

# **Химико-технологические процессы и техносферная безопасность**

Р.В. Аникеенко, А.М. Козлов, А.И. Лукьяница  
Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева  
301665, Тульская обл., г. Новомосковск, ул. Дружбы, 8  
E-mail: akozlov@dialog.nirhtu.ru

### Технологическая экспертиза трубопровода азотной кислоты

Работа химических объектов сопряжена с риском выброса опасных веществ и может повлечь за собой материальный, гуманитарный и экологический ущерб.

На Новомосковской компании «Азот» в производстве азотной кислоты на одном из агрегатов в течение 42-х лет эксплуатации трубопровод, изготовленный из стали 12Х18Н10Т с условным диаметром 80 мм, транспортирующий производственную азотную кислоту концентрацией 58% от абсорбционной колонны к холодильникам-конденсаторам и продувочной колонне при рабочем давлении 0,63 МПа и температуре 36-65°C.

Трубопровод введён в эксплуатацию в 1972 г. Сведения о монтаже трубопровода, применённых сварочных материалах, о проведённом послемонтажном неразрушающем контроле, об испытаниях на прочность и плотность, о ремонтах с применением сварки в цехе отсутствуют. Трубопровод относится к категории Ф(б) – П.

Замечаний со стороны эксплуатационного персонала по техническому состоянию трубопровода не было.

По результатам анализа существующей технической документации была разработана программа натурного обследования трубопровода.

Визуальному и измерительному контролю наружной поверхности в доступных местах подвергались прямые участки трубопроводов диаметрами: 89, 45 и 38 мм, криволинейные элементы (отводы), тройники, врезки, арматура, фланцевые соединения, сварные стыковые и угловые швы, элементы опорно-подвесной системы, провисаний и уводов трассы, заземлений трубопроводов при проходе через стены. Наружных дефектов трубопровода не обнаружено. Были выявлены три ремонтные заплатки размером 50x50 мм.

Визуальный контроль внутренней поверхности труб проводили в месте установки запорного клапана  $d_v$  80 мм через демонтированные фланцевые разъёмы.

Дефектов, препятствующих дальнейшей эксплуатации трубопровода не обнаружено.

Выборочному измерению твёрдости подвергся основной металл прямолинейных участков труб, отводов, перехода, околошовной зоны сварных соединений. Использовался переносной твердомер ТКМ-459М. Измеренные значения твёрдости укладываются в диапазон 163-172 НВ.

По этим значениям твёрдости было рассчитано временное сопротивление разрушению металла трубопровода, которое составило 57-59 кг/мм<sup>2</sup>. Все значения находятся в пределах действующих значений стандарта на эту сталь.

Проведённая толщинометрия (толщиномер ДМ4DL) дала возможность определить толщину стенок по периметру наиболее опасных сечений трубопровода и с учётом результатов внутреннего осмотра установить картину повреждения внутренней стенки трубопровода. Характер разрушения поверхности стенки равномерный, вызванный общей поверхностной коррозией. Наиболее значительные утонения стенок трубопровода наблюдается в местах, где меняется скорость потока кислоты (глубинный показатель коррозии порядка 0,04 мм в год).

Испытания на прочность и плотность трубопровода проводили пневматически ступенчато при давлении испытания: 2,4 кг/см<sup>2</sup>, 4,9 кг/см<sup>2</sup>, 6,3 кг/см<sup>2</sup>, 8,14 кг/см<sup>2</sup> с выдержкой на каждой ступени 10 минут. Видимых остаточных деформаций, пропусков, разрывов стенок не обнаружено.

Все проведённые исследования и расчёты свидетельствуют о том, что трубопровод в целом обладает достаточным запасом прочности и, с учётом скорости коррозии, которая не превышает 0,04 мм/год и фактического срока эксплуатации 42 года, может быть рекомендован к дальнейшей безопасной работе в течение 4 лет.

### Сложные технологические процессы как объекты управления

В качестве объекта управления рассматривается сложный технологический процесс (СТП) изготовления капсуль-воспламенителей (КВ) на полуавтоматической линии одного из предприятий оборонно-промышленного комплекса РФ [1, 2].

В докладе представлена имитационная модель процесса калибровки КВ по высоте, разработанная с помощью компьютерной программы Simulink в комплексе Matlab. Дается оценка динамических характеристик (ДХ) моделирования, которая ложится в основу построения автоматизированной системы управления (АСУ) СТП.

Основной целью технологического процесса является изготовление КВ соответствующего международным стандартам качества. КВ должен пройти успешные испытания на безопасность и безотказность. В качестве системы управления технологическим процессом используем два принципа управления – регулирование по возмущению (РВ) и регулирование по отклонению (РО); учитывая достоинства и недостатки обоих принципов применяем двойное регулирование (ДР) путем объединения РВ и РО в единую схему [3]. Для эффективного управления СТП изготовления КВ необходимо знание ДХ процесса. Идентификация ДХ сводится к созданию имитационной модели и реализуется двумя путями: экспериментальным и аналитическим. Оценка ДХ моделирования представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка динамических параметров

№ эксперимент а	Число происшествий	Относительная частота возникновения происшествий	Время выполнения технологического процесса
1	63	0,525	1,875
2	48	0,4	2,449
3	61	0,5083	1,935
4	58	0,4833	2,034
5	66	0,55	1,791
6	57	0,475	2,069
7	55	0,4583	2,143
8	56	0,4667	2,105
9	67	0,5583	1,765
10	58	0,4833	2,034
средняя	58,9	0,4908	2,02

С помощью критерия Бирнбаума просчитываются наиболее критические предпосылки возникновения несанкционированного выброса энергии.

На основе выше изложенного, предлагается двухуровневая структура управления СТП (оператор линии (мастер) – заводоуправление (диспетчерское управление)) взамен имеющейся неавтоматизированной трехуровневой (оператор линии (мастер) – цех – заводоуправление (диспетчерское управление)). Преимуществом предлагаемой АСУСТП является достоверность однократно вводимой информации оператором линии (мастером) и ее доступность в реальном времени всем заинтересованным структурам подразделения, как говорится «одним нажатием кнопки», а следствием этого - оперативность управления как самим СТП, так и предприятием в целом.

### Литература

1. Открытое Акционерное Общество «Муромский Приборостроительный Завод». - Режим доступа: <http://www.mpzflame.ru/produktsiya/kapsyuli-vosplameniteli/> (дата обращения 18.11.2014)

2. Патент РФ 2436036 F42C 19/10, F42B 3/195. Линия изготовления капсулей-воспламенителей. / Волков В.С., Бибнев Н.М., Веденеев М.Ф., Рыбцов В.В., Демидов В.А., Кузьмин С.А., Ховансков В.Н., Бабочкин С.Ю. / опубл. 10.12.2011, БИПМ №34 - Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2436036> (дата обращения 18.11.2014)

3. Курилов И.А., Григорюк Е.Н., Калиниченко М.В., Кириллов И.Н., Лашин А.Е., Булкин В.В. Принципы управления информационными потоками в технологических процессах / Методы и устройства передачи обработки информации. 2013, №1. – С.13-18.

### **Паразитарная безопасность сфере деятельности и среде обитания человека**

Установленное в конце 19 века «правило Лейкарта» в биологическом цикле развития многих паразитов, до сих пор является основой прижизненной диагностики паразитозов, а характер течения патологического процесса в организме животных при отдельных паразитозах до сих пор остается «научной тайной» (Арисов М.В., 2008)

Актуальность названной темы подтверждает мониторинг паразитозной ситуации по областям Центральной зоны Российской Федерации (Владимирская, Тамбовская, Липецкая, Пензенская, Рязанская области и в Республике Мордовия: 1998-2012гг.)

Сравнительный анализ данных по оценке инвазированности животных показывает, что общий фон заболеваний паразитарной этиологии имеет примерно одинаковую картину. В исследуемых регионах наиболее экономически значимыми и распространенными паразитозами крупного рогатого скота являются гиподерматоз, саркоптоидозы, фасциолёз, сифункулятозы, диктиокаулёз и телязиоз.

