

4 (13) Декабрь 2014 г.

НАУКА И БЕЗОПАСНОСТЬ

Science and Safety

Ежеквартальный научный журнал



ISSN 2225-0360

**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ****Алексеева Е.Л.**ООО «ВЕЛД», кандидат
технических наук**Баталин Б.С.**Пермская государственная
сельскохозяйственная академия им.
Д.Н. Прянишникова, действительный
член Международной академии наук
экологии и безопасности
жизнедеятельности (МАНЭБ)
и действительный член Российской
Академии Естествознания, доктор
технических наук, профессор**Ерёмин А.К.**ООО «ВЕЛД», кандидат технических
наук**Клюев В.В.**Ассоциация производителей
диагностической техники
НО «СПЕКТР-ГРУПП», доктор
технических наук, профессор,
академик РАН**Кудрявцев А.П.**РААСН, профессор, кандидат
архитектуры**Махутов Н.А.**Научно-промышленный союз
«РИСКОМ» член-корреспондент РАН**Нашекин М.В.**ООО «ВЕЛД», кандидат
технических наук**Пермяков М.Б.**ФГБОУ ВПО «Магнитогорский
государственный технический
университет им. Г.И. Носова», доктор
PhD, кандидат технических наук**Пономарев В.Н.**ТП «Комплексная безопасность
промышленности и энергетики»,
ИБРАЭ РАН по стратегическому
развитию и инновациям, доктор
физико-математических наук,
профессор**Сенин С.Н.**Московский государственный
строительный университет,
кандидат технических наук**Теличенко В.И.**Московский государственный
строительный университет,
действительный член РААСН,
доктор технических наук, профессор**СОДЕРЖАНИЕ**

<i>Шульга С.Н.</i> Методика оценки живучести и определение остаточного ресурса подкраново-подстропильных ферм с трещиноподобными дефектами	2
<i>Шишкина Н.А.</i> Анализ аварий зданий и сооружений	34
<i>Алексеева Е.Л., Хлёткин А.Ю.</i> Изучение закономерностей физического износа несущих конструкций зданий энергетической и химической отраслей	43
<i>Пермяков М.Б., Орлюгло Н.А., Спиридонов А.А.</i> Влияние человеческого фактора на безопасность газопроводов	48
<i>Четверик Н.П.</i> Национальная технологическая инициатива. Предложения	52
<i>Комлева Е.В.</i> Место ядерных отходов: около Красноярска, Краснокаменска, Печенги или Ростова-на-Дону?	59
<i>Нищета С.А., Марков К.В., Нищета А.С.</i> Аварийное разрушение кирпичных стен и карнизов гражданских зданий	88
<i>Пакулев М.В., Федотов Я.О., Рыбин В.А., Родионов И.А.</i> Применение международного стандарта OHSAS 18001 для оптимизации работ по промышленной безопасности на современном предприятии	92
Авторы номера	96

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЖИВУЧЕСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ПОДКРАНОВО-ПОДСТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ С ТРЕЩИНОПОДОБНЫМИ ДЕФЕКТАМИ

Шульга
Степан Николаевич

Начальник отдела экспертизы зданий и сооружений
ОАО «Магнитогорский ГИПРОМЕЗ»,
г.Магнитогорск, Челябинская область

АННОТАЦИЯ

Подкраново-подстропильные фермы являются комбинированными системами с несущей функцией покрытия и подкрановых путей. Методика оценки живучести и ресурса основана на исследовании живучести и параметров трещиностойчивости ППФ с учётом специфики этой конструкции, также в ней изложены особенности методов и инструментов обследования подкраново-подстропильных ферм.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Подкраново-подстропильные фермы, Живучесть, Остаточный ресурс, Трещиностойкость, Коэффициент интенсивности напряжений

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований

Нормальная эксплуатация – эксплуатация, осуществляемая (без ограничений) в соответствии с предусмотренными в нормах или заданиях на проектирование технологическими или бытовыми условиями.

Надежность строительного объекта – свойство строительного объекта выполнять заданные функции в течение требуемого промежутка времени.

Нагрузочный эффект – усилия, напряжения, деформация, раскрытия трещин, вызванные силовыми воздействиями.

Эксплуатация здания или сооружения – использование здания или сооружения по функциональному назначению с проведением необходимых мероприятий по сохранению состояния конструкций, при котором они способны выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации.

Предельные состояния – состояния, при которых конструкция, основание (здание или сооружение в целом) перестают удовлетворять заданным эксплуатационным требовани-

ям или требованиям при производстве работ (возведении).

ГОСТ Р 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований

Долговечность – способность строительного объекта сохранять физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию в течение расчетного срока службы при надлежащем техническом обслуживании.

Надежность строительного объекта – способности строительного объекта выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации.

Расчетный срок службы – установленный в строительных нормах или в задании на проектирование период использования строительного объекта по назначению до капитального ремонта и (или) реконструкции с предусмотренным техническим обслуживанием. Расчетный срок службы отсчитывается от начала эксплуатации объекта или возобновления его эксплуатации после капитального ремонта или реконструкции.

Строительная конструкция – часть здания или сооружения, выполняющая опреде-

ленные несущие, ограждающие или эстетические функции.

Техническое обслуживание и текущий ремонт – комплекс мероприятий, осуществляемых в период расчетного срока службы строительного объекта, обеспечивающих его нормальную эксплуатацию.

Эксплуатация несущих конструкций объекта – комплекс мероприятий по поддержанию необходимой степени надежности конструкций в течение расчетного срока службы объекта в соответствии с требованиями нормативных и проектных документов.

Прогрессирующее (лавинообразное) обрушение – последовательное (цепное) разрушение несущих строительных конструкций, приводящее к обрушению всего сооружения или его частей вследствие начального локального повреждения.

ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.

Исправное состояние – состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Неисправное состояние – состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Работоспособное состояние – состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Неработоспособное состояние – состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Ресурс – суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

Остаточный ресурс – суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние.

Живучесть – свойство объекта, заключающееся в его способности выполнять заданное назначение в процессе неблагоприятных воздействий на весь объект или отдельные его компоненты, поддерживая в допустимых пределах свои эксплуатационные показатели.

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость исследования живучести такой масштабной и многофункциональной системы, как подкраново-подстропильная ферма (ППФ) продиктована рядом проблемами:

Во-первых, возрастание масштабов и стоимости систем приводит к значительному росту ущербов от длительного отключения даже части системы, увеличению доли технологически связанных нарушений работоспособности, а следовательно, масштабов «поражения» системы.

Во-вторых, в больших системах возрастают сложность и трудоемкость восстановительных операций. Поэтому стремление к уменьшению размеров «поражения» системы одновременно является стремлением к созданию более благоприятных условий для восстановления требуемого уровня функционирования.

Кроме того, существует проблема быстрого и оптимального включения сохранившихся в системе ресурсов в интересах выполнения жизненно важных функций системы после сильного на нее воздействия.

Решение этих проблем требует от системы новых качеств, которыми она может и не располагать, если спроектирована для работы только в нормальных условиях эксплуатации.

Решение этой задачи заключается в определении математических и физических моделей сложных технологических рабочих и аварийных процессов ППФ для анализа условий перехода от штатных состояний к условиям возникновения и развития аварий.

Такие модели характеризуются многоуровневой структурой, затрагивающей глобальные, локальные и объектовые аспекты безопасности. Результатом построения моделей является построение «деревя неисправностей». Анализ дерева неисправностей является одним из методов идентификации опасностей и оценки риска.

Количественные характеристики моделей аварийных процессов и их развитие по определённым сценариям осуществляются на базе фундаментальных закономерностей физики, химии и механики катастроф, алгебры логики. При этом стадии возникновения и развития аварийных ситуаций характеризуются различными сочетаниями физических, химических и механических поражающих и повреждающих факторов.

Теория, техника и технология предупреждения аварий ППФ и несущих конструкций покрытия производственных зданий включают в себя анализ новых предельных состояний при наиболее сложных сценариях развития аварийных ситуаций с учётом первичных и вторичных факторов повреждений в основном металле, металле сварных швов, в болтовых соединениях, развитие методов и создание систем оперативной диагностики аварийных ситуаций и поврежденных состояний в случае возникновения техногенных аварий.

Механика катастроф и нелинейная механика деформирования принимались в качестве научной основы для:

- анализа источников возникновения и сценариев развития аварийных ситуаций;
- разработки рекомендаций для проектирования ППФ по критериям живучести;
- принятия решений о допустимости реализации проектов, возможной эксплуатации и

продлении ресурса безопасной эксплуатации.

Расчётное обоснование безопасности несущих конструкций ППФ выполняется поэтапно, с учётом:

- прочности, жёсткости и устойчивости (применение методов сопротивления материалов);
- выносливости, долговечности (применение методов теории много- и малоциклового усталости);
- динамической прочности и ресурса (с применением методов динамики деформирования и разрушения);
- трещиностойкости живучести (с применением методов линейной и нелинейной механики разрушения).

1. ЦЕЛЬ МЕТОДИКИ

Прикладной задачей исследования живучести является определение возможности каскадного разрушения конструкции и разработки мероприятий по обеспечению комплексной безопасности ППФ по критериям прочности, ресурса, безопасности с использованием приемлемых и управляемых рисков на стадии проектирования, эксплуатации и при реализации восстановительных работ в условиях непрерывного производственного процесса.

2. МЕТОДИКА ОБСЛЕДОВАНИЯ ППФ С НЕРАЗРЕЗНЫМ НИЖНИМ ПОЯСОМ

Комплексное обследование промышленного здания в настоящее время регламентируется действующим ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга зданий и сооружений». Учитывая особенность конструкций ППФ с неразрезным нижним поясом, имеется специфика их обследования:

- значительная протяжённость сварных швов этих конструкций (длина только одной ППФ с неразрезным коробчатым нижним поясом может быть более 200 м);

- наличие фрикционных соединений на высокопрочных болтах;
- наличие в пролёте источников повышенного тепловыделения;
- обследование выполняется в условиях действующего производственного процесса;
- наличие работающих мостовых кранов грузоподъёмностью до 500 т.

Комплексное обследование ППФ включает:

- измерение необходимых для выполнения целей обследования геометрических параметров конструкций, их элементов и узлов;
- инженерно-геологические изыскания;
- инструментальное определение параметров дефектов и повреждений;
- определение фактических характеристик материалов основных несущих конструкций и их элементов;
- измерение параметров эксплуатационной среды, присущей технологическому процессу в здании и сооружении;
- определение реальных эксплуатационных нагрузок и воздействий, воспринимаемых обследуемыми конструкциями с учетом влияния деформаций грунтов основания;
- определение реальной расчетной схемы здания или сооружения и его отдельных конструкций;
- определение расчетных усилий в несущих конструкциях, воспринимающих эксплуатационные нагрузки;
- поверочный расчет несущей способности конструкций по результатам обследования;
- анализ причин появления дефектов и повреждений в конструкциях;
- составление итогового документа (заключения) с выводами по результатам обследования.

2.1. Обследование сварных швов ППФ

Сварные швы ввиду значительной их длины в конструкции ППФ обследуются в несколько этапов.

На первом этапе выполняется визуально-измерительный контроль.

Визуально-измерительный контроль (ВИК) – это один из методов неразрушающего контроля оптического вида. Он основан на полу-

чении первичной информации о контролируемом объекте при визуальном наблюдении или с помощью оптических приборов и средств измерений. Это органолептический контроль, т.е. воспринимаемый органами чувств (органами зрения). ГОСТ 23479-79 «Контроль неразрушающий. Методы оптического вида» устанавливает требования к методам контроля оптического вида.

