществ на территории данного предприятия разработан план локализации и ликвидации аварийных ситуаций на опасных производственных объектах ОАО «Строммашина», в котором изложены опознавательные признаки аварийных ситуаций и способы их устранения для аварийных ситуаций уровней «А», «Б» и «В».

Рассмотрим уровни аварийных ситуаций «А», «Б» и «В» для участка транспортирования опасных веществ.

**Уровень «А»** характеризуется возникновением и развитием аварии в пределах одного технологического блока.

Например, нарушение герметичности баллона с пропаном на разгрузочной площадке склада хранения баллонов с пропаном.

**Уровень «Б»** характеризуется развитием аварийной ситуации с выходом за пределы блока и развитием ее в пределах организации, ликви-

дация аварии осуществляется с привлечением аварийно-технических, спасательных, пожарных и других подразделений.

Например, аварийное истечение горючей жидкости (лакокрасочных материалов и растворителей) из транспортной тары на площадке разгрузки транспорта.

**Уровень «В»** характеризуется развитием аварии с возможным разрушением смежных технологических объектов, зданий и сооружений на территории объекта и за его пределами, воздействием поражающих факторов на другие объекты и население близлежащих пунктов, а также на окружающую среду.

Например, разрушение баллона с пропаном при пожаре на разгрузочной площадке склада хранения баллонов с пропаном.

На ОАО «Строммашина» еженедельно проверяется состояние самых важных машин и деталей предприятия, и в случае нахождения неполадок принимаются меры по их устранению. Устаревшее оборудование заменяется в плановые сроки, а работники серьёзно подходят к процессу работы на установках предприятия, в которых обращаются опасные вещества.

Несмотря на принимаемые меры, аварийные ситуации все же периодически случаются, однако за всё время существования завода колоссальных аварий зафиксировано не было.

Таким образом, хорошая организация профилактики безопасности на ОАО «Строммашина» способствует успешному существованию предприятия на протяжении пятидесяти шести лет.

*А.С. Смолёнова, студ.; рук. А.К. Соколов, д.т.н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ПРОГРАММА РАСЧЁТА ПРОЦЕССА РАЗБАВЛЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОТОЧНОМ ВОДОЁМЕ**

Программа «Река» предназначена для расчёта процесса разбавления сточных вод и графического представления результатов расчёта.

С помощью данной программы можно:

- 1) проверить расчёты на калькуляторе;
- 2) построить графики;
- 3) выполнить исследование предельно допустимых значений: концентрации загрязнителей в сточных водах; расхода сточных вод; длины русла от створа выпуска до места водозабора.

Программа «Река» позволяет в зависимости от расстояния от места выпуска сточных вод определить:

- коэффициент смешения  $m_c$ , показывающий, какая часть воды участвует в смешении;
- кратность разбавления  $n_p$  сточных вод;
- концентрацию нефтепродуктов  $c$  в расчётном створе водозабора.

Для выполнения расчёта в программу вводятся следующие исходные данные:

- расход сточных вод  $V_{св}$ ,  $M^3/c$ ;
- концентрация загрязняющих веществ в сточных водах  $C_0$ , мг/л;
- расход воды в реке  $V_b$ ,  $M^3/c$ ;
- концентрация загрязнителей в водах до места сброса сточных вод  $C_{ф}$ , мг/л);
- средняя глубина русла  $H$ , м;
- средняя по сечению русла реки скорость течения  $w$ , м/с;
- длина русла от створа выпуска до места водозабора  $L$ , км;
- коэффициент извилистости русла  $\alpha$ ;
- коэффициент, характеризующий условия сброса сточных вод  $\beta$ .

После процедуры компьютерного расчёта на экран в виде таблиц и графиков выводятся результаты расчёта.

Программа осуществляет построение графиков и диаграмм. Например, можно показать изменение коэффициента смешения  $m_c$ , кратности разбавления  $n_p$  и концентрации сточных вод  $c$  на расстоянии  $L$  от места их сброса до расчетного створа. Для этого необходимо выполнить расчет при различных значениях  $L$ .

Программа используется для выполнения студентами индивидуального задания в курсовой работе. Одним из примеров такой процедуры является расчёт предельно допустимого значения объёма сточных вод. В данном случае пользователь должен принять такое значение объёма сточных вод, при котором будет выполняться условие:

$$C(V_{св,ПД}) \leq ПДК,$$

где  $C(V_{св,ПД})$  – расчётная концентрация загрязнителя в расчетном створе водоема при предельно допустимом значении расхода сточных вод  $V_{св,ПД}$ , мг/л; ПДК – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества, мг/л.

Для определения  $V_{св,ПД}$  рассчитывается табличная функция разницы между концентрацией загрязнителя в контрольном створе и ПДК:  $C(V_{св,i}) - ПДК = f$ .

По табличной функции определяется значение расхода сточных вод, при котором эта функция равная нулю,  $f=0$ .

При полученном значении объёма расхода сточных вод  $V_{\text{св,ПД}}$  будет выполняться условие допустимости воздействия загрязнения на гидросферу.

Учитывая данные расчёты, пользователь может построить график изменения концентрации загрязнителей при различных значениях объёма сточных вод, а также график изменения концентрации в контрольном створе в зависимости от значения расхода сточных вод.

На рис. 1 приведён график изменения концентрации загрязняющего вещества в акватории контрольного створа водоёма в наиболее загрязнённой части струи реки:

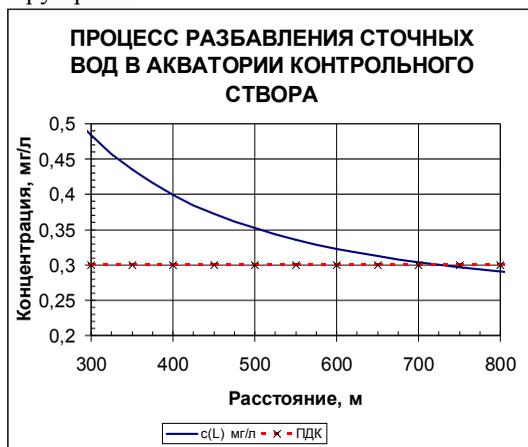


Рис. 1. Изменение концентрации загрязняющего вещества в акватории контрольного створа водоёма в наиболее загрязнённой части струи реки

Таким образом, используя данную программу, пользователь может самостоятельно оценить состояние гидросферы при определённых данных и условиях. А также может принять меру по устранению возникающих проблем и приблизить значения данных к значениям, не приводящим к нанесению вреда и ущерба окружающей среде и её обитателям.