С целью получения наиболее полной картины эпизоотической ситуации по основным экономически значимым паразитозам анализировали ветеринарную отчетность разного уровня подчиненности и проводили более углубленные собственные исследования в хозяйствах Рязанской области (которые рассматривались как базовые при изучении эпизоотической ситуации по паразитозам изучаемых регионов Центральной Зоны Российской Федерации) Официальные данные дополняли результатами собственных исследований по экстенсивности (ЭИ) и интенсивности инвазии (ИИ) у животных в базовых хозяйствах области. Всего обследовано в 2008-2012 гг. крупного рогатого скота 32400 голов. Провели гельминтокапроскопические исследования более 800 проб фекалий, исследовали 235 сборов гельминтов. Гематологических исследований 782 голов. Биохимические показатели 407 гол. Соскоб кожи и волосяного покрова 935 проб. Вскрыли трупы павших животных 86 голов. Осмотрели в хозяйствах и на мясокомбинатах 3416 туш и комплектов внутренних органов. Параллельно проводилась также работа по анализу данных районных ветеринарных лабораторий, ежегодно фиксировавших динамику паразитозов по хозяйствам области. В итоге этих исследований установлено, что в целом по области так же как в других областях Центральной зоны Российской Федерации, наиболее распространенным паразитозом крупного рогатого скота является гиподерматоз.

Результаты многолетних исследований свидетельствуют, что на территории Рязанской области заражению гиподерматозом ежегодно в среднем подвержены: осень-15000 голов или 47% крупного рогатого скота (это только посальные коровы, тесно контактировавшие с оводом, т.е. потенциально больные – пораженные личинками I стадии); весна-1200 голов или 8-10% животных, пораженных личинками 2 и 3 стадии гиподерматоза. Инвазированность крупного рогатого скота в исследуемых регионах фасциолами достигает в среднем 17,3%, стронгилятами желудочно-кишечного тракта 72,2%, телязиями 19,2%, монезиями 11,3%, диктиокаулёзом 9,2%, сифункулятозом 13,2%, псороптозом 4,4%. Отмечен высокий уровень заражения клещами рода демодекс - 27,2%. Стронгилоидоз - один из опаснейших зоонозов обнаружен у 22,6% животных. Личинки стронгилоид животных могут проникать через неповрежденную кожу, мигрировать в организме, вызывая сильную аллергию и другие патологические процессы. В отдельные годы в весенне-летний период наблюдается массовое нападение гнуса на животных, что иногда приводит даже падежу скота.

Анализ данных динамики некоторых паразитозов в исследуемых регионах показал, что эти болезни регистрируются круглый год, но пик приходится: сифункулятозы – январь, февраль, март. Псороптоз – октябрь, ноябрь, декабрь. Диктиокаулез – июнь, август, сентябрь. Фасциолёз, гиподерматоз – сентябрь, октябрь, март, апрель. Паразитарные болезни животных распространены на территориях регионов повсеместно, но фасциолёз и диктиокаулез наиболее

часто регистрируют в районах с повышенной влажностью, прослеживается связь инвазивности сифункулятозом и псороптозом с плохим кормлением и антисанитарными условиями содержания. В целом можно отметить, что экстенсивность инвазии в период 1998-2012 гг. находится примерно на одном уровне.

Мониторинг эпизоотологической ситуации в Рязанской, Владимирской, Пензенской, Тамбовской, Липецкой областях и республике Мордовия Центральной зоны Российской Федерации с 1998 по 2012 г, показывает, что наиболее экономически значимыми паразитами являются гиподерматоз, фасциолез, телязиоз, диктиокаулез, стронгилятоз, сифункулятоз, псороптоз. Экстенсивность крупного рогатого скота составляет соответственно от 2,8 до 70,6%; 0,9 до 21,2%; 2,9 до 29,7%; 3,2 до 52,6%; 66,8 до 80%; 3,5 до 16,6%; 4,3 до 6,7%, а интенсивность - 1,6 до 13,4%; 0,7 до 17,3%; 1,8 до 19,3%; 2,9 до 8,6%; 4,3 до 33,7%; 2,6 до 8,1%; 1,2 до 3,3% экземпляров личинок, паразитарная ситуация не такая безвредная и требует адекватных мер борьбы с болезнями паразитарной этиологии.

### Литература

1. Архипов И.А. Изыскания новых препаратов для терапии гельминтозов животных // Труды ВИГИС. – М., 2004.
2. Архипов И.А. // Труды. Всерос. ин-та гельминтологии, 1992. Т.31.
3. Садчиков С.Ю., Акбаев М.Ш. Современные аспекты диагностики, профилактики и лечения инфекц.и инваз. болезней животных. – М.: 1998. С 102-105.
4. Ощенко В.Г. Эпизоотологическое благополучие ферм по зооантропонозам // Веткорм №4. 2009. С 23.

### Трансформация соединений азота в биосфере

Азот – биогенный элемент. Совершая свой биогеохимический цикл, соединения азота мигрируют из неживой среды в живые организмы, в которых содержится 0,3% азота, в золе растений – 7%. Азот накапливается преимущественно в живых организмах и почвах, а не в осадочных породах [1]. Это обусловлено неустойчивостью соединений азота вне живых организмов, их быстрым разложением, минерализацией и активной миграцией в биосфере. В почвах азот связан с живым органическим веществом или гумусом, в отличие от соединений серы и фосфора, которые образуют трудно растворимые соединения.

Азот проявляет переменную степень окисления, при образовании химической связи он может выступать как донор или как акцептор электронов. Такая особенность электронного строения атома азота обуславливает высокую химическую активность, многообразие форм соединений, участие в различных физиологических процессах.

Азот – важнейший элемент питания, необходимый для нормального развития живых организмов. Основные формы соединений азота в биосфере следующие:

1. Основные запасы азота на планете находятся в атмосфере. Объемная доля молекулярного азота  $N_2$  составляет около 78 %, а примерная масса  $4\cdot 6\cdot 10^{15}$  т.

2. Другие газообразные соединения азота: аммиак  $NH_3$ , оксиды азота  $NO$ ,  $NO_2$ . Азот может образовывать пять оксидов, реализуя все свои возможные степени окисления.

3. Неорганические соединения: соли азотной и азотистой кислот (нитраты  $NO_3^-$  и нитриты  $NO_2^-$ ), соли аммония  $NH_4^+$ . В биоценозах на долю минеральных соединений азота приходится не более 10%. Содержание нитритов в почве составляет десятые доли миллиграмма на 1 кг почвы. Несмотря на низкое содержание, нитритам принадлежит существенная роль в реакциях превращения соединений азота в почве. Они образуются как промежуточные соединения и при нитрификации в аэробных условиях, и при денитрификации – в анаэробных. В почве нитриты малоустойчивы и быстро окисляются до нитратов.

4. Разнообразные органические соединения, входящие в состав живых организмов: белки (до 18% массы), нуклеиновые кислоты, нуклеопротеиды, хлорофилл, гемоглобин, фосфатиды, алкалоиды, амиды, гетероциклические соединения (пиридин, пиримидин). Биофильность азота сравнима с биофильностью углерода.

5. Главный источник азота в почве - гумус. В гумусовых горизонтах почв содержится до 93-99% азота в составе органических соединений. Однако он находится в недоступной растениям форме и переходит в растворимые и доступные для питания растений формы в результате ряда сложных и длительных микробиологических превращений. Во всех почвах имеется запас соединений азота в воде негидролизующих форм и составляет 30-45 %.

Кроме органических соединений, в живых организмах присутствует нитратная форма азота. Растения синтезируют белки, используя нитраты из почвы. Нитраты образуются в почве из атмосферного азота и аммонийных соединений в результате сложных, разнообразных многостадийных процессов.

1. Азотфиксация – фиксация (связывание) атмосферного молекулярного азота и образование азотистых соединений, обогащающих почву. Азотфиксаторы - аэробные свободно живущие почвенные бактерии или бактерии, живущие в симбиозе с корнями бобовых растений. Клубеньковые азотобактерии поселяются на корнях растений из семейства бобовых, вызывая образование характерных вздутий — «клубеньков», отсюда их название. Усваивая атмосферный азот, клубеньковые бактерии перерабатывают его в азотные соединения, а растения превращают их в белки и другие сложные вещества. При pH менее 5 азотфиксирующие бактерии погибают, что приводит к нарушению азотного питания растений.

2. Нитрификация - биологическое аэробное окисление аммиака, образующегося при деградации органических веществ. Автотрофная нитрификация - основной путь образования

нитратов в почве, осуществляется последовательно двумя группами нитрифицирующих хемосинтезирующих бактерий (роды *Nitrosomonas*, *Nitrosospira*, *Nitrobacter*). При гниении и разложении органических веществ значительная часть содержащегося в них азота превращается в аммиак (аммонификация). На первой стадии деятельность бактерий приводит к окислению аммиака до азотистой кислоты (нитритов), на второй стадии – к окислению азотистой кислоты до азотной (нитратов) [2]. Азотная кислота, вступая в реакцию с минеральными веществами почвы, например с карбонатом кальция  $\text{CaCO}_3$ , образует нитраты, хорошо усвояемые высшими растениями. Нитрификация может осуществляться гетеротрофными организмами, включая грибы, и приводит к окислению не только аммиака, но и органических соединений азота.