Визуальный метод контроля позволяет обнаруживать несплошности, отклонения размера и формы от заданных более 0,1 мм при использовании приборов с увеличением до $\times 10$.

Визуальный контроль, как правило, производится невооруженным глазом или с использованием увеличительных луп до $\times 7$. В сомнительных случаях и при техническом диагностировании допускается применение луп с увеличением до $\times 20$.

Перед проведением визуального контроля поверхность в зоне контроля должна быть очищена от ржавчины, окалина, грязи, краски, масла, брызг металла и других загрязнений, препятствующих осмотру.

При визуально-измерительном контроле сварных швов зоной контроля являются сварной шов и прилегающие к нему участки основного металла на ширине не менее 200 мм в каждую сторону от шва с двух поверхностей, если обе они доступны для осмотра.

На втором этапе выполняется детализированное изучение выявленных дефектов с уточнением их параметров: определены их границы, ширина раскрытия, глубины.

Для решения этих задач наиболее эффективным методом для замеров границ трещиноподобных дефектов оказался капиллярный.

2.2 Обследование соединений на высокопрочных болтах

Обследование фрикционных соединений выполняется согласно руководству [1]. Особенностью фрикционных соединений на высокопрочных болтах является то, что усилия воспринимаются не срезом болтов и смятием стенки, а силами трения, возникающими между соприкасающимися поверхностями, стянутыми высокопрочным болтом. В связи с

этим величина натяжения высокопрочных болтов и качество подготовки фрикционных поверхностей соединяемых элементов являются решающими и контролируются во время проверки. Недостаточное натяжение высокопрочных болтов во фрикционных соединениях может привести к «проскальзыванию» элементов, при этом болты будут работать на срез, элементы – на смятие. Кроме того, возможно нарушение геометрической формы за счет взаимного смещения элементов – болты будут вступать в работу неравномерно, так как разница диаметров отверстий и болтов может достигать 6 мм и возможны случаи очередного разрушения болтов.

Контроль за состоянием высокопрочных болтов и соединяемых элементов производится визуально и заключается в проверке наличия болтов в узлах, а также в выборочной проверке их натяжения и сохранности

(отсутствие трещин, порывов) соединяемых элементов. Проверяются болты в каждом десятом узле (10% узлов). При последующих проверках проверяются не проверенные ранее узлы.

В процессе инструментальной проверки контролируется натяжение болтов (табл.1). Контроль натяжения болтов осуществляется по моменту закручивания динамометрическими ключами. В дополнение к этому контролируются зазоры между элементами фрикционных соединений. Проверка зазоров осуществляется набором шупов.

В случае выявления дефектов аварийного характера, когда в соединении ослаблено более 10% болтов, отсутствуют более 10% болтов, а также обнаружения трещин или порывов в соединяемых конструкциях немедленно должны быть приняты меры по их устранению.

Таблица 1

Таблица контроля натяжения болтов

Временное сопротивление, МПа (кгс/см ²)	Диаметр болтов, мм	Усиление натяжения болтов, кН (тс)	Момент закручивания, Нм (кгс·м)	
			K=0,18	K=0,12
1100 (110)	16	121 (12,1)	349 (35)	232 (23)
	20	188 (18,8)	677 (68)	451 (45)
	22	233 (23,3)	922 (92)	615 (62)
	24	271 (27,1)	1170 (117)	780 (78)
	27	353 (35,3)	1714 (171)	1144 (114)

2.3. Тепловизионный контроль

Для исследования тепловых воздействий на ППФ целесообразно выполнять тепловизионный контроль. Тепловизионное обследование ППФ выполняется в соответствии с ГОСТ Р 54852-2011 «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций».

Метод основан на дистанционном измерении тепловизором полей температур контролируемых поверхностей. Перепады температур возникают при наличии источников тепловыделения технологического оборудования, а также в результате неравномерного распределения температуры конструкций внутри самого здания в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Измерения выполня-

ются как в зимнее время года (выявляется максимальный перепад температур), так и в летнее (определяется максимальный нагрев конструкции от температуры наружного воздуха и технологического оборудования).

2.4. Исследование напряжённо-деформированного состояния

Для контроля напряжённо-деформированного состояния допускается использование нескольких методов:

- метод тензометрии;
- рентгенографический метод;
- магнитные методы;
- резистивный электроконтактный метод НК;
- акустические методы.

Метод тензометрии получил широкое распространение в практике исследования НДС металлоконструкций. Метод тензометрии, являющийся основным в экспериментальном определении напряжений при испытаниях, заключается в измерении при помощи специальных точных приборов, называемых тензодатчиками, деформаций в какой-либо точке (зоне) элемента конструкции и нахождении по величине этих деформаций, используя зависимость Гука, величин напряжений. Деформации, измеряемые на отрезке, длина которого до деформации называется базой S , при работе в упругой стадии характеризуются малыми величинами.

Тензодатчиками измеряют абсолютное удлинение (укорочение) ΔS , и по ним определяют среднюю относительную деформацию. Для того чтобы средняя относительная деформация точнее отражала истинную, база S должна быть по возможности короткой.

При линейном напряженном состоянии для определения напряжения достаточно измерить ΔS на базе, расположенной вдоль элемента.

По полученной в результате измерений относительного удлинения ε и известному модулю упругости E вычисляют величину $\sigma = \varepsilon E$.

В случае плоского напряженного состояния в данной точке измеряют деформации в двух или трех направлениях. Когда известны направления главных напряжений σ_1 и σ_2 , достаточно провести измерения на базах, расположенных вдоль σ_1 и σ_2 . Определив главные деформации ε_1 и ε_2 , вычисляют величины главных напряжений по формулам:

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \frac{E}{1-\mu^2} (\varepsilon_1 + \mu\varepsilon_2); \\ \sigma_2 &= \frac{E}{1-\mu^2} (\varepsilon_2 + \mu\varepsilon_1).\end{aligned}\quad (1)$$

где μ – коэффициент Пуассона.

Когда направления главных напряжений неизвестны, необходимо получить данные о деформациях в трех направлениях. Обычно одно из направлений выбирают произвольно, а два других – под углами 45 и 90° или 60 и 120° к нему.

В настоящее время тензометрирование проводят в основном с помощью струнных и электротензодатчиков.

Принцип работы струнных тензодатчиков основан на зависимости собственной частоты колебания струны от степени ее натяжения. Струнные тензодатчики обеспечивают точность измерений, сравнимую с точностью тензорезисторных преобразователей, но имеют относительно дорогую и сложную конструкцию.

Метод электротензометрии наиболее исследован и широко применяется во многих отраслях промышленности. Он основан на зависимости омического сопротивления проводника от его деформации. Существуют три основных вида тензорезисторов: проволочный, фольговый, полупроводниковый.

Рентгенографический метод основан на прецизионном измерении межплоскостных расстояний кристаллической решетки материала, определяемых по положениям дифракционных линий рентгеновских лучей, по уравнению Вульфа-Брэгга [2]. В данном методе речь идет об измерении деформаций, которые затем переводят в напряжения, используя закон Гука. Рентгенографический метод позволяет осуществить прямые измерения деформаций кристаллической решетки нагруженных деталей, т.е. определить как остаточные напряжения, так и напряжения от действующей нагрузки.

Магнитные методы оценки параметров НДС базируются на магнитоупругом эффекте – изменении намагниченности тела под действием механических напряжений [3-5].

Магнитная память металла – последствие, которое проявляется в виде остаточной намагниченности металла изделий и сварных соединений, сформировавшейся в процессе их изготовления и охлаждения в слабом магнитном поле или в виде необратимого изменения намагниченности изделий в зонах концентрации напряжений и повреждений от рабочих нагрузок.

Метод магнитной памяти металла (МПМ) – метод неразрушающего контроля, основанный на регистрации и анализе распределения собственных магнитных полей рассеяния

(СМПР), возникающих на изделиях и оборудовании в зонах концентрации напряжений (ЗКН) и дефектов металла. При этом СМПР отображают необратимое изменение намагниченности в направлении действия максимальных напряжений от рабочих нагрузок, а также структурную и технологическую наследственность деталей и сварных соединений после их изготовления и охлаждения в слабом магнитном поле, как правило, в поле Земли. В методе МПМ используются естественная намагниченность и последствие, которое проявляется в виде магнитной памяти металла к фактическим деформациям и структурным изменениям в металле изделий и оборудования.

Физические основы метода МПМ:

- магнитоупругий эффект – изменение индукции в ферромагнетике, находящемся во внешнем магнитном поле под действием механических нагрузок;
- магнитомеханический эффект – изменение вектора остаточной намагниченности ферромагнитного изделия в направлении действия максимальных напряжений и соответственно, СМПР, измеряемого при контроле;
- магнитопластика – эффект формирования доменов и доменных границ на скоплениях дислокаций в зонах концентрации напряжений;
- эффект рассеяния магнитного поля структурными и механическими неоднородностями в условиях естественной намагниченности металла.

Магнитные параметры, используемые при контроле методом МПМ:

- нормальная и/или тангенциальная составляющая СМПР – H_r ;
- градиент магнитного поля по длине (dH_r/dx) или по базе между каналами измерений.

Методом МПМ определяют:

- зоны концентрации напряжений – основные источники развития повреждений;
- микро- и макродефекты на поверхности и в глубинных слоях металла.

Резистивный электроконтактный метод НК основан на измерении электрического сопротивления на участке поверхностного слоя металла при подаче к нему переменного тока.

Известно, что при подаче к поверхности проводника переменного тока высокой частоты наблюдается скин-эффект, при котором токи высокой частоты сосредотачиваются у поверхности проводника, ближайшей к источникам поля, вызывающим появление токов.

Обнаружен эффект изменения электрического сопротивления ферромагнитной стали при изменении напряженного состояния за счет изменения магнитной проницаемости. Получена зависимость электрического сопротивления, измеряемого в поверхностном слое стальных элементов при пропускании через него электрического тока, от эксплуатационных одноосных механических напряжений растяжения-сжатия.

Акустические методы связаны с распространением упругих колебаний и широко применяются для изучения физико-механических характеристик твердых тел. Упругая волна, распространяющаяся в твердом теле, характеризуется амплитудой колебаний, их фазой и частотой, волновыми векторами и векторами поляризации. По параметрам распространения упругой волны можно судить о физических свойствах и техническом состоянии твердых тел. Высокая проникающая способность ультразвуковых колебаний обусловила широкое использование ультразвука при исследовании конструкционных материалов.

Акустические методы измерения механических напряжений в твердых телах основаны на использовании закономерностей распространения упругих волн в предварительно напряженных телах. Эти методы позволяют отдельно определять главные напряжения непосредственно в конструкциях без дополнительных процедур разгрузки. Они обладают достаточно высокой разрешающей способностью, обеспечивают оперативность контроля, позволяют измерять не только поверхностные напряжения, но и напряжения, действующие внутри материала.

В твердых телах можно возбудить различные виды колебаний. При приложении к изотропному материалу нагрузки вдоль определенного направления, возникает слабая искусственная анизотропия его упругих

свойств. В случае распространения в таком материале произвольной сдвиговой волны в направлении, перпендикулярном приложенному напряжению, образуются две чисто сдвиговые волны со взаимно-перпендикулярными векторами поляризации, т.е. наблюдается двойное лучепреломление. При этом направление поляризации одной волны параллельно направлению приложенной нагрузки, а другой – перпендикулярно этому направлению. Распространяющиеся волны имеют разные скорости, поэтому по мере прохождения толщи материала меняется разность их фаз. Если сдвиговая волна распространяется вдоль приложенного напряжения, то двойного лучепреломления не происходит. В этом случае напряжение можно определить только путем сравнения скоростей продольных или сдвиговых волн до и после приложения нагрузки. Развитие такого метода позволило определять напряжения в стержневых деталях, в том числе в болтах и шпильках.