3. Денитрификация - разрушение солей азотной кислоты (нитратов) до нитритов, молекулярного азота и аммиака, что приводит к обеднению почв. Осуществляется денитрифицирующими почвенными и водными анаэробными бактериями. Деятельность этих бактерий приводит к тому, что часть азота из доступной для зеленых растений формы (нитраты) переходит в недоступную (свободный азот). Таким образом, далеко не весь азот, входивший в состав погибших растений, возвращается обратно в почву; часть его постепенно выделяется в свободном виде.

4. Молекулярный азот выделяется в атмосферу при гниении и горении органических веществ. В неорганической природе также может происходить азотфиксация. Электрические разряды молний в атмосфере образуют некоторое количество оксидов азота, которые при взаимодействии с водой дают азотную кислоту, превращающуюся в почве в нитраты.

В природе совершается непрерывный биогеохимический круговорот азота. Однако ежегодно с урожаем с полей убираются наиболее богатые белками, а значит соединениями азота, части растений. Непрерывная убыль минеральных азотных соединений не может быть восполнена естественными процессами. Поэтому в почву необходимо вносить удобрения (наиболее используемые нитрат кальция  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , нитрат аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , нитрат натрия  $\text{NaNO}_3$ , и нитрат калия  $\text{KNO}_3$ ). В организме человека нитраты могут превращаться в нитриты и, по мнению некоторых ученых, в нитрозамины. Однако вопросы трансформации нитратов в организме человека изучены неполно.

Антропогенная деятельность вносит изменения в биогеохимический круговорот азота. Наблюдается повышение содержания нитратов в питьевой воде и растительной продукции. В связи с этим необходимо разумное ограничение поступления соединений азота в окружающую среду.

### Литература

1. Ермолаева В.А. Причины накопления нитратов в растительной продукции // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России, VI Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сборник тезисов докладов. – Муром: Изд.-полиграф. центр ВлГУ, 2014, с. 669.

2. Превращения неорганических соединений азота <http://ecologylife.ru>



### **Физико-химические основы технологических процессов, связанных с использованием реакций горения**

Процессы горения широко используются человеком и лежат в основе работы транспорта, объектов теплоэнергетики, различных устройств, функционирование которых основано на использовании энергии реакций горения [1]. При работе двигателей внутреннего сгорания и при сгорании топлив происходят многообразные физико-химические процессы.

1. Гомогенные процессы происходят с веществами, находящимися в одной фазе (газовой или жидкой), например, если в качестве топлива используется пары жидкого топлива или продукты возгонки твердого топлива, а в качестве окислителя – кислород воздуха.

2. Гетерогенное горение происходит на поверхности твердого или жидкого топлива и состоит из двух стадий: диффузии окислителя к поверхности и химической реакции на этой поверхности.

3. Ламинарное горение образуется при распространении фронта пламени по неподвижной или ламинарно движущейся горючей смеси. Фронт пламени представляет собой узкую зону около 1мм, отделяющую свежую смесь от продуктов сгорания, в которой температура меняется практически линейно за счет конвективного теплообмена путем прогрева свежей смеси от начальной температуры до температуры продуктов сгорания. Под воздействием излучения пламени перед фронтом на расстоянии до 5 мм протекают фотохимические процессы с образованием  $H_2$ , CO,  $CO_2$ ,  $H_2O$  и т. д.

4. При турбулентном движении горючей смеси крупные пульсации искривляют и разрывают фронт пламени. Толщина фронта при атмосферном давлении значительно больше, чем у ламинарного (20-25 мм). Скорость турбулентного горения зависит от интенсивности и масштабов турбулентности.

5. Основная отличительная особенность процессов горения - наличие огромного экзотермического эффекта и достаточно высокой температуры, определяющей скорости этих реакций. Химическая реакция становится возможной, если молекулы реагирующих веществ обладают энергией, несколько большей, чем некоторая средняя энергия частиц. Если начальный запас энергии вещества больше, чем конечный, то в результате реакции выделяется теплота – это экзотермическая реакция. Горение - химическая реакция с экзотермическим эффектом и высоким значением энергии активации.

6. Скорость основных химических реакций в процессе горения зависит от концентраций топлива, окислителя, а также от константы скорости определенной химической реакции. При протекании любой обратимой реакции наступает момент, когда скорости прямой и обратной реакций становятся одинаковыми – это состояние химического равновесия. Обычно энергии активации прямой и обратной реакций различны, и с изменением температуры скорости прямой и обратной реакций изменяются в различной степени. При низких температурах равновесие может быть не достигнуто, сгорание будет неполным, образуются продукты неполного сгорания. При работе горелочных устройств трудно достичь полного сгорания топлива, и кроме  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $SO_2$  в отработавших газах присутствуют продукты неполного сгорания: твердые частицы углерода и другие токсичные вещества (около 280).

7. Горение – сложный окислительно-восстановительный процесс. Окислителем, как правило, является молекулярный кислород воздуха.

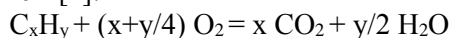
8. Материальный баланс формируется по элементному составу топлива, выражающему относительное массовое содержание отдельных элементов при полном и неполном сгорании топлива. Рабочая масса топлива складывается из массовых долей составляющих его элементов. Массовые доли  $\omega$  отдельных элементов топлива  $C_xH_yO_z$  находят по известным соотношениям:

$$\omega_C = 12x/M_T, \omega_H = y/M, \omega_O = 16z/M_T, \text{ где } M_T - \text{молярная масса молекулы топлива } C_xH_yO_z [2].$$

В большинстве сортов бензина и дизельных топлив наличием кислорода можно пренебречь,

тогда молекула топлива  $C_xH_y$ , а ее молярная масса  $M_T = 12x + y$ .

Соотношение между количеством исходных продуктов (топлива и окислителя) и продуктов сгорания определяется из уравнений химических реакций. Полное окисление (сгорание) молекулы  $C_xH_y$  до конечных продуктов (диоксида углерода  $CO_2$  и водяного пара  $H_2O$ ) описывается известным уравнением [2]:



Состав продуктов сгорания в пересчете на 1 кг топлива будет следующим:  $N_{CO_2} = x/M_T = x/(12x+y)$ ,  $N_{H_2O} = (y/2) / M_T = (y/2)/(12x+y)$ . Для окисления требуется  $x+y/4$  кмоль  $O_2$ .

Если в состав топлива входит кислород  $C_xH_yO_z$ , то правая часть уравнения останется неизменной, а необходимое для сгорания количество кислорода воздуха (кмоль) уменьшается соответственно на  $z/2$  и будет составлять  $N_{O_2} = x+y/4 - z/2$ . Количество кислорода (кмоль), необходимое для полного сгорания топлива и определяемое из уравнения, называют стехиометрическим.

Масса кислорода, потребляемая из атмосферы для полного сгорания топлива (кг/кг топлива):  $m_{O_2} = 0,23\alpha l_0$ , где  $l_0$  — стехиометрическое число,  $\alpha$  — коэффициент избытка воздуха. Учитывая, что объемная доля кислорода в воздухе 21% и массовая 23,2%, можно рассчитать стехиометрическое количество воздуха, необходимое для полного сгорания топлива (кмоль или кг воздуха на 1 кг топлива).

Коэффициент избытка воздуха  $\alpha$  - отношение количества воздуха, содержащегося в топливозвоздушной смеси к его минимальному количеству, которое теоретически необходимо для полного сгорания. Если  $\alpha = 1$  - смесь стехиометрического состава;  $\alpha > 1,0$  - смесь бедная;  $\alpha < 1,0$  - смесь богатая. Для дизелей  $\alpha = 1,4-2,2$ , карбюраторных ДВС  $\alpha = 0,8-1,2$ .

Согласно расчетам при полном сгорании 1 кг бензина АИ-76 потребляется 3,34 кг кислорода и выделяется 1,29, 11,39 и 3,16 кг паров воды, азота и диоксида углерода соответственно. При полном сгорании 1 кг бензина АИ-92 потребляется 3,04 кг кислорода и выделяется 1,46, 11,74 и 3,1 кг паров воды, азота и диоксида углерода соответственно.

В реальных условиях происходит неполное окисление топлива. Количество кислорода будет меньше стехиометрического, часть углерода окислится до  $CO$ , а часть водорода не сгорит. Таким образом, характер и количество выбросов загрязняющих веществ зависит от вида топлива и физико-химических механизмов процесса горения.

### Литература

1. Ермолаева В.А. Влияние технологического процесса контактной сварки на состав атмосферного воздуха // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, №4, 2013. – С.12-17.
2. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. – М: Высшая школа, 2003.

### **Анализ проблемного поля функционирования растительной составляющей урбоэкосистемы**

Природный каркас урбоэкосистем является базисом для формирования и поддержания условий, необходимых для проживания населения, в котором ведущая роль принадлежит растительному компоненту урбанизированных ландшафтов. Цель данной работы заключалась в анализе проблем функционирования растительной составляющей экосистемы современного промышленного города. Объектом исследования являлась система зеленых насаждений г. Таганрога, предметом исследования – проблемы функционирования и поддержания экологических функций городской растительности.

Территория г. Таганрога включает жилые застройки (селитебная зона), площадь которых составляет 49% от общей площади города, на долю промышленных предприятий приходится 19%, на долю транспорта, связи и инженерных коммуникаций – 5%, на земли под военными и режимными объектами – 8%, а на долю озелененных территорий – 8% [1]. Степень озеленения территории количественно оценивается величиной лесистости, которая в нашем городе не превышает 8% (при нормативе 15% и выше). Озелененные территории преимущественно включают скверы и парки (71%), городские леса (9%), зеленые насаждения улиц и автодорог (20%) [1]. Внутридворовое озеленение характеризуется наличием единичных посадок деревьев и кустарников, цветников и газонов. Однако организация внутридворовой территории с учетом экологических требований и норм обеспечивает условия для развития индивида и социальных контактов и создает условия для уединения, поскольку в жилой среде осуществляются рекреационные, коммунально-хозяйственные и воспитательные процессы жизнедеятельности человека [2]. Исторические особенности застройки г. Таганрога заключаются в том, что промышленные предприятия оказались в непосредственной близости от исторических и культурных объектов города и от районов жилой застройки, степень обеспеченности санитарно-защитными зонами составляет  $\approx 50\%$ , что, безусловно, недостаточно для снижения их экологической нагрузки на городскую среду.

Ранее была предложена и апробирована методика для определения величины комплексного показателя качества растительной подсистемы города [3] на основе частных показателей качества системы зеленых насаждений города, таких как: степень озеленения по отношению к нормативной для данного населенного пункта с учетом численности населения и др. факторов, или лесистость (в долях единицы); степень обеспеченности промышленных предприятий санитарно-защитными зонами в соответствии с установленными требованиями (в долях единицы); относительный экологический потенциал системы зеленых насаждений города (в долях единицы). Оказалось, что реальный экологический потенциал растительной подсистемы для г. Таганрога достигает  $\approx 91\%$  от возможного, а комплексный показатель качества всей существующей системы зеленых насаждений составляет  $\approx 40,1\%$  от оптимального комплексного показателя качества. Это свидетельствует о недостаточном качестве растительной подсистемы города.

Для проведения экспертной оценки состояния растительной подсистемы города была предложена 5-балльная шкала: 1 балл – низшая оценка, соответствующая неудовлетворительной степени реализации параметра; 2 балла – слабая степень реализации параметра; 3 балла – средняя степень; 4 балла – достаточная степень; 5 баллов – высшая оценка, соответствующая полной степени реализации параметра. Привлечение экспертов позволило получить следующие результаты: количество зеленых насаждений было оценено в 3,88 балла, качество насаждений – 3,58 баллов, разнообразие насаждений – 3,17 баллов. Следовательно, все полученные данные указывают на недостаточное качество городской системы зеленых насаждений и определяют актуальность анализа причин и поиска путей его совершенствования.

Когнитивное моделирование процессов функционирования растительной подсистемы городской экосистемы в условиях химического загрязнения воздуха показало, что выполнение системой зеленых насаждений своих средообразующих функций определяется как прямыми двусторонними, так и косвенными многосторонними отношениями и связями между компонентами этой системы [4]. В связи с этим необходимо использование системного подхода при изучении структурных и функциональных проблем данной подсистемы.

Анализ проблем растительной составляющей городского ландшафта был проведен с помощью метода проблемного поля [5]. В числе основных проблем, обуславливающих недостаточную эффективность городской системы зеленых насаждений, оказались следующие: 1) недостаточное количество зеленых насаждений; 2) высокий износ существующих зеленых насаждений (возраст значительной части насаждений превышает биологический цикл их существования); 3) неразвитость системы зеленых насаждений в центральной части города; 4) оторванность городских посадок от загородных открытых пространств; 5) частичная обеспеченность промышленных предприятий санитарно-защитными зонами; 6) низкая степень внутридворового озеленения; 7) уничтожение деревьев и кустарников; 8) деградация травяного покрова газонов; 9) прокладка подземных коммуникаций; 10) установка торговых точек на газонах и в скверах; 11) парковка автомобилей на газонах и в скверах; 12) несоблюдение правил ухода за зелеными насаждениями; 13) несвоевременное проведение необходимых объемов работ по восстановлению насаждений; 14) гибель насаждений от естественных факторов (болезни, метеорологические условия и т.п.). Учет взаимосвязей между проблемами проводился путем подсчета исходящих и выходящих стрелок, выставление обоюдоострых стрелок не допускалось. При ранжировании проблем учитывалось общее количество их взаимосвязей с другими проблемами и тип проблем. Построенное проблемное поле включало 1 результирующую проблему (проблема №1), 8 узловых проблем (проблемы №№ 2-8, 14), 5 корневых проблем (проблемы №№ 9-13). Ключевыми проблемами являются: уничтожение деревьев и кустарников (1-е ранговое место, общее количество стрелок 6) и недостаточное количество зеленых насаждений (2-е ранговое место, общее количество стрелок 5). На 3-м месте оказались проблемы №№ 3, 5, 6, 8 (4 стрелки), на 4-м месте – проблемы №№ 9, 14 (3 стрелки), на 5-м месте – проблемы №№ 2, 4, 10-13 (2 стрелки).

На основании анализа проблемного поля можно рекомендовать начинать решение проблем функционирования растительной подсистемы города с сохранения существующих древесно-кустарниковых посадок от уничтожения и поэтапного удаления старых посадок с замещением их молодыми растениями, подобранными в соответствии с их экологическими характеристиками. Важным моментом является и экологически грамотное решение вопросов о строительстве торговых точек и др. объектов на территории парков и скверов, о восстановлении насаждений после прокладки коммуникаций, о строительстве парковок и т.п. Для решения таких проблем 3-го ранга, как неразвитость системы зеленых насаждений в центральной части города, частичная обеспеченность промышленных предприятий санитарно-защитными зонами и низкая степень внутридворового озеленения, необходима разработка специальных программ с привлечением административных и финансовых ресурсов руководства предприятий и управляющих компаний.

### Литература

1. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2013 году. Экологический вестник Дона // Под общ. ред. В.Н.Василенко, Г.А.Урбана, А.Г.Куренкова, С.В.Толчеевой, С.Ю.Покуля. Ростов-на-Дону: ООО «Синтез технологий», 2014. 378 с.
2. Тетиор А.Н. Городская экология. М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 336 с.
3. Ильченко И.А Система зеленых насаждений города как средообразующий фактор городского микроклимата // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2014. №1 (19). – С.37-42.
4. Ильченко И.А. Растительная подсистема среднего промышленного города: проблемы функционирования и пути их решения // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2010. № 3. – С.87-91.
5. Жуков Б.М., Ткачева Е.Н. Исследование систем управления. – М.: ИТК «Дашков и К», 2011. 208 с.

**Коррозионное и электрохимическое поведение стали 45  
с диффузионными покрытиями в потоке агрессивного электролита с абразивом**

В работе представлены результаты изучения коррозионного и электрохимического поведения различных диффузионных покрытий на стали 45 в условиях воздействия сероводородосодержащего раствора, осложненного гидроабразивной эрозией. Концентрация водного раствора сероводорода составляла 2г/л (рН=4,0<sub>m</sub>+4,1). Диффузионное насыщение стали проводилось порошковым способом. Составы смесей и механические свойства покрытий приведены в таблице.

Таблица. Составы смесей и механические свойства покрытий стали 45

Процесс	Состав смеси	Толщина слоя, мкм	Микро-твердость, МПа
Алитирование	49% FeAl+49% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +2% NH <sub>4</sub> Cl	220-230	50-54
Борирование	99% (84% B <sub>4</sub> C+16% Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> )+1% NH <sub>4</sub> Cl	185-190	160-165
Хромирование	70% FeCr+29% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +1% NH <sub>4</sub> Cl	45-50	130-140
Цинкование	49% Zn+49% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +2% NH <sub>4</sub> Cl	90-95	14-15

Насыщение образцов проводилось при температуре 1000°С (алитирование и борирование), 1100°С (хромирование) и 400°С (цинкование).

Исследование проводилось на лабораторной установке, позволяющей изучать влияние скоростного потока электролита на коррозионное и электрохимическое поведение металлов при непрерывной зачистке их поверхности гидроэрозией и гидроабразивной эрозией [1].