Таким образом, одноосное напряжение в твердом теле может быть определено: по разности фаз волн, образовавшейся в результате двойного лучепреломления; по различию скоростей распространения упругих волн в двух специально выбранных направлениях; по изменившейся скорости распространения.

Наиболее распространены методы определения механических напряжений, основанные на измерении скорости ультразвука (УЗ). Для оценки упругих напряжений акустическим методом используют эффект акустоупругости, который отражает нелинейную связь между напряжениями и деформациями и, как следствие, влияние напряжений на скорости упругих волн. Зависимость скоростей упругих волн от напряжений – нелинейная, так как в линейной теории упругости они полностью определяются модулями упругости и плотностью среды. Эта зависимость весьма слабая ввиду малой нелинейности твердых тел по сравнению с жидкостями или газами. Для того чтобы определять напряжения, действующие в конструкционных материалах, с погрешностью 10% и менее предела текучести, требуются прецизионные измерения ско-

ростей ультразвуковых волн с относительной погрешностью 0,01-0,1%.

Для определения плоского напряженного состояния детали наиболее удобно использовать волны, распространяющиеся по нормали к плоскости действия напряжений. В изотропном материале без напряжений скорость распространения сдвиговой волны будет одна и та же при любой ориентации плоскости ее поляризации. Акустическая анизотропия напряженного материала проявляется в запрете на линейную поляризацию тех сдвиговых волн, которые на входе в среду не поляризованы вдоль направлений действия главных механических напряжений. Разность скоростей разрешенных сдвиговых волн будет пропорциональна разности главных напряжений.

2.5 Исследование свойств стали конструкций

Для проведения исследований механических характеристик стали был произведен отбор фрагмента крестового соединения из опорных частей ППФ и ОНРС ККЦ ММК.

Химический состав стали был определен согласно следующим нормативным документам: ГОСТ 12344-78, ГОСТ 12345-80, ГОСТ 12346-78, ГОСТ 12347-77, ГОСТ 12348-78, ГОСТ 12350-78, ГОСТ 12351-81, ГОСТ 12355-78, ГОСТ 12356-81, ГОСТ 12357-84, ГОСТ 12358-82, ГОСТ 12359-81, ГОСТ 18895-81, ГОСТ 20560-81.

2.6 Геодезия и инструментальный контроль пространственного положения

Определение пространственного положения исследуемых ППФ необходимо выполнять с помощью тахеометра или сканера-тахеометра отражательным на призму и безотражательным способами.

Электронный тахеометр автоматически снимает отсчеты, измеряет расстояния и вычисляет координаты точек, после чего заносит их во внутреннюю память прибора.

Тахеометры разделяются на три группы – это технические, инженерные и роботизиро-

ванные. Технические тахеометры во внутреннем программном обеспечении содержат базовый набор функций и приложений. Это установка станции, вынос точек, простейшие задачи.

Роботизированные тахеометры имеют сервомоторы и могут сами наводиться на цель. Такие системы необходимы в сложных системах мониторинга.

Основные компании, производящие электронные тахеометры, - это Trimble, Spectra Precision, Nikon, Sokkia, Topcon и Leica.

2.7. Мониторинг и его методика

На основании выполненного обследования ППФ и при обнаружении трещиноподобных дефектов выполняется их мониторинг.

Мониторинг исследуемых ППФ рекомендуется осуществлять с периодичностью 1 раз в три месяца (четыре этапа в год). Мониторинг трещин в нижнем поясе ППФ главным образом позволяет выявить закономерность их образования и развития. Наиболее эффективным методом выявления трещин в ППФ с неразрезным нижним поясом является капиллярный метод.

На каждой стадии мониторинга технического состояния, т.е. контроля процессов, протекающих в конструкциях объектов, проводятся следующие работы:

- определение текущих динамических параметров объекта и сравнение их с аналогичными, измеренными на предыдущем этапе;
- фиксация степени изменения ранее выявленных дефектов и повреждений конструкций объекта и выявление вновь появившихся дефектов и повреждений;
- проведение повторных необходимых измерений деформаций, наклонов, прогибов и

- т.п. и сравнение с полученными на предыдущем этапе аналогичными величинами;
- анализ полученной на промежуточном этапе информации и составление заключения о текущем техническом состоянии объекта.

2.8. Применение капиллярного метода в процессе выявления дефектов

Капиллярный метод неразрушающего контроля (ГОСТ 18442-80) основан на капиллярном проникновении внутрь дефекта индикаторной жидкости, хорошо смачивающей материал объекта контроля (ОК) с последующей регистрацией индикаторных следов (рис.1).

Данный метод пригоден для выявления несплошностей с поперечными размерами 0,1-500 мкм, в том числе сквозных, на поверхности металлов и широко применяется для контроля целостности сварного шва.

Красящий пенетрант наносится на контролируемую поверхность. Благодаря особым качествам, которые обеспечиваются подбором определенных физических свойств пенетранта: поверхностного натяжения, вязкости, плотности, он под действием капиллярных сил проникает в мельчайшие дефекты, имеющие выход на поверхность объекта контроля. Проявитель, наносимый на поверхность объекта контроля через некоторое время после осторожного удаления с поверхности пенетранта, растворяет находящийся внутри дефекта краситель и за счет диффузии «вытягивает» оставшийся в дефекте пенетрант на поверхность объекта контроля. Имеющиеся дефекты видны достаточно контрастно. Индикаторные следы в виде линий указывают на трещины или царапины, отдельные точки – на поры.

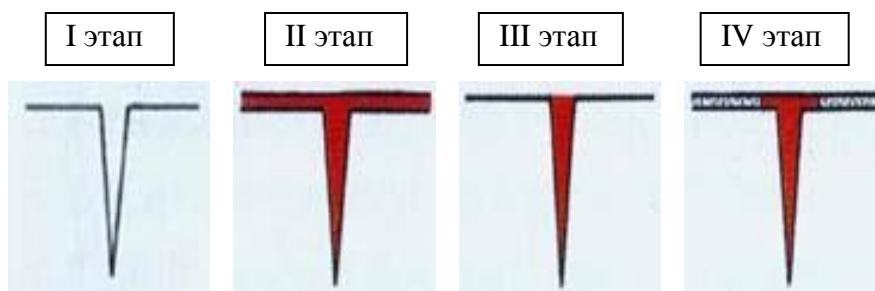


Рис. 1. Схема процесса обнаружения дефектов капиллярным методом

Процесс обнаружения дефектов капиллярным методом разделяется на пять стадий.

1 стадия – предварительная очистка поверхности. Чтобы краситель мог проникнуть в дефекты на поверхности, ее предварительно следует очистить водой или органическим очистителем. Все загрязняющие вещества (масла, ржавчина и т.п.) и любые покрытия (ЛКП, металлизация) с контролируемого участка должны быть удалены. После зачистки поверхность высушивается, чтобы внутри дефекта не оставалось воды или очистителя.

2 стадия – нанесение пенетранта. Пенетрант, обычно красного цвета, наносится на поверхность путем распыления или кистью для хорошей пропитки и полного покрытия пенетрантом. Как правило, при температуре 5-50°С, на время 5-30 мин.

3 стадия – удаление излишков пенетранта. Избыток пенетранта удаляется протиркой салфеткой, промыванием водой или тем же очистителем, что и на стадии предварительной очистки. При этом пенетрант должен быть удален лишь с поверхности, но никак не из полости дефекта. Поверхность далее высушивается салфеткой без ворса или струей воздуха. При использовании очистителя есть риск вымывания пенетранта и неправильной его индикации.

4 стадия – нанесение проявителя. После просушки на контролируемую поверхность сразу же наносится проявитель, обычно белого цвета. Он наносится тонким ровным слоем.

5 стадия – контроль. Инспектирование начинается непосредственно после окончания процесса проявки и заканчивается согласно разным стандартам не более чем через 30 мин. Интенсивность окраски говорит о глубине дефекта: чем бледнее окраска, тем дефект мельче. Яркую окраску имеют глубокие трещины. После проведения контроля проявитель удаляется водой или очистителем.

Наиболее удобны такие распылители, как, например аэрозольные баллоны. После нанесения проявителя следует выждать время от 5 мин для крупных дефектов до 1 часа для мелких. Дефекты будут проявляться как красные следы на белом фоне.

Сквозные трещины на тонкостенных изделиях можно обнаруживать, нанося проявитель и пенетрант с разных сторон изделия. Прошедший насквозь краситель будет хорошо виден в слое проявителя.

Согласно ГОСТ 18442-80 класс чувствительности контроля определяется в зависимости от размера выявляемых дефектов. В качестве параметра размера дефекта принимается поперечный размер дефекта на поверхности объекта контроля – так называемая ширина раскрытия дефекта. Нижний порог чувствительности, т.е. минимальная величина раскрытия выявленных дефектов, ограничивается тем, что весьма малое количество пенетранта, задержавшееся в полости небольшого дефекта, оказывается недостаточным, чтобы получить контрастную индикацию при данной толщине слоя проявляющего вещества. Существует также верхний порог чувствительности, который определяется тем, что из широких, но неглубоких дефектов пенетрант вымывается при устранении его излишков на поверхности.

Установлено пять классов чувствительности (по нижнему порогу) в зависимости от размеров дефектов.

За рубежом установлены другие шкалы чувствительности пенетрантов. Например, в немецком промышленном стандарте DIN 54 152 чувствительность пенетрантов разделяется на четыре класса, но шкала чувствительности обратная.

2.9. Замеры твердости и коэрцитивной силы

Твердость отражает многие эксплуатационные свойства материалов, в том числе сопротивляемость истиранию, режущие свойства, способность выдерживать местные давления, способность обрабатываться резанием, механические свойства (предел текучести, временное сопротивление) при растяжении и т.д.

Однако в последнее время внимание к твердости резко возросло в связи с использованием этой характеристики для оценки степени деградации и повреждаемости материа-

ла под воздействием эксплуатационных факторов. Твердость – это способность материала сопротивляться внедрению в него другого более твердого тела. Для определения твердости используют статические (Бринелля, Виккерса, Роквелла, микротвердости), динамические (Шора, Польди и др.) и кинетические методы.

Основным экспресс-методом при изучении свойств металла исследуемых ППФ является метод Бринелля.

Определение твердости по методу Бринелля основано на вдавливании в исследуемый материал стального шарика стандартного диаметра (10, 5 и 2,5 мм) и последующем измерении диаметра отпечатка (рис. 2). Твердость по Бринеллю:

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{P}{\pi R(D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \quad (2)$$

где D , R – диаметр и радиус шарика соответственно, мм;

d – диаметр полученного на поверхности материала отпечатка, мм;

P – приложенная нагрузка при вдавливании шарика, кг;

F – площадь отпечатка, мм².

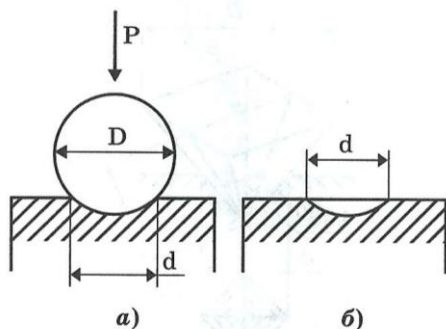


Рис. 2. Схема определения твердости по методу Бринелля:
а – испытание; б – замер отпечатка

Размеры шариков выбирают в зависимости от толщины исследуемых материалов. Нагрузка на шарик выбирается в зависимости от сопротивления материала пластическому деформированию. Время действия нагрузки на шарик варьируется от 10 с для черных металлов до 30 или 60 с для цветных.

Для удобства пользования при измерении твердости пользуются таблицами, рассчитанными по приведенной выше формуле. Определение твердости по методу Бринелля выполняется в соответствии с ГОСТ 9012-59 «Металлы. Метод измерения твёрдости по Бринеллю» и рекомендуется для материалов, твердость которых не превышает 450 МПа.

2.10 Метод магнитной памяти металла

Для определения экспресс методом напряженно-деформированного состояния исследуемых ППФ применен метод магнитной памяти металла.

Метод магнитной памяти металла регламентирован ГОСТ Р 52005-2003 «Контроль неразрушающий. Метод магнитной памяти металла. Общие требования».

Магнитная память металла – это эффект магнитной памяти деформации металла, обусловленной ориентированными внутренними напряжениями. Уникальность метода магнитной памяти металла (МПМ) заключается в том, что он основан на использовании эффекта возникновения высокой намагниченности металла в зонах больших деформаций металла элементов конструкций, обусловленных действием рабочих нагрузок.

Основные практические преимущества этого метода диагностики по сравнению с известными магнитными и другими традиционными методами неразрушающего контроля (НК), следующие:

- применение метода не требует специальных намагничивающих устройств, так как используется явление намагничивания узлов конструкций в процессе их работы;
- места концентрации напряжений от рабочих нагрузок, заранее не известные, определяются в процессе их контроля;
- зачистки металла и другой какой-либо подготовки контролируемой поверхности не требуется;
- для выполнения контроля по предлагаемому методу используются приборы, имеющие малые габариты, автономное питание и регистрирующие устройства.

Основная задача метода МПМ – определение на объекте контроля наиболее опасных участков и узлов, характеризующихся зонами КН. Затем с использованием, например, УЗД в зонах КН определяется наличие конкретного дефекта.

Метод МПМ – метод неразрушающего контроля, основанный на регистрации и анализе распределения собственных магнитных полей рассеяния (СМПР) на поверхности изделий с целью определения зон концентрации напряжений, дефектов, неоднородности структуры металла и сварных соединений.

Собственное магнитное поле рассеяния изделия (СМПР) – магнитное поле рассеяния, возникающее на поверхности изделия в зонах устойчивых полос скольжения дислокаций под действием рабочих или остаточных напряжений или в зонах максимальной неоднородности структуры металла на новых изделиях.

Для отдельных деталей и изделий, а также для сварных соединений метод МПМ основан на регистрации СМПР, возникающих в зонах концентрации остаточных напряжений. В процессе изготовления любых ферромагнитных изделий (плавка, ковка, термическая и механическая обработка) механизм формиро-

вания реальной магнитной текстуры происходит одновременно с кристаллизацией при охлаждении, как правило, в магнитном поле Земли. В местах наибольшей концентрации дефектов кристаллической решётки (например, скоплений дислокаций) и неоднородностей структуры образуются доменные границы с выходом на поверхность изделия в виде линий смены знака нормальной составляющей СМПР. Эти линии соответствуют сечению детали с максимальным магнитным сопротивлением и характеризуют зону максимальной неоднородности структуры металла и, соответственно, зону максимальной концентрации внутренних напряжений (ЗКН).

Магнитная память металла характеризуется значением коэрцитивной силы.

Коэрцитивная сила (H_c , А/см) – напряженность магнитного поля, необходимая для полного размагничивания предварительно намагниченного до насыщения ферромагнетика.

Размерность H_c выражается в А/м или А/см. Последняя размерность чаще используется в отечественной практике магнитного контроля как при построении корреляционных зависимостей, так и в измерительной технике.

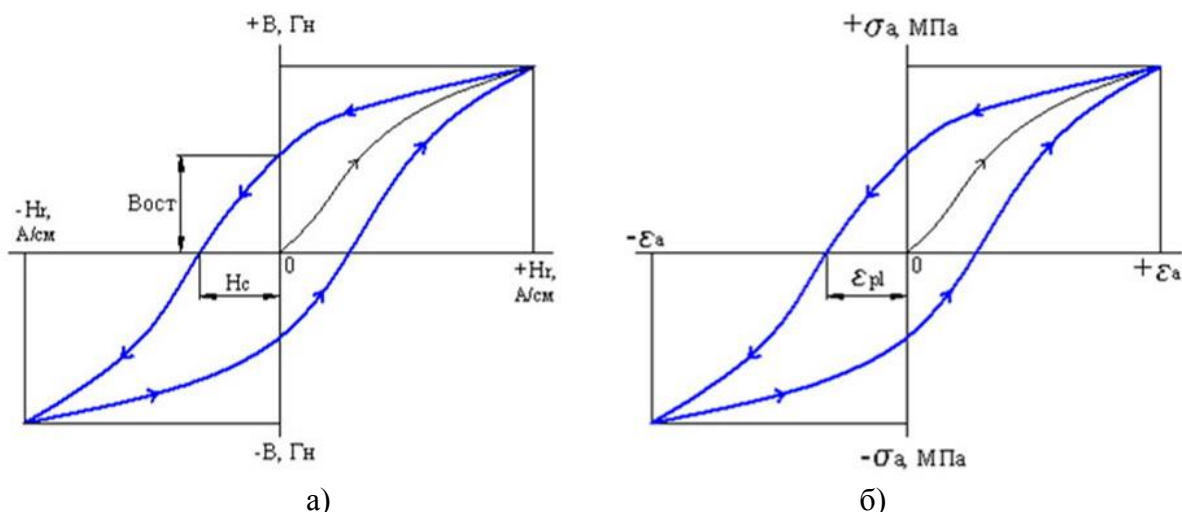


Рис. 3. Диаграмма зависимости намагничивания (H_c) и магнитной индукции (B):
а – магнитная петля гистерезиса, где H_c – коэрцитивная сила (А/см);
 $B_{ост}$ – остаточная индукция (Гн); K – циклический коэффициент напряжения;
б – деформационная петля гистерезиса, где $\epsilon_{пл}$ – остаточная деформация (см);
 σ_a – амплитуда нагружений (МПа); n – циклический коэффициент упрочнения

Поэтому при наличии корреляционных зависимостей между H_c и пластической деформацией по величине коэрцитивной силы можно вести контроль накопления повреждений в металле, упругопластической деформации металла, а также прогнозировать усталостную долговечность металла. Все эти зависимости выводились и выводятся экспериментальным путем.

Величина коэрцитивной силы определяется механизмом перемагничивания и является структурно-чувствительной характеристикой материала. На H_c влияют суммарная удельная поверхность зерен, остаточные механические напряжения, дефектность материала. Чем больше дефектность материала и меньше однородность структуры, тем больше коэрцитивная сила H_c и, соответственно, меньше магнитная проницаемость. Это связано с тем, что наличие в образцах различных примесей, дефектов кристаллической решетки затрудняет движение границ магнитных доменов.

Замеры коэрцитивной силы выполнены структуроскопом КРМ-Ц-К2М. Методологической основой работы данного прибора яв-

ляется межгосударственный (СНГ) стандарт ГОСТ 30415-96 «СТАЛЬ. Неразрушающий контроль механических свойств и микроструктуры магнитным методом».

3. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Система, обладающая свойством живучести, проявляет его в свойстве постепенной деградации, возникающем благодаря введению как пассивных, так и активных средств обеспечения живучести (СОЖ). Информация о первичных последствиях поступает к СОЖ, включающим в себя средства контроля работоспособности, средства аварийной защиты, средства реконфигурации и управления. Действие СОЖ оказывает влияние на развитие первичных последствий и в зависимости от интенсивности процессов в системе, конкретных внешних условий функционирования, эффективности СОЖ система в конечном счете переходит в одно из возможных устойчивых состояний. По своей природе этот переходный процесс является стохастическим.

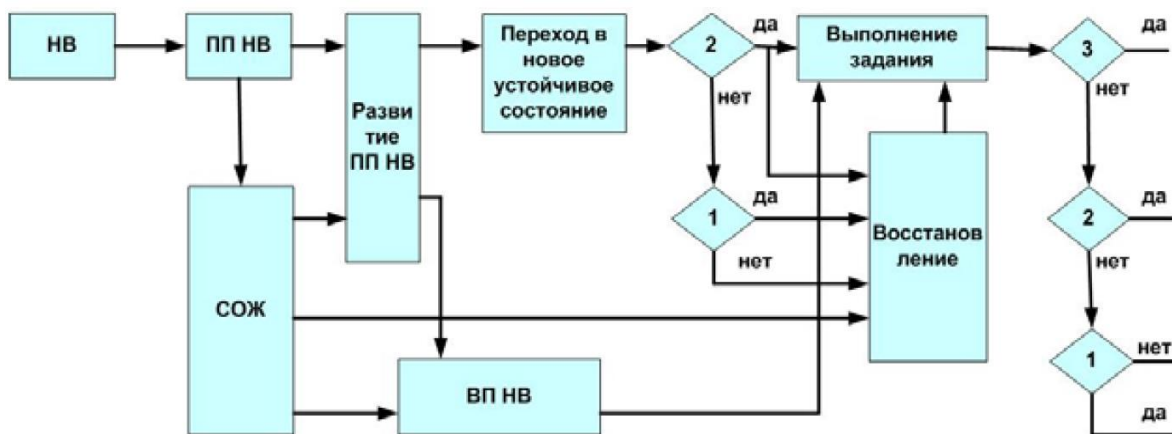


Рис. 4. Принципиальная схема обеспечения живучести ППФ после неблагоприятных воздействий:
ПП – первичные последствия; ВП – вторичные последствия;
1 – авария; 2 – работоспособно; 3 – выполнение задания

После перехода в новое состояние выполняется оценка первичных последствий, в результате которой состояние системы относят к одному из трех классов: работоспособные, неработоспособные или неаварийные, аварийные. Именно по результатам этой класси-

фикации проводится оценка живучести по состоянию системы. При работоспособном состоянии система возвращается к выполнению задания немедленно. Если состояние неработоспособное, то система может вернуться к выполнению задания после некоторых проце-

дур восстановления. Перевод системы в новое устойчивое состояние не завершает борьбы за живучесть, так как при дальнейшем функционировании до выполнения установленного задания могут проявляться и вторичные последствия неблагоприятных воздействий (НВ); более отдаленные, но не менее опасные, чем первичные, связанные с неуправляемыми или плохо управляемыми процессами. Скорость развития вторичных последствий и конечный результат также существенно зависят от работы СОЖ. По истечении некоторого установленного времени проводится оценка результатов выполнения задания с четырьмя возможными исходами. Таким образом, в процессе борьбы за живучесть можно выделить два этапа; на первом этапе идет борьба за сохранение работоспособности системы, на втором этапе – борьба за успешное выполнение задания, несмотря на первичные и вторичные последствия НВ. Соответственно этому выделяют и две задачи оценки и обеспечения живучести.

Показатели живучести ППФ достаточно эффективно оцениваются по свойству системы сохранять работоспособность после неблагоприятного воздействия.

3.1. Расчёт живучести

Расчет живучести проводится в следующем порядке:

1. Определение статической определимости системы.
2. Определение степени живучести конструкции.
3. Выполнение оценки вероятности развития наиболее неблагоприятного сценария.

Сценарии усталостного разрушения отдельных узлов ППФ.

4. Определение всех работоспособных структур, получаемых из базовой удалением одного (с наибольшей вероятностью отказа) или нескольких элементов.
5. Определение вероятности каскадного разрушения конструкции.