Лабораторная установка представляет собой прибор проточного типа, в которой цилиндрический корпус и днище образуют рабочую камеру электрохимической ячейки. Электрохимическая ячейка представляет собой трёхэлектродную систему, состоящую из рабочего электрода, хлорсеребряного электрода сравнения и вспомогательного платинового электрода. Электроды вводятся в рабочую камеру при помощи электрододержателя.

Установка позволяет изучать электрохимические параметры процесса посредством изменения электродных потенциалов и построения потенциодинамических поляризационных кривых со скоростью поляризации 1мВ/сек.

Для изучения электрохимического поведения стального образца с диффузионными покрытиями был принят следующий цикл исследований:

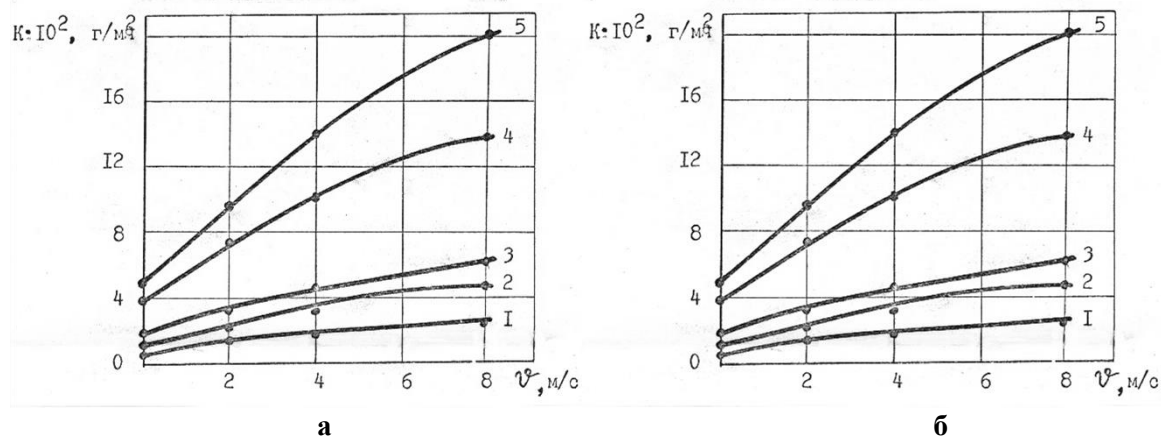
1. Выдержка образца в неподвижном электролите до установления стационарного потенциала  $\varphi_{ст}$ .
2. Измерение сдвигов электродных потенциалов от его стационарного значения при различных скоростях потока электролита (суспензии).
3. Снятие поляризационных кривых, сначала катодной, а затем анодной.

Скорость потока сероводородосодержащего раствора изменялась от 0 и 10% (масс) от объема электролита. В качестве абразива использовали карбид кремния марки КЧ-63.

Сталь 45 с защитными диффузионными покрытиями в растворе сероводорода имела различные значения стационарных электродных потенциалов в зависимости от насыщающих элементов. Так, стационарный потенциал стали 45 (без покрытия) составлял – 410мВ (значение электродных потенциалов здесь и далее приводятся по нормальному водородному электроду), а стали 45 с хромовым, боридным, алюминиевым и цинковым покрытиями соответственно - 210, - 200, - 440 и 570мВ.

Установлено, что интенсивное перемешивание раствора существенно сказывается на величине электродных потенциалов стальных образцов с защитными покрытиями. При движении электролита происходит сдвиг электродных потенциалов в область более положительных значений, что объясняется значительной интенсификацией катодной реакции.

Исследованиями установлено, что сероводородная коррозия стали 45 с диффузионными покрытиями в динамических условиях не затухает с увеличением скорости потока. При этом максимальные коррозионные потери имеет диффузионное хромовое покрытие, которое замедляет скорость общей коррозии стали 45 в 5-7 раз, в то время как цинковое, алюминиевое, боридное покрытие только в 3-4,5; 2,5-3 и 1,2-1,5 соответственно, что наглядно демонстрируют зависимости, представленные на рис. 1 а.



**Рис. 1. Влияние скорости потока на скорость коррозии стали 45 с защитными диффузионными покрытиями:**

**а – сероводородосодержащего раствора;**

**б – сероводородосодержащего раствора с абразивом**

**1 – хромирование; 2 – цинкование; 3 – алитирование; 4 – борирование; 5 – без покрытия.**

С добавлением в поток сероводородосодержащего раствора абразивных частиц общая картина коррозии и электрохимического поведения диффузионноупрочненной стали 45 сохраняется такой же, как и при гидроэрозии, но при этом вследствие нарушения сплошности защитных пленок, скорость коррозии стали возрастает в 1,2÷1,8 раза. На рис. 1 б показано влияние гидроабразивной эрозии на скорость коррозии стали 45 с защитными покрытиями.

Диффузионные хромовые и боридные покрытия относятся к катодному типу, так как они имеют более положительный электродный потенциал, чем защищаемая сталь, а диффузионные алюминиевые и цинковые покрытия – к анодному типу. До нарушения целостности защитного слоя все диффузионные покрытия разрушаются равномерно (постепенно стравливаются). После нарушения сплошности катодных покрытий коррозии подвергается защищаемая сталь и скорость коррозии определяется разностью потенциалов защитного слоя и основы.

Минимальные защитные свойства боридного слоя можно объяснить тем, что из-за относительной хрупкости боридных покрытий происходит незначительное скалывание защитного слоя (в основном по кромкам образцов) и вследствие нарушения целостности покрытия интенсифицируется электрохимический процесс разрушения металла. Абразивные частицы в данном случае способствуют нарушению сплошности защитных покрытий, ускоряя коррозионный процесс. При усилении роли зачистки поверхности образцов абразивными частицами, процесс коррозионного разрушения переходит в коррозионно-механический, когда изнашивается не только защитная пленка, но и защищаемый металл.

Диффузионное цинковое покрытие обладает достаточной коррозионной стойкостью в сероводородосодержащих растворах, но вследствие низкой твердости слоя при больших скоростях потока и наличии абразивных частиц, толщина цинкового покрытия значительно снижается и может удаляться до основы.

Результаты исследования показали эффективность диффузионного хромирования для защиты конструкционных материалов.

### Литература

1. Клочков В.И. приборы и методы исследования коррозии в потоке агрессивной среды // Труды НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева. Серия: Инженерная механика, материаловедение и надёжность оборудования. Новомосковск, 2004. №5 (13). С. 23 – 29.

### **Вопросы энергосбережения при энергетическом обследовании муниципального бюджетного дошкольного общеобразовательного учреждения**

Ограниченность не возобновляемых энергоресурсов и ухудшение экологической обстановки в стране привели к осознанию необходимости кардинальных изменений политики в области энергопотребления. Увеличение стоимости энергоресурсов заставило задуматься о рациональном их использовании, основанном на совместном применении технологий, которые открывают большие перспективы для максимального использования энергии и, следовательно, для ее экономии.

Целью энергетического обследования является выявить источники нерациональных энергозатрат и неоправданные потери энергии и разработать рекомендации по их ликвидации при сохранении качества обслуживания объекта (бесперебойное нормированное стандартами снабжения теплом в помещении, горячей и холодной водой, вентиляцией, электроэнергией).

Муниципальное бюджетное дошкольное общеобразовательное учреждение территориально расположено в городе Муроме. Детский сад имеет один корпус в два этажа. Здание выполнено из кирпича. Год ввода в эксплуатацию – 1990. Объем здания по наружному обмеру – 16780 м<sup>3</sup>, общая площадь – 3050,9 м<sup>2</sup>. Внутри здания имеется бассейн, прачечная, пищеблок, приемные, игровые, спальни, спортзал, две веранды.

Данный объект использует следующие виды энергии: электроэнергия – на освещение, на электроплиты и другие бытовые нужды; теплоэнергия в виде горячей воды на отопление и горячее водоснабжение здания. Холодная вода используется на бытовые нужды. Режим работы ДОУ односменный, численность работающих – 64 человека, общая численность детей – 230 человек.

Счетчики коммерческого учета установлены для общего учета электроэнергии, потребляемой силовой и осветительной нагрузкой. Основными электропотребляющими объектами являются осветительная нагрузка, а также стационарные электроплиты на кухне. Годовое потребление в среднем составляет 35850 кВт\*ч. Длительность работы осветительных установок колеблется в течение года от 864 до 1000 часов и может быть принята равной для региона 932 часа. Баланс потребления энергоэнергии: электродвигатели: вентиляция – 2710,8 кВт\*ч (7%), компрессоры – 450 кВт\*ч (1%), установки – 892,8 кВт\*ч (2%); электрообогреватели – 1780,8 кВт\*ч (5%); электроплиты – 2260,8 кВт\*ч (6%); электроводонагреватели – 4633,2 кВт\*ч (13%); электрочайники – 1224 кВт\*ч (3%); холодильники – 3630 кВт\*ч (10%); освещение – 17280 кВт\*ч (47%); телевизоры, компьютеры, видео- и аудиотехника – 256,8 кВт\*ч (0%).