Для аппроксимации предполагается двухзначная логика поведения элементов (1 – работоспособное, 0 – неработоспособное).

Разрушение элементов конструкции имеет случайный характер и её вероятность распределяется по нормальному закону распределения.

Разрушение происходит при достижении предела прочности материала.

3.1.1. Определение статической определимости системы

Для проведения кинематического анализа сооружение представляется в виде дискового аналога. Если система статически неопределима только за счет лишних опорных связей, то степень статической неопределимости определяется по формуле

$$n = -W = -(3D - 2Ш - C - C_0), \quad (3)$$

где W – число степеней свободы сооружений;
 D – количество дисков;
 $Ш, C$ – число шарниров и стержней между дисками;
 C_0 – число опорных связей.

3.1.2. Определение степени живучести конструкции. Живучесть ППФ

В расчёте учитывается вероятность нарушений работоспособности элементов соответствующих сценариям, при которых возникает образование принципиально новой системы с однократной деградацией степени статической неопределимости.

Определяется вероятность отказа одного из элементов структуры.

Принимается, что X – случайная величина, характеризующая длительность функционирования ППФ (т.е. ресурс, наработку до предельного состояния и т.п.), длительность функционирования или жизни.

Случайной величиной является полученное значение количества циклов до появления трещины в различных элементах ППФ и при различных комбинациях нагрузений N_p .

Расчётное число циклов нагружения N до образования трещины [11]:

$$N_p = \frac{1}{S_N} \left[\frac{0.25 E e_c}{\sigma_\alpha - \sigma_{-1} / (1 + r \sigma_{-1})} \right]^2, \quad (4)$$

где S_N – коэффициент запаса прочности по числу циклов нагружения;

E – модуль упругости;
 σ – коэффициент асимметрии цикла нагружения;

$$e_c = \ln[1/(1-\psi)]; \quad (5)$$

где ψ – относительное сужение материала;
 σ_α – амплитудные напряжения,

$$\sigma_\alpha = \frac{1}{\varphi} \{0.5K_\sigma \sigma_n + 0.28\sigma_{0.2}\}; \quad (6)$$

где σ_n – номинальные напряжения;
 φ – коэффициент понижения расчётного сопротивления основного металла, определяемый с учётом асимметрии цикла, вида соединения и влияния дефектов;

$$\bar{r} = (1+r)/(1-r); \quad (7)$$

где r – коэффициент асимметрии цикла нагружения;

$$\bar{\sigma}_{-1} = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_\sigma}; \quad (8)$$

K_σ – коэффициент интенсивности напряжений;

$\sigma_{-1}, \sigma_\sigma, \sigma_{0.2}$ – предел выносливости, предел временного сопротивления, предел текучести.

1) Определяется среднее значение циклов до отказа

$$x_{сери} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (9)$$

где $x_i = N_{pi}$;
 n – общее количество комбинаций нагружения.

2) Определяется среднеквадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{сери} - \bar{x}_{ср})^2 \cdot P_i}, \quad (10)$$

где m – частота события (в данном случае разрушение элемента $m=1$);
 p_i – частотность события,

$$P_i = \frac{m}{\sum m}; \quad (12)$$

$$\bar{x}_{ср} = \sum_{i=1}^n x_{сери} P_i; \quad (11)$$

3) Определяется коэффициент вариации

$$v = \frac{\sigma}{x_{ср}}. \quad (12)$$

4) Находится значение дифференциальной функции распределения при $v < 0,4$.

5) Расчёт выполняется по нормальному закону распределения при $v > 0,4$.

$$f(x_i) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x_{ср} - \bar{x}_{ср})^2}{2\sigma^2}}. \quad (13)$$

Расчёт выполняется по закону распределения Вейбулла-Гренико

$$f(x_i) = \frac{b}{a} \left(\frac{x_i}{a}\right)^{b-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{x_i}{a}\right)^b\right], \quad (14)$$

где b, C_b – коэффициенты по таблице Б.1 приложения Б, определяются в зависимости от коэффициента вариации;

$$a = \frac{\sigma}{C_b}; \quad (15)$$

б) Определяется вероятность отказа

$$P^* = \frac{f(x_i)}{\sum f(x_i)}. \quad (16)$$

3.1.3. Определение работоспособных структур

Находятся все работоспособные структуры, получаемые из базовой удалением одного (с наибольшей вероятностью отказа) или нескольких элементов.

Определяется вероятность отказа одного из элементов новой структуры (после удаления одного элемента) $P^*(x_2)$. Расчёт выполняется в соответствии с п.4.1.2

3.1.4. Определение вероятности каскадного разрушения конструкции

Вероятность каскадного разрушения определяется для самой ППФ. Вероятность разрушения ППФ является вероятностью разрушения всего покрытия в целом (так как ППФ является несущей конструкцией покрытия здания).

$$P_{\text{каск}} = P^*(x_1) \cdot P^*(x_2). \quad (17)$$

где $P^*(x_1)$ – вероятность разрушения наиболее слабого звена в базовой структуре ППФ;

$P^*(x_2)$ – вероятность разрушения наиболее слабого звена во вновь образованной структуре ППФ после разрушения элемента базовой структуры, где итогом чего являются построение дерева события, определение ветки развития неблагоприятного сценария и разработка мероприятий по её блокировке.

Все возможные работоспособные структуры, которые могут возникнуть в двухъярусной системе при одно- и двукратном НВ действии, пример построения дерева событий показан на рис. В.1.

3.1.5 Определение запаса живучести

Запас живучести определяется разностью между статической определимостью системы и d

$$d = C - 1, \quad (18)$$

где $d = n$;

n – степень статической неопределимости по п.4.1.1;

d – критическое число дефектов (C), уменьшенное на единицу. Дефект - это единица измерения ущерба, нанесенного системе неблагоприятным воздействием. Принимаемый как один элемент (конструкция ППФ принимается стержневой системой), удаленный из системы в результате НВ. Критическим называют минимальное число дефектов, появление которых приводит к потере работоспособности.

3.2. Расчёт по росту трещин (рост трещин до критической длины с образованием магистральной трещины)

Появление магистральной трещины возможно в зоне сопряжения стенки с верхней полкой нижнего ездового пояса ППФ. Предполагается, что при развитии магистральной трещины происходит формоизменение нижнего пояса ППФ (диплонация) со значительным снижением его жёсткости, что в свою очередь приводит к невозможности его использования в качестве «ездового».

Местное напряженное состояние в зоне сопряжения стенки с верхней полкой характеризуется нормальными σ_{loc} и касательными $\tau_{\text{loc.xy}}$ напряжениями от местного давления колеса крана.

Таким образом для ППФ определяющим напряжением является локальное нормальное сжимающее напряжение

Общее теоретическое решение о распределении местных напряжений в стенке стальных балок дано Б.М.Броуде.

Исследование основано на решении плоской задачи теории упругости в напряжениях, которое сводится к определению функции напряжений F на верхней кромке стенки балки, удовлетворяющей бигармоническому уравнению:

$$\nabla^2 \nabla^2 F = \frac{\partial^4 F}{\partial x^4} + 2 \cdot \frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} = 0. \quad (19)$$

Функция напряжений F принята в виде тригонометрического ряда:

$$F = \sum \varphi_1(y) \cdot \cos(2n+1) \cdot (1 \cdot \pi \cdot x) / L. \quad (20)$$

Решение дифференциального уравнения с учетом функций напряжений в виде тригонометрического ряда позволило получить выражение для определения давления на стенку от сосредоточенной силы F , приложенной к поясу балки:

$$\sigma_{\text{loc.x}} = \frac{\gamma_{f1} \cdot F_{\text{max}}^n}{t_w \cdot l_{ef}}, \quad (21)$$

где F_{max}^n – давление колеса крана;

γ_{fl} – коэффициент увеличения вертикальной сосредоточенной силы на отдельное колесо мостового крана (п.4.8 СНИП 2.01.07-85*);

l_{ef} – условная длина распространения сжимающих напряжений

$$l_{ef} = c \cdot \sqrt[3]{\frac{I_{p.f}}{t_w}}; \quad (22)$$

где c – коэффициент, принимаемый для сварных балок 3,25;

t_w – толщина стенки нижнего пояса ППФ;

$$I_{p.f} = I_p + I_f; \quad (23)$$

I_p – собственный момент инерции рельса;

I_f – собственный момент инерции верхнего пояса,

$$I_f = \frac{b_{ef} \cdot t_f^3}{12}, \quad (24)$$

где h_{ce} – ширина свеса верхней полки;

t_f – толщина верхней полки;

b_{ef} – эффективная ширина верхней полки.

$$\sigma_{loc}^p = \alpha1 \cdot \alpha2 (\text{или } \alpha3) \cdot \sigma_{loc,x}, \quad (25)$$

где σ_{loc}^p – местное нормальное напряжение с учётом концентрации напряжений по длине отсека (характеризуется коэффициентом $\alpha1$) и по длине нижнего пояса ППФ (характеризуется коэффициентом $\alpha2$ и $\alpha3$).

При $b_{ef} \approx 2h_{ce}$, σ_{loc}^p определяется в соответствии с графиком на рис. 5-7 (из отношения σ_{loc}^p к σ_{loc} в зависимости от положения в отсеке ППФ принимаются в соответствии с графиком на рис. 5, в зависимости от положения относительно длины ППФ принимаются в соответствии с графиком на рис. 6, 7).

В пределах крайнего пролёта коэффициент интенсивности напряжений представлен функцией в соответствии с рис.6.

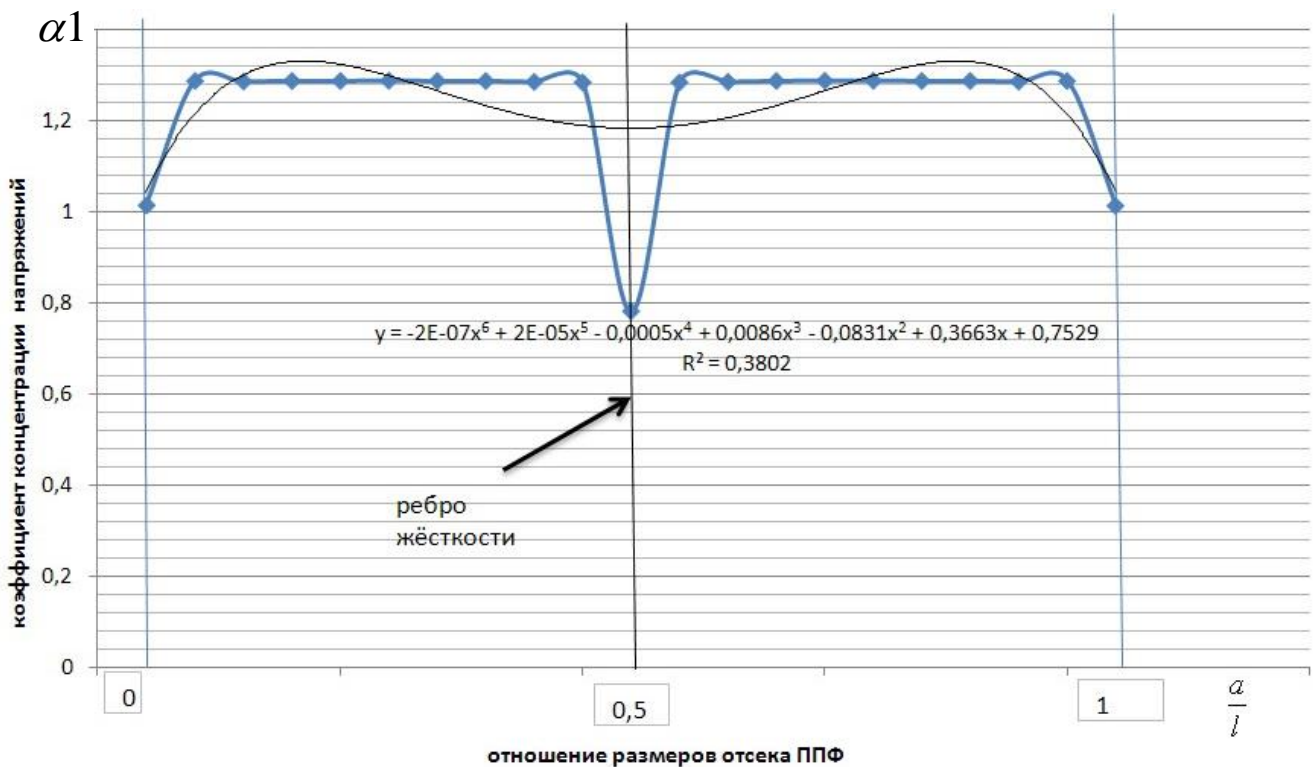


Рис. 5. График отношение σ_{loc}^p к σ_{loc} в зависимости от положения в отсеке ППФ (функции коэффициента концентрации напряжений $\alpha1$ по отсеку ППФ)

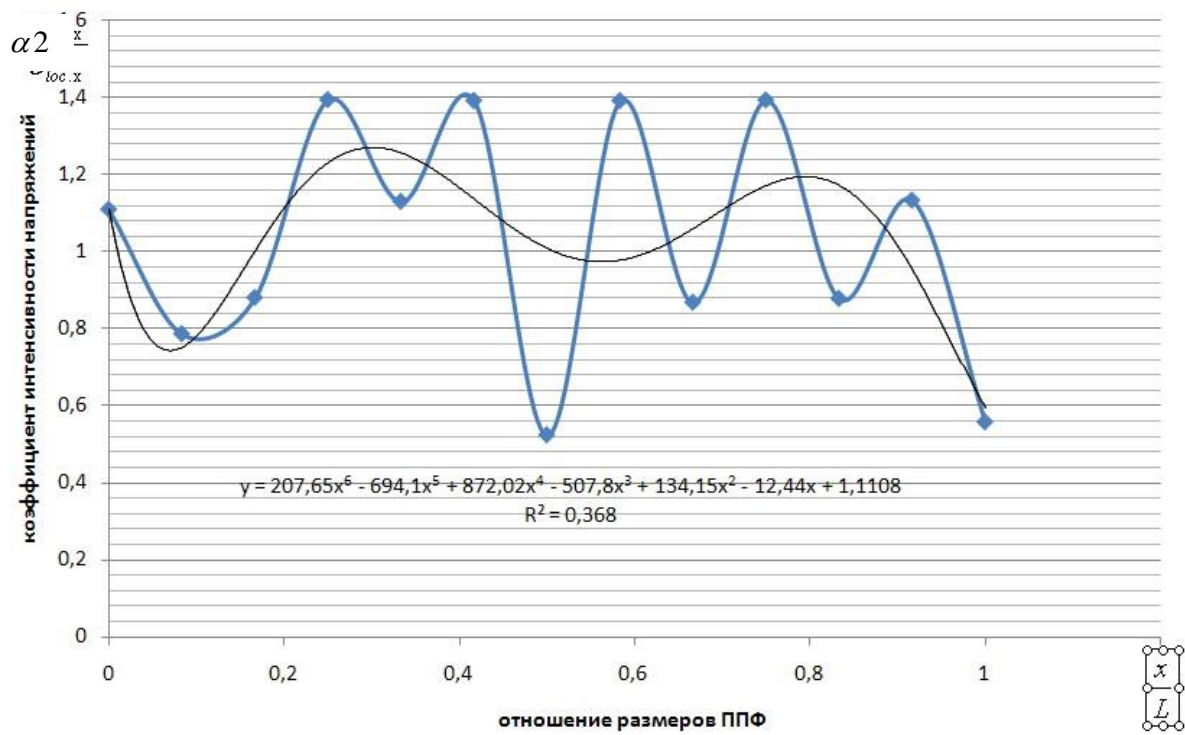


Рис. 6. График функции коэффициента концентрации напряжений α_2 в крайнем пролёте (L – длина пролёта ППФ)

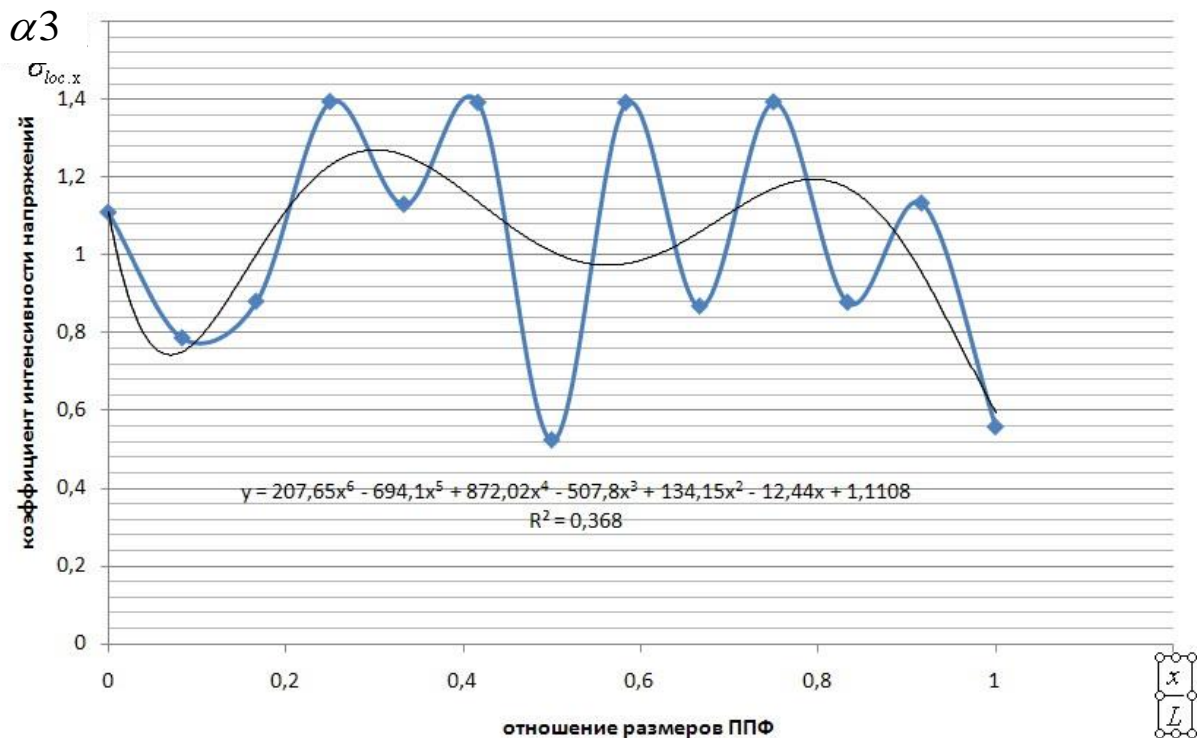


Рис. 7. График функции коэффициента концентрации напряжений α_3 в крайнем пролёте

Таблица 2

Значение коэффициента концентрации напряжения в зависимости от расположения в отсеке длиной l

a/l	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
α_1	1,015	1,287	1,288	1,288	1,286	0,781	1,286	1,289	1,288	1,287	1,013

Таблица 3

Значение коэффициента концентрации напряжения α_2 в зависимости от расположения в крайнем пролёте ППФ длиной L

x/L	0	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12	8/12	9/12	10/12	11/12	12/12
α_2	1,109	0,786	0,880	1,393	1,129	1,391	0,523	1,391	0,867	1,392	0,877	1,132	0,557

Таблица 4

Значение коэффициента концентрации напряжения α_3 в зависимости от расположения в рядовом пролёте ППФ длиной L

x/L	0	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12	8/12	9/12	10/12	11/12	12/12
α_3	0,557	1,117	0,879	1,393	0,867	1,386	0,771	1,386	0,866	1,393	0,876	1,386	0,710

Многочисленные исследования циклической трещиностойкости материалов и конструкций [6-8] базируются на различных модельных представлениях, описывающих зависимость скорости роста трещины (СРТ) от характеристик трещиностойкости. Учитывая конструктивные особенности и условия нагружения ППФ, для решения задач оценки показателей ресурса и живучести с достаточной степенью точности может быть использована в качестве модели СРТ-степенная зависимость, предложенная Пэрисом:

$$\frac{dl}{dN} = C(K_{\max})^m, \quad (26)$$

где C , m – характеристики циклической трещиностойкости;

K_{\max} – максимальное значение КИН в цикле нагружения.

Для описания СРТ используется общая зависимость расчета эффективного КИН для трещин различной длины, развивающихся в элементах конструкций любых геометрических форм и размеров:

$$K_{ief} = \sigma_i \sqrt{\pi \cdot l}, \quad (27)$$

где K_{ief} – эффективное значение коэффициента интенсивности напряжений, учитывающее конечные размеры элементов конструкции и его условия нагружения;

σ_i – значение интенсивности напряжений для рассматриваемой длины трещины в ее вершине;

l – рассматриваемая длина трещины.

Такой подход дает возможности для анализа кинетики развития усталостных трещин

в области верхней зоны стенки нижнего пояса ППФ вне зависимости от конструктивных особенностей.

При проведении расчетов остаточного ресурса ППФ необходимо учитывать особенности развития каждой конкретной трещины: ее длину, ее местоположение, уровень интенсивности напряжений, возникающий в каждом ее конце. Таким образом, данный метод оценки циклической трещиностойкости элементов конструкций в условиях неоднородного напряженного состояния, какой является стенка нижнего пояса ППФ, основывается на использовании базовых характеристик циклической трещиностойкости.

Исходными данными для определения скорости роста трещины являются: значение КИН, определенное для рассматриваемой длины трещины l , и соответствующее ей число циклов нагружения N .

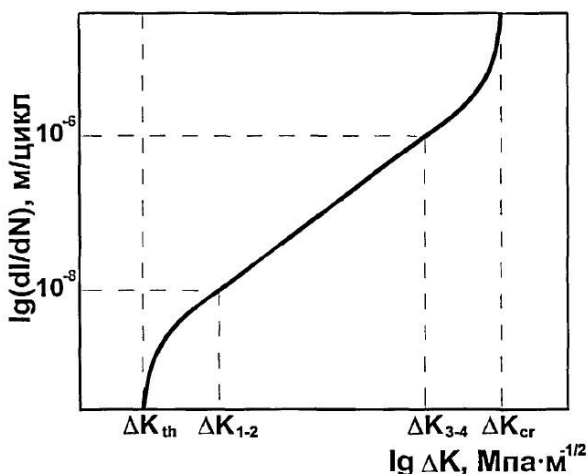


Рис. 7. Кинетическая диаграмма усталостного разрушения

Полная диаграмма усталостного разрушения, построенная в двойных логарифмических координатах, представляет собой S-образную кривую (рис. 7), на которой можно выделить три характерные зоны, соответствующие различным механизмам роста трещины. Границы этих зон могут изменяться в зависимости от различных факторов (марки металла и т.д.).

Слева кривая ограничена пороговым значением КИН – K_{th} , ниже которого трещина не

развивается или растет очень медленно $v < 10^{-10}$ м/цикл; справа – критическим значением КИН – K_{cr} (критическая вязкость разрушения). Средний, линейный участок диаграммы, ограничен значениями ΔK_{1-2} и ΔK_{2-3} .