Расход тепловой энергии МБ ДОУ с учетом тепловой характеристики здания – 0,34 ккал/м<sup>3</sup>\*°С, годовой расход тепла составляет 598,05 Гкал/год, годовой расход тепла на ГВС – 149,4 Гкал/год, часовой расход тепла – 0,22 Гкал/год.

В результате обследования были определены потери тепла через ограждающие конструкции помещения с учетом суммарной площади: стены (1362,9 м<sup>2</sup>) – 0,052 Гкал/ч; крыша (3050,9 м<sup>2</sup>) – 0,087 Гкал/ч; пол (3050,9 м<sup>2</sup>) – 0,022 Гкал/ч; окна (420,79 м<sup>2</sup>) – 0,042 Гкал/ч; двери (19,6 м<sup>2</sup>) – 0,011 Гкал/ч.

Ежегодное потребление тепловой энергии на отопление здания в среднем составляет 598,05 Гкал (100%). Потери тепла: стены – 126,30 Гкал (21,1%); крыша – 210,53 Гкал (35,2%); пол – 54,33 Гкал (9,1%); окна – 102,47 Гкал (17,1%); двери – 27,91 Гкал (4,7%). Инфильтрация: стены – 19,02 Гкал (3,2%); крыша – 42,57 Гкал (7,1%); окна – 14,09 Гкал (2,4%); двери – 0,82 Гкал (0,1%).

В результате обследования появляется возможность практического решения задач энергоресурсосбережения в ходе профилактических наладок оборудования и систем зданий и сооружения. Методический опыт, полученный в результате настоящей работы можно распространять на последующие обследования и разработки энергосберегающих программ муниципальной сферы.

Решение проблем энергосберегающих технологий в комплексе, от стадии инженерной экспертизы и разработки проектно-сметной документации до внедрения современного энергосберегающего оборудования, устройств и приборов, позволит получить максимальный эффект при минимуме затрат.

#### **Литература**

1. Лазуткина Н.А. Активные формы энергосбережения в машиностроении // Современные проблемы науки и образования №2. 2013.
2. Лазуткина Н.А., Лазуткин С.Л. Моделирование оценки энергоэффективности технологического оборудования // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности: сб. научных работ. Вып. 4. – Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2007. – С. 47-49.
3. Лазуткина Н.А., Лазуткин С.Л. Энергообмен при технологическом воздействии на материал // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности: межвузовский сборник науч. работ. Вып. 6. – М: Машиностроение, ИПЦ МИ ВлГУ, 2010. – С. 125-130.



### **Исследование напряженно-деформированного состояния свай ленточного фундамента при карстовых провалах**

Под строительство жилых и общественных зданий и сооружений часто отводятся сложные с точки зрения геологического строения и процессов территории. Одним из таких опасных и малоизученных процессов является карст, широко распространенный на территории Республики Башкортостан, Москвы и Московской области, Пермского края, Нижегородской области [1]. Примерно треть площади суши земного шара имеет возможности для развития карста. В Нижегородской области карстовые процессы значительно осложняют строительство и эксплуатацию зданий и сооружений. Вследствие карстовых деформаций в разное время произошло несколько крупных аварий, анализ которых показал, что во всех случаях допущены принципиальные ошибки на различных стадиях строительного освоения: выборе площадки, инженерных изысканий, проектировании, строительстве или эксплуатации сооружения. Нормативные документы выделяют три группы противокарстовой защиты: профилактические, конструктивные, геотехнические. При проектировании зданий и сооружений конструктивные противокарстовые мероприятия являются приоритетными.

Основания и фундаменты должны удовлетворять следующим основным требованиям: обладать достаточной прочностью, устойчивостью на опрокидывание и скольжение в плоскости подошвы, сопротивляться влиянию грунтовых и агрессивных вод, а также влиянию атмосферных факторов (морозостойкость), соответствовать по долговечности сроку службы здания, быть технологичными в изготовлении и экономичными.

Конструкции фундаментов зданий и сооружений, возводимых на закарстованных территориях, имеют свои особенности. Они обусловлены необходимостью обеспечения восприятия дополнительных усилий в элементах надземных конструкций в условиях почти полной неопределенности количества и мест появления карстовых деформаций, их вида.

Устройство сплошного свайного поля под сооружением может быть целесообразным при необходимости ограничить возможности превращения карстового провала в воронку. Расстояние между сваями не должно быть более  $1/3-1/5$  диаметра прогнозируемой воронки, а длина свай должна превышать возможную глубину провала на  $0,5...0,7$  м. Ростверк же следует проектировать в виде сплошной плиты, рассчитанной с учетом образования карстовой воронки заданного диаметра.

При необходимости усиления оснований и фундаментов на закарстованных территориях существующих сооружений следует предусмотреть: объединение отдельных фундаментов в пространственно-рамные конструкции, устройство консольных выступов, поясов жесткости, закрепление грунтов основания, заполнение образовавшихся провалов.

В работе были выполнены численные исследования напряженно-деформированного состояния грунтового массива и свайного ленточного фундамента при образовании карстового провала. Целью исследования является расчет ленточных свайных фундаментов зданий с учетом возникающего горизонтального давления на сваи при обрушении грунта на границах провала. Расчетная схема сваи представляет собой стержень, упруго защемленный в грунт одним концом, другой имеет шарнирно-неподвижное сопряжение с ростверком и линейно возрастающей нагрузкой на сваю [1].

Кроме горизонтальных сил от обрушения карста на сваю действуют вертикальная сила давления на сваю со стороны сооружения в соединении с ростверком и вес сваи. Схемы от сил давления, веса и горизонтальных сил сваи являются статически неопределимыми один раз.

В результате решения получены уравнения перемещений, углов поворота, изгибающего момента и напряжений сваи в зависимости от переменной величины. При расчете напряжений учитывались как горизонтальные силы от обрушения карста и реакция в шарнире, так и вертикальные силы (сила давления и вес сваи). Данная методика позволяет выполнить все виды

расчетов на прочность и жесткость сваи, воспринимающей горизонтальное давление от обрушивающегося грунта и вертикального давления от веса сваи и силы давления от сооружения.

#### **Литература**

1. Готман А.Л., Магзумов Р.Н. Метод расчета свайных ленточных фундаментов при образовании карстового провала // Вестник МГТУ, 2014, №2. – С. 74-83.

### **Расчет ленточного свайного фундамента при образовании карстового провала**

К закарстованным территориям относятся области, в которых присутствуют растворимые горные породы и возможны поверхностные и подземные проявления карста. Карстовые деформации на поверхности земли имеют различные формы. Карстовые деформации характеризуются интенсивностью их проявления, средним и максимальным диаметром провалов и оседаний, их средней глубиной. Проектирование оснований и фундаментов сооружений, возводимых на закарстованных территориях, производится в соответствии с требованиями СНиП.

Анализ опубликованных в научной литературе результатов показывает, что наиболее острым и до конца нерешенным вопросом является определение расчетных параметров основания в условиях образования карстовых деформаций. Для свайных фундаментов установленным фактом является изменение условий работы свай вокруг провала. Не менее важным фактором, существенно влияющим на результаты расчета, является учет жесткости надфундаментных конструкций.

Расчеты фундаментов производят на основании прогнозирования размеров карстовых проявлений и вероятности их образования в основании проектируемого сооружения. Расчетные расположения провалов варьируются и назначаются исходя из наиболее неблагоприятных условий работы фундаментной конструкции.

Ростверк может быть изготовлен в виде плит или в виде монолитной железобетонной ленты, которая прочно связывает все оголовки свай, таким образом получается свайно-ростверковый фундамент.

В работе рассматривается метод расчета ростверка ленточного фундамента. Расчетная схема ростверка представлена как статически неопределимая неразрезная балка, проходящая, не прерываясь, над рядом промежуточных опор, с которыми она соединена шарнирно. Нагрузку на неразрезную балку (ростверк) со стороны сооружения берем в виде равномерно распределенной по длине балки. Основная статически определимая система получается из статически неопределимой путем введения шарниров над опорами (сваями). За неизвестные выбираем величины опорных моментов над всеми промежуточными опорами. Неизвестные моменты определяются из уравнений трех моментов [1]. Количество уравнений трех моментов равно количеству промежуточных опор.