Диаграммы, построенные на базе K_{max} или $\Delta K = (1 - R) \cdot K_{max}$, эквивалентны и отличаются только масштабом по оси абсцисс.

Пороговое значение K_{th} принимается согласно [9]:

$$K_{th} = 12.7 - 0.006\sigma_{0.2} - (11.37 - 0.0065\sigma_{0.2})R. \quad (28)$$

При $R=0$.

Таблица 5

Значения K_{th} при $R=0$

Марка стали	$\sigma_{0.2}$, МПа	K_{th} , МПа $\sqrt{м}$
09Г2С	345	13,63
14Г2АФ	390	10,36

Критическое значение КИН – K_{cr} (критическая вязкость разрушения), принимается согласно табл. А1, А5 приложения А.

Коэффициент интенсивности напряжений рассчитывается как для случая полуэллиптической трещины [10]:

$$K_I = \frac{2 - 0.82 \frac{1}{c}}{\left[1 - \left(0.89 - 0.57 \sqrt{\frac{l}{c}} \right)^3 \left(\frac{l}{t} \right)^{1.25} \right]^{3.25}} \cdot \Phi \sigma^* \sqrt{l}, \quad (29)$$

где Φ – коэффициент К-тарировки,

$$\Phi = \left[1.1 + 0.35 \left(\frac{l}{t} \right)^2 \right] \sqrt{\frac{l}{c}}; \quad (30)$$

t – толщина стенки;

c – полудлина трещины;

$$\sigma^* = 0.64\sigma_A + 0.36\sigma_B; \quad (31)$$

σ_A , σ_B – напряжения определяются методом конечных элементов.

Скорость роста трещин в отсеках ППФ в зависимости от параметров трещиностойкости K_I , Φ и циклов нагружения определяется по табл. А.6, А.7 приложения А.

Приложение А

Параметры трещиностойкости для стали 14Г2АФ, 09Г2С и ВСтЗсп

Таблица А.1

Значение параметров статической трещиностойкости для сталей 09Г2С и ВСтЗсп

Т, °С	Развитие трещин поперёк прокатки/развитие трещин вдоль прокатки К _{ср}	
	ВСтЗсп	09Г2С
+20	148/125,3	169,7/150,3
0	140,4/130,4	169,3/148,6
-10	142,8/111,8	164,2/135,7
-20	147,3/107,9	156,8/128,4
-30	138,5/96,4	158,9/120,6
-40	130,1/87,2	152,4/110,2
-50	124,9/83,7	149,4/103,4
-60	125,6/80,1	142,1/94,1

Таблица А.2

Параметры циклической трещиностойкости

Сталь	Вдоль прокатки		Поперёк прокатки	
	С, (мм/цикл)/МПа√м	m	С, (мм/цикл)/МПа√м	m
09Г2С	4.82*10 ⁻¹¹	2.89	8.03*10 ⁻¹¹	2.36
ВСтЗсп	5.52*10 ⁻¹¹	2.61	8.42*10 ⁻¹¹	2.42

Таблица А.3

Параметры циклической трещиностойкости основных зон сварного соединения стали 09Г2С

Т, °С	Параметры m, С (мм/цикл)/МПа√м		
	ОМ	ОШЗ	СШ
+20	3,5/1,35*10 ⁻⁹	3,56/1,25*10 ⁻⁹	3,43/1,42*10 ⁻⁹
-70	2,62/8,4*10 ⁻⁹	2,84/8,1*10 ⁻⁹	2,34/8,86*10 ⁻⁹

Таблица А.4

Экспериментальные значения параметров циклической трещиностойкости С и m стали 14Г2АФ

Направление развития трещины	m	С, (м/цикл)/(МПа√м)	Коэффициент корреляции R
Вдоль прокатки	2,975	1,568* 10 ⁻¹¹	0,987
Поперёк прокатки	3,090	8,651 *10 ⁻¹¹	0,959

Таблица А.5

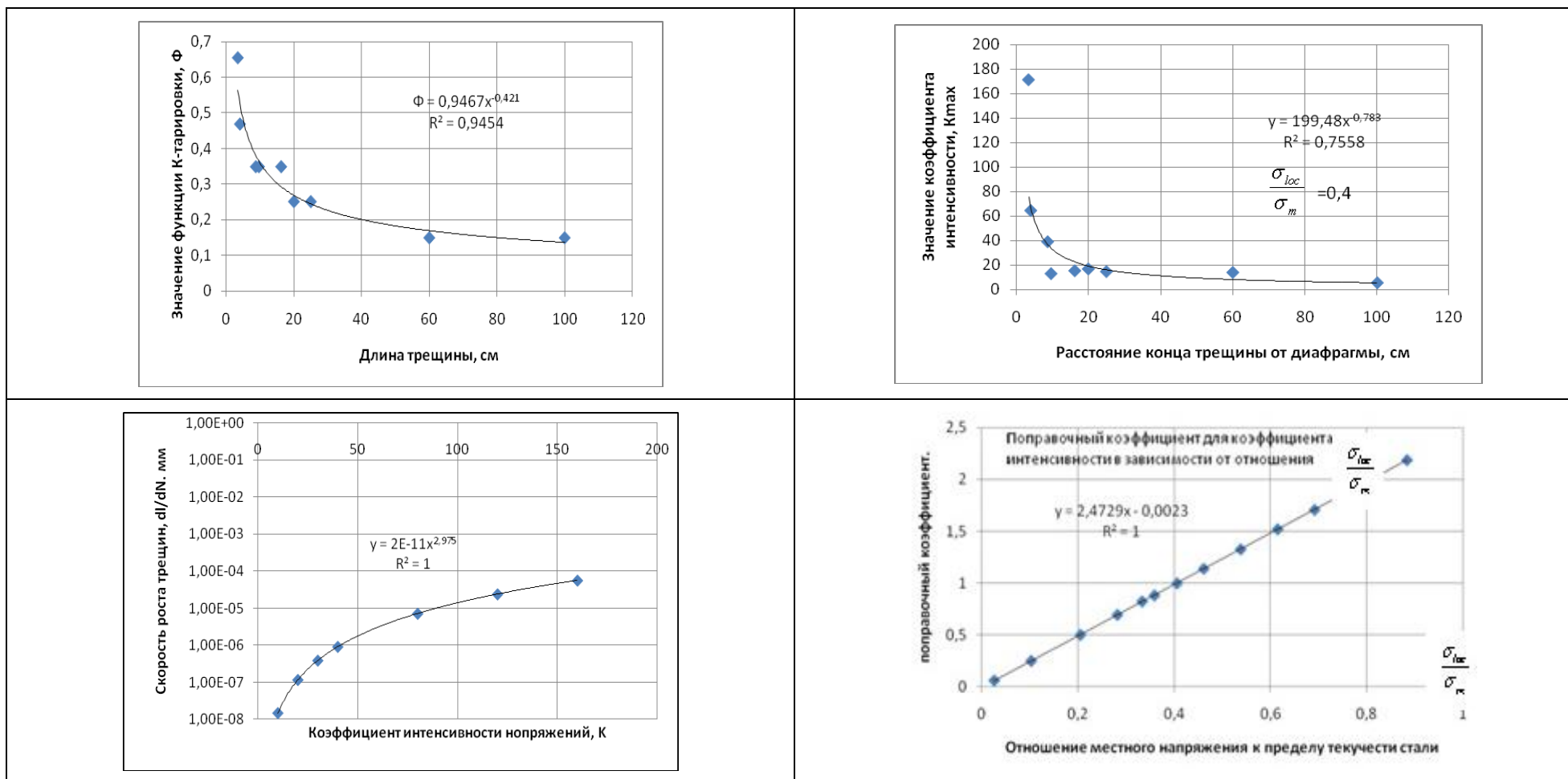
Экспериментальные значения параметров статической трещиностойкости С и m стали 14Г2АФ

Направление развития трещины	Т, °С	Јс, кг*мм/мм ²	К _{ср} , кгс/мм ^{3/2}	К _{ср} , МПа√м
Вдоль прокатки	+20	2,31	231,89	73,33
	-70	1,01	152,67	48,28
Поперёк прокатки	+20	2,7	252,83	79,95
	-70	0,813	130,66	41,32

Продолжение приложения А

Таблица А.6

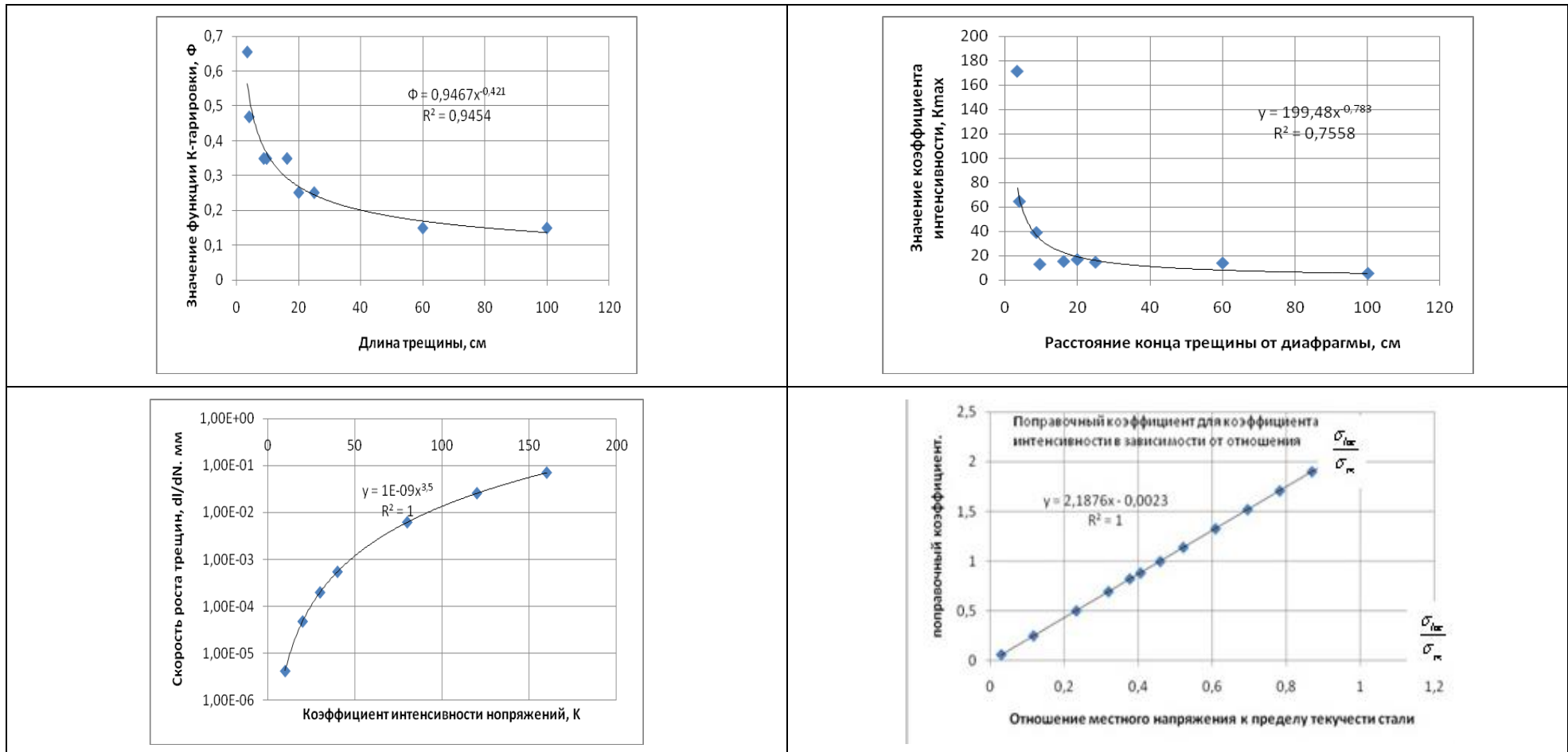
Графики значений K_{max} и K -тарировки (Φ) для стали 14Г2АФ в зависимости от длины трещины, места положения в отсеке и локальных напряжений σ_{loc}



Окончание приложения А

Таблица А.7

Графики значений K_{max} и K -тарировки (Φ) для стали 09Г2С в зависимости от длины трещины, места положения в отсеке и локальных напряжений σ_{loc}



Примеры оценки живучести и остаточного ресурса

ПРИМЕР №1

Построение дерева событий. Определение вероятности каскадного разрушения.

Исходные данные: 8-пролётная ППФ пролётом 24 м с неразрезным нижним поясом. Материал конструкции – сталь марки 09Г2С.

1. Статическая определимость системы

Для отдельного пролёта ППФ

$$n = -W = -(3D - 2Ш - C - Co),$$

$$n = -(3*3 - 2*0 - 5 - 2*3) = 2.$$

Система дважды статически неопределимая (с одним лишним стержнем)

2. Живучесть ППФ

Для расчёта живучести ППФ $n = 2$ степень статической неопределимости, принятой для пролёта ППФ.

В расчёте учитываются вероятности нарушения работоспособности элементов, соответствующих сценариям, при которых возникает образование принципиально новой системы с однократной деградацией степени статической неопределимости.

Для аппроксимации предполагается двухзначная логика поведения элементов (1 – работоспособное, 0 – неработоспособное).

Разрушение элементов конструкции имеет случайный характер. Потеря работоспособности происходит после появления усталостной трещины.

2.1. Рассматривается исходная структура

Определяется вероятность отказа одного из элементов структуры.

Для определения номинальных напряжений при различных комбинациях загрузжений (табл.Б.1) выполняется пространственный расчёт в расчётно-программном комплексе.

2.2. Определяется расчётное число циклов нагружения N до образования трещины при каждой комбинации нагружения для каждого элемента ППФ по формуле:

$$N_p = \frac{1}{S_N} \left[\frac{0.25 E e_c}{\sigma_\alpha - \sigma_{-1} / (1 + r \sigma_{-1})} \right]^2$$

2.3. Выполняется точечная оценка наработки до отказа

Точечная оценка наработки до отказа позволяет спрогнозировать вероятность разрушения отдельных элементов конструкции при различных комбинациях загрузжений.

Случайной величиной является полученное значение количества циклов до появления трещины в различных элементах ППФ и при различных комбинациях загрузжений N_p (табл. В.3).



Рис. Б.1. Схема пролёта базовой структуры ППФ с нумерацией элементов

Продолжение приложения Б

1) Определяется среднее значение циклов до отказа

$$x_{\text{сери}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

где $x_i = N_{pi}$; n – общее количество комбинаций загрузки.

2) Определяется среднеквадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{\text{сери}} - \bar{x}_{\text{ср}})^2 \cdot P_i},$$

где $\bar{x}_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^n x_{\text{сери}} P_i$;

$$P_i = \frac{m}{\sum m} - \text{частотность события};$$

m – частота события (в данном случае разрушение элемента $m=1$).

3) Определяется коэффициент вариации

$$v = \frac{\sigma}{x_{\text{ср}}}.$$

4) Находим значение дифференциальной функции распределения.

При $v < 0.4$ расчёт выполняется по нормальному закону распределения

$$f(x_i) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x_{\text{ср}} - \bar{x}_{\text{ср}})^2}{2\sigma^2}}.$$

При $v > 0.4$ расчёт выполняется по закону распределения Вейбулла-Гренико

$$f(x_i) = \frac{b}{a} \left(\frac{x_i}{a}\right)^{b-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{x_i}{a}\right)^b\right],$$

где $a = \frac{\sigma}{C_b}$;

b , C_b – коэффициенты определяются в зависимости от коэффициента вариации по табл. Б.1.

5) Определяется вероятность отказа (табл. Б.4)

$$P^* = \frac{f(x_i)}{\sum f(x_i)}.$$

3. Определяются все работоспособные структуры, получаемые из базовой удалением одного (с наибольшей вероятностью отказа) или нескольких элементов.

Определяется вероятность отказа одного из элементов новой структуры (после удаления одного элемента) $P^*(x_2)$. Расчёт выполняется в соответствии с п.2.

Продолжение приложения Б

4. Определение вероятности каскадного разрушения конструкции

$$P_{\text{каск}} = P^*(x_1) \cdot P^*(x_2)$$

$$P^*(x_2) = 0,3. \quad P^*(x_1) = 0,309.$$

$$P_{\text{каск}} = 0,0927.$$

Итогом является построение дерева события, определение ветки развития неблагоприятного сценария и разработки мероприятий по её блокировке.

Все возможные работоспособные структуры, которые могут возникнуть в двухъярусной системе при одно- и двукратном НВ. Пример построения дерева событий показан на рис.Б.1.

Таблица Б.1
Сценарии усталостного разрушения отдельных элементов базовой структуры ППФ

Номер сценария	Сценарии усталостного разрушения отдельных элементов ППФ	Схема разрушения
1	Разрушение левого раскоса ППФ	
2	Разрушение правого раскоса	
3	Разрушение стойки ППФ	
4	Разрушение элемента нижнего пояса слева от стойки	
5	Разрушение элемента нижнего пояса справа от стойки	

Продолжение приложения Б

Таблица Б.2

Номинальные напряжения от комбинаций нагрузок
и характеристики материала конструкции

Номер комбинации	Номер элемента	Номинальные напряжения σ_n в МПа	Предел выносливости σ_{-1} , в МПа	Предел текучести σ_t , в МПа	Предел временного сопротивления стали σ_b , в МПа	относительное сужение материала	модуль упругости E, в МПа
1	1	150	235	305	460	0,63	210000
	2	200	235	305	460	0,63	210000
	3	140	235	305	460	0,63	210000
	4	115	235	305	460	0,63	210000
	5	95	235	305	460	0,63	210000
2	1	50	235	305	460	0,63	210000
	2	80	235	305	460	0,63	210000
	3	210	235	305	460	0,63	210000
	4	109	235	305	460	0,63	210000
	5	105	235	305	460	0,63	210000
3	1	40	235	305	460	0,63	210000
	2	50	235	305	460	0,63	210000
	3	170	235	305	460	0,63	210000
	4	200	235	305	460	0,63	210000
	5	130	235	305	460	0,63	210000
4	1	170	235	305	460	0,63	210000
	2	210	235	305	460	0,63	210000
	3	110	235	305	460	0,63	210000
	4	200	235	305	460	0,63	210000
	5	145	235	305	460	0,63	210000

Продолжение приложения Б
Таблица Б.3

Определения расчётных циклов нагружения до трещинообразования N_p

Номер комбинации	Номер элемента	$e_C = \ln[1/(1-\psi)]$	Амплитудные напряжения σ_a , в МПа $\sigma_a = \frac{1}{\varphi} \{0,5K_\sigma \sigma_n + 0,28\sigma_{0,2}\}$	$\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a}$	Коэффициент асимметрии цикла нагружения r	$\bar{r} = (1+r)/(1-r)$	Коэффициент концентрации напряжений K_σ	Коэффициент запаса прочности по числу циклов нагружения S_N	Расчётное число циклов нагружения N_p до образования трещины
1	1	0,994252273	278,4126984	0,510869565	0,733333	6,5	1,2	0,85	31751037,09
	2	0,994252273	326,031746	0,510869565	0,75	7	1,2	0,85	8100198,429
	3	0,994252273	268,8888889	0,510869565	0,857143	13	1,2	0,85	162972077,6
	4	0,994252273	263,3333333	0,510869565	0,26087	1,705882353	1,4	0,85	13985225,45
	5	0,994252273	218,4920635	0,510869565	0,315789	1,923076923	1,1	0,85	46228311,97
2	1	0,994252273	183,1746032	0,510869565	0,8	9	1,2	0,85	37397829,52
	2	0,994252273	211,7460317	0,510869565	0,875	15	1,2	0,85	444876744,5
	3	0,994252273	335,5555556	0,510869565	0,714286	6	1,2	0,85	5238998,53
	4	0,994252273	256,6666667	0,510869565	0,275229	1,759493671	1,4	0,85	24620673,96
	5	0,994252273	227,2222222	0,510869565	0,285714	1,8	1,1	0,85	195248429,4
3	1	0,994252273	173,6507937	0,510869565	0,95	39	1,2	0,85	372872866,8
	2	0,994252273	183,1746032	0,510869565	0,9	19	1,2	0,85	136805765,5
	3	0,994252273	297,4603175	0,510869565	0,882353	16	1,2	0,85	69150246,17
	4	0,994252273	357,7777778	0,510869565	0,15	1,352941176	1,4	0,85	608178,67
	5	0,994252273	249,047619	0,510869565	0,230769	1,6	1,1	0,85	53651802,28
4	1	0,994252273	297,4603175	0,510869565	0,882353	16	1,2	0,85	69150246,17
	2	0,994252273	302,2222222	0,510869565	0,714286	6	1	0,85	11722889,89
	3	0,994252273	240,3174603	0,510869565	0,818182	10	1,2	0,85	4230398970
	4	0,994252273	357,7777778	0,510869565	0,15	1,352941176	1,4	0,85	608178,67
	5	0,994252273	262,1428571	0,510869565	0,206897	1,52173913	1,1	0,85	13745390,57

Продолжение приложения Б

Таблица Б.4

Определение вероятности разрушения (отказа) элементов ППФ

Номер комбинации	Номер элемента	Среднее расчётное число циклов нагружения N до образования трещины $x_{срi} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	Среднее значение наработки до отказа $\bar{x}_{ср} = \sum_{i=1}^n x_{срi} P_i$	Частота, m	Частотность, $P_i = \frac{m}{\sum m}$	Среднеквадратическое отклонение, $\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{ср})^2 \cdot P_i}$	Коэффициент вариации $v = \frac{\sigma}{x_{ср}}$
1,2,3,4	1	102234396	198547267	1	0,2	386231667	1,945288255
	2	120301120	198547267	1	0,2	386231667	1,945288255
	3	893552058	198547267	1	0,2	386231667	1,945288255
	4	7964451,4	198547267	1	0,2	386231667	1,945288255
	5	61774787	198547267	1	0,2	386231667	1,945288255

Окончание таблицы Б.4

Номер комбинации	Номер элемента	Коэффициент b (приложение Б)	Коэффициент Cb (приложение Б)	Коэффициент a	Распределение Вейбулла-Гнеденко при $v > 0,4$ $f(x_i) = \frac{b}{a} \left(\frac{x_i}{a}\right)^{b-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{x_i}{a}\right)^b\right]$	Вероятность отказа, $P^* = \frac{f(x_i)}{\sum f(x_i)}$
1,2,3,4	1	0,8	1,43	270092075	3,59717E-09	0,18559
	2	0,8	1,43	270092075	3,48198E-09	0,179647
	3	0,8	1,43	270092075	2,33161E-09	0,120296
	4	0,8	1,43	270092075	5,99307E-09	0,309203
	5	0,8	1,43	270092075	3,97849E-09	0,205264

Продолжение приложения Б