Определив величины опорных моментов, построены эпюры (графики) изменения изгибающих моментов и поперечных сил по длине ростверка [2]. Проведен расчет ростверка с четырьмя пролетами для случаев: без учета карстового провала, с учетом провала под одной опорой, с учетом провала под двумя не соседними опорами и с учетом провала под двумя соседними опорами.

В сравнении с расчетом ростверка без учета провала сделаны следующие выводы:

- если карстовый провал захватывает одну сваю, то максимальный момент возрастает в 4,95 раз, а максимальная поперечная сила (давление на сваю) в 2,02 раза;
- если карстовый провал захватил две не соседние опоры – максимальный момент увеличивается в 9,35 раза, максимальная поперечная сила – в 2,63 раза;
- если карстовый провал захватил две соседние сваи, то максимальный изгибающий момент увеличивается в 16,35 раз, а максимальная поперечная сила – в 3,79 раз.

#### **Литература**

1. Лодыгина Н.Д. Расчет свайных фундаментов на закарстованных территориях. // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. №2, 2014. – С.15-18.
2. Лодыгина Н.Д., Шарапов Р.В. Особенности расчета оснований сооружений на закарстованных территориях // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. №5, том 19, 2014. – С. 1439-1441.

### **Проблема безопасности молочного сырья по содержанию тяжелых металлов**

Сегодня экологическая ситуация является одной из главных причин ухудшения здоровья населения, снижения средней продолжительности жизни и роста смертности. По данным НИИ питания РАМН 30-50% заболеваний россиян связаны с нарушениями питания, что ложится тяжелым экономическим и социальным бременем на государство. Ежегодные экономические потери от болезней, связанных с нарушениями питания, приносят государству ущерб до 13000 млрд. рублей [1].

Интенсивное развитие различных отраслей промышленности, энергетики, транспорта и сферы потребления сопровождается увеличивающимся поступлением токсичных соединений в почву, воду и воздух. Попадая в окружающую среду, чужеродные вещества способны включаться в биогеохимические циклы и постепенно накапливаться в пищевых продуктах растительного и животного происхождения, создавая угрозу здоровью человека.

В соответствии с документами международных организаций в области качества и безопасности питания, в частности Комиссии Codex Alimentarius, контаминантами считаются вещества, непреднамеренно загрязняющие продовольственное сырье и пищевые продукты на любой стадии жизненного цикла продукции. К ним относятся токсичные элементы, стойкие органические соединения, радионуклиды, обладающие различными физико-химическими свойствами, токсичностью, а также способностью кумулироваться в пищевых продуктах. Попадание чужеродных веществ в организм человека происходит различными путями – с вдыхаемым воздухом, водой, через кожу, но, по оценкам ВОЗ, наибольший «вклад» в химическую нагрузку вносят продукты питания.

Токсичные вещества, присутствующие в объектах окружающей среды, и, в частности, контаминация пищевых продуктов могут быть причиной отдельных заболеваний или фактором риска развития различных патологических состояний. Воздействие контаминантов пищевых продуктов заключается как в общетоксическом влиянии на организм, так и в появлении специфических и отдаленных эффектов (аллергическое, мутагенное, тератогенное или канцерогенное воздействие). В настоящее время определена роль отдельных токсичных веществ в развитии некоторых форм рака, заболеваний сердечно-сосудистой и нервной систем, а также печени и почек [3, 5].

В современных условиях пищевые продукты часто содержат незначительные количества контаминантов, которые существенно ниже уровня установленных гигиенических нормативов. Вместе с тем доказано определенное модифицирующее действие химических факторов малой интенсивности, обуславливающее неспецифическое влияние на здоровье человека. В его основе лежит системное нарушение гомеостаза организма, в результате которого наблюдается увеличение числа и ухудшение течения практически всех заболеваний, связанных с воздействием как экологических, так и социальных факторов. Поэтому совершенствование методических подходов при осуществлении надзора за показателями безопасности пищевых продуктов, изучение возможного негативного влияния малых доз чужеродных химических веществ на здоровье населения, оценка вклада пищевых продуктов в общую химическую нагрузку – важная научная и практическая задача [5].

В Российской Федерации разработан ряд нормативных документов, которые содержат требования к безопасности продуктов питания.

Токсичные элементы обнаруживаются в 90 % исследуемых продуктов питания. Распространенность тяжелых металлов в окружающей среде в связи с их неблагоприятным влиянием на организм является актуальной проблемой, прежде всего для регионов повышенного техногенного загрязнения, к которым принадлежит и наша область. В данных условиях возникла необходимость расширения и углубления представлений о возможных путях загрязнения

продовольственного сырья, технологических приемах переработки, позволяющих снизить вредное воздействие [3, 4].

Негативное влияние экологического фактора приводит к нарушениям обмена веществ у животных, что, как правило, сопровождается снижением продуктивности, ухудшением качества молока, эндемическими болезнями. Исследованиями последних лет установлена прямая связь между поступлением тяжелых металлов с кормами и водой и их содержанием в получаемом молоке. В результате в молочном сырье накапливаются крайне нежелательные микроэлементы. К наиболее опасным из них относятся ртуть, свинец, кадмий, кобальт, никель, цинк, олово, сурьма, медь, молибден, ванадий, мышьяк. Попадают металлы в биосферу при высокотемпературных технологических процессах (металлургии, сжигании топлива, обжиге цемента и др.) в виде газов, и аэрозолей (возгонка металлов), пылевидных частиц и жидком виде (технологические сточные воды). Они способны мигрировать в окружающей среде и попадать в растения. В глобальных масштабах происходит процесс, называемый сегодня «металлическим прессом на биосферу» [2, 7].

Молоко является незаменимым и популярным продуктом питания человека, особенно для младшего поколения. Являясь секретом молочной железы, отличающейся большой лабильностью в зависимости от различных условий, оно может являться индикатором накопления микроэлементов не только в организме животного, но и кормах. При этом избыток элементов с массой, превышающей 50 атомных единиц (тяжелых металлов), может вызывать негативные последствия для потребителя, оказывая на организм мутагенное или канцерогенное действие. Явление контаминации данных поллютантов особенно актуально для территорий, характеризующихся интенсивным использованием при производстве сельскохозяйственной продукции удобрений и пестицидов, внедрением интенсивных технологий обработки земли. Переходя по цепочке «почва-корм-животное-продукция», они могут накапливаться в сырье, используемом для переработки. Как и избыток, нехватка данных микроэлементов в продуктах питания приводит к отрицательным явлениям для организма [2, 6, 8].

В связи с вышесказанным, определение тяжелых металлов в молоке и молочных продуктах представляется актуальным. Также назрела необходимость разработки экологической карты округа Муром.

### Литература

1. Агроинфо [Электронный ресурс] – <http://agroinfo.com/ekologiya-sovremennykh-produktov-pitaniya-i-problemy-ix-kachestva/>
2. Бугреева, Н.Н. Содержание соединений свинца и кадмия в молоке и молочных продуктах и пути их снижения при производстве молокопродуктов: Автореф. дис. к-та вет. наук. – Москва, 1995. – 24 с.
3. Бударков, В.А. Методологические аспекты исследования комбинированного действия факторов радиационной, химической и биологической природы / В.А. Бударков, В.В. Макаров // Вестник сельскохозяйственной науки. 1992. №4. – С. 122–130.
4. Васильев, А.В. Закономерности перехода радионуклидов и тяжелых металлов в системе почва растение – животное – продукт животноводства / А.В. Васильев, А.Н. Ратников, Р.М. Алексахин // Химия в сельском хозяйстве. 1995. № 4. – С. 16–18.
5. Наука и инновации [Электронный ресурс] - <http://innosfera.org/node/406>
6. Новиков, В. А. Техногенное воздействие тяжелых металлов / В. А. Новиков, М.Я. Тремасов // Ветеринария. – 2004. – № 11. – С. 51-55.
7. Ревелль, П. Среда нашего обитания, книга четвертая / П. Ревелль, Ч. Ревелль. – М.: «Мир». 1995. – 192 с.
8. Щелкунов, Л. Ф. Пища и экология / Л. Ф. Щелкунов [и др.]. – Одесса, 2000. – 517 с.

### Комплексная оценка эффективности стратегий обеспечения безопасности систем

Обеспечение безопасности систем на всех этапах жизненного цикла является одной из важных задач любой хозяйственной деятельности, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду и обеспечение нормальных условий среды обитания человека. Эколого-экономическое обоснование предлагаемых проектных решений с целью повышения уровня безопасности техносферных систем основано на оценке как экологических, так и экономических показателей управления безопасностью [1]. С одной стороны экологическая информация рассматривается как экономический фактор, определяющий ресурсосберегающие и экологически чистые технологии хозяйственной деятельности. С другой стороны, существующие физические ограничения выставляют требования применения эффективных стратегий принятия управленческих решений в рамках концепции устойчивого экономического развития. Таким образом выбор оптимальной программы мероприятий является ключевой задачей на этапе принятия решений. В рамках вероятностного анализа безопасности процессов и систем в качестве экологического показателя риска рассматривается вероятность возникновения происшествия  $Q(X)$ , являющаяся интегральной характеристикой влияния множества причин - предпосылок возникновения аварий и несчастных случаев [2]. Повышение безопасности технологического процесса определяется возможностями снижения вероятности возникновения происшествия путем снижения вероятностей наиболее значимых и критичных предпосылок. При этом множество предпосылок образует альтернативы для принятия решений. В качестве критерия сравнения альтернатив используется критерий Бирнбаума  $\lambda_i^B$ , который характеризует динамический диапазон изменения и скорость роста функции  $Q(X)$ .

Проведение мероприятий, направленных на повышение уровня безопасности, влечет за собой определенные финансовые затраты  $C_i$ , позволяя снизить вероятности появления предпосылок на некоторую величину  $\Delta p_i$  [3]. Примерами проводимых решений могут быть: резервирование элементов системы (процесса), повышение квалификации персонала, отработка действий в аварийных ситуациях, рациональная организация режима работы с учетом психофизиологических особенностей человека-оператора, улучшение эргономики рабочего места и параметров микроклимата, реинжиниринг технологических процессов, внедрение систем контроля и защиты от неблагоприятного воздействия опасностей и т.д.

Принятие эффективных управленческих решений в сфере безопасности подразумевает некоторую количественную оценку каждого альтернативного мероприятия. В качестве критерия оценки экономической эффективности решений можно взять отношение величины снижения экологического риска  $\Delta R$  к затратам  $C_i$  на проведение мероприятий по внедрению  $i$ -й альтернативы [4]. Экологический риск можно вычислить как произведение изменения вероятности возникновения происшествия  $\Delta Q$  и величины среднего ожидаемого ущерба  $MY$ . Поскольку показатель  $\Delta R$  является производным, зависящим от степени снижения вероятности происшествия  $\Delta Q$ , то оценку эффективности можно дать как отношение данного параметра к нормированным затратам  $\tilde{C}_i$  по отношению к максимально возможным  $MY/C_{max}$  на конечном множестве альтернативных решений. Таким образом, оценка экономической эффективности  $E_i$  может быть рассчитана по формуле

$$E_i = \frac{\Delta R}{C_i} = \frac{\Delta Q}{\tilde{C}_i} \quad (1)$$

Тогда степень снижения вероятности происшествия определяется

$$\Delta Q_i = \lambda_i^B \cdot \Delta p_i \quad (2)$$

С учетом (1) и (2) можно ввести показатель эффективности  $v_i$  (импакт-фактор), который учитывает одновременно экологические и экономические показатели, то есть соотношение «затраты – эффект» на множестве альтернатив

$$v_i = \frac{\lambda_i^B}{\max_i \lambda^B} \cdot \frac{\Delta p_i}{\tilde{C}_i} \cdot 100\% \quad (3)$$

Таким образом выбор эффективных решений, направленных на повышение безопасности и снижение потенциального риска возникновения происшествий, определяется целевой функцией максимизации импакт-фактора. При данном подходе выбор оптимальной стратегии безопасности можно рассматривать как задачу оптимального распределения ресурсов  $C_0$  на проведение мероприятий по повышению безопасности в отношении каждой значимой или критичной предпосылки.

### Литература

1. Красс М.С. Моделирование эколого-экономических систем. – М: ИнфраМ, 2010. – 272 с.
2. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. – М.: Академия, 2003. – 512 с.
3. Серeda С.Н. Анализ эффективности методов снижения экологического риска // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2013. №4(18). – С.20-25.
4. Серeda С.Н. Экономические факторы экологической безопасности // Фундаментальные исследования. 2013. №11. Том.8. - С.1598-1601.

### **Климатические изменения современности**

Дискуссия на тему «потепление или похолодание» требует рассмотрение основных физико-химические процессов определяющих формирование климата Земли.

Детальное рассмотрение проблемы «потепление или похолодание?» в рамках влияния так называемых «парниковых газов» метана, закиси азота, оксида углерода показывает, что они реально не могут оказывать влияние на интенсивность парникового эффекта. Как отмечалось в [1] теплоемкость выше указанных «парниковых газов» практически не отличается от теплоемкости воздуха в целом. Исключение составляет метан, но его концентрация в атмосфере ничтожна.

Основным парниковым компонентом атмосферы является водяной пар [2], который обеспечивает в основном (на 60-75%) парниковый эффект. Концентрация водяного пара в атмосфере с середины 60-х годов XX века до настоящего времени постоянно растет, в результате чего сформировалась взаимно усиливающаяся пара «температура – влажность», для которой существует и сдерживающий фактор – увеличение солёности, которая снижает интенсивность испарения. Данная точка зрения подтверждается имеющимися данными, что повышение концентрации диоксида углерода имеет не антропогенный характер, а осуществляется за счет повышения парциальное давление углекислого газа в атмосфере при нагревании океанических вод.

С точки зрения рассмотрения основополагающего положения, что состояние климата на Земле определяется величиной поступающей на нее энергии и механизмами перераспределения этой энергии по поверхности планеты можно отметить следующее.

По мнению ученых Пулковской обсерватории [3] колебание инсоляции Солнца в течение 11-летнего цикла не превышает 0,07%, а в течение 2-х векового цикла 0,2 %. Но при этом мощность излучения Солнца с 1990 года ускоренными темпами снижается. И в результате Земля получает меньше энергии от Солнца. В результате чего баланс энергии Земли смещается в отрицательном направлении, и это приведет к постепенному снижению температуры Земли. Это предположение подтверждается высказываниями во второй половине 2014 года ряда метеорологов, которые утверждают о возможности наступления во второй половине XXI века малого ледникового периода.

При рассмотрении механизмов перераспределения тепловой энергии по поверхности планеты, можно отметить, что при изучении степени влияния процессов циркуляции воздушных масс в атмосфере на формирование климата достигнуты определенные результаты, которые и используются в основном при формировании прогнозов погоды.

Сложнейшая система холодных и теплых, поверхностных и глубоководных течений, даже в своей поверхностной части, исследована явно недостаточно, для решения этих проблем в последнее время осуществляется целый ряд программ. Например, к ним относится международный эксперимент Аргос [4], в ходе которого изучаются как поверхностные, так и глубинные процессы с помощью более 3 тысяч приборов, которые передают накопленную информацию на спутник.

Примером неполноты знаний о вкладе течений в формирование климата служат явления Эль-Ниньо/Ла-Нинья. Эль-Ниньо обеспечивает рост температуры восточной половины экваториального Тихого океана на 4...5°C относительно средней температуры 25°C, при Ла-Нинья температура снижается на тоже значение относительно средней температуры. Явления Эль-Ниньо/Ла-Нинья оказывает серьезное влияние на климат стран бассейна Индийского океана, да и на климатические изменения на всей планете. При этом практически ничего неизвестно о причинах и периодичности этого явления.

При вращении Земли вокруг собственной оси и вокруг Солнца наблюдается изменения динамических характеристик: изменение скорости вращения Земли; взаимодействие гравитационных масс Земли, Луны и Солнца приводит к возникновению явления прецессии, в результате прецессии ось вращения Земли медленно описывает конус вокруг перпендикуляра к



плоскости эклиптики совершая один оборот за 26 тыс. лет; при определенных положениях Луны и Солнца относительно плоскости земного экватора наблюдаются нутации (от лат. nutatio – колебание) оси вращения Земли, складывающиеся из ряда небольших периодических колебаний. Многолетние и сезонные изменения динамических характеристик Земли оказывают влияние на интенсивность и характер атмосферной циркуляции, а также движение океанских течений, следовательно, на формирование погоды во всех регионах планеты, а также определенные воздействия на формирования климата.

#### **Литература**

1. Соловьев Л.П., Пронин В.А. Газовые выбросы и парниковый эффект // Экологические системы и приборы, №1, 2013.
2. Соловьев Л.П. Климатические изменения. Потепление или похолодание? // Экологические системы и приборы, №7, 2014.
3. Абдусаматов Х.И. Солнце диктует климат Земли. – СПб.: Изд-во «Logos», 2009.
4. Итоги шестнадцатой сессии Комиссии по атмосферным наукам (КАН) / Анталья, Турция, 20-26 ноября 2013 г. – Режим доступа: <http://meteoinfo.ru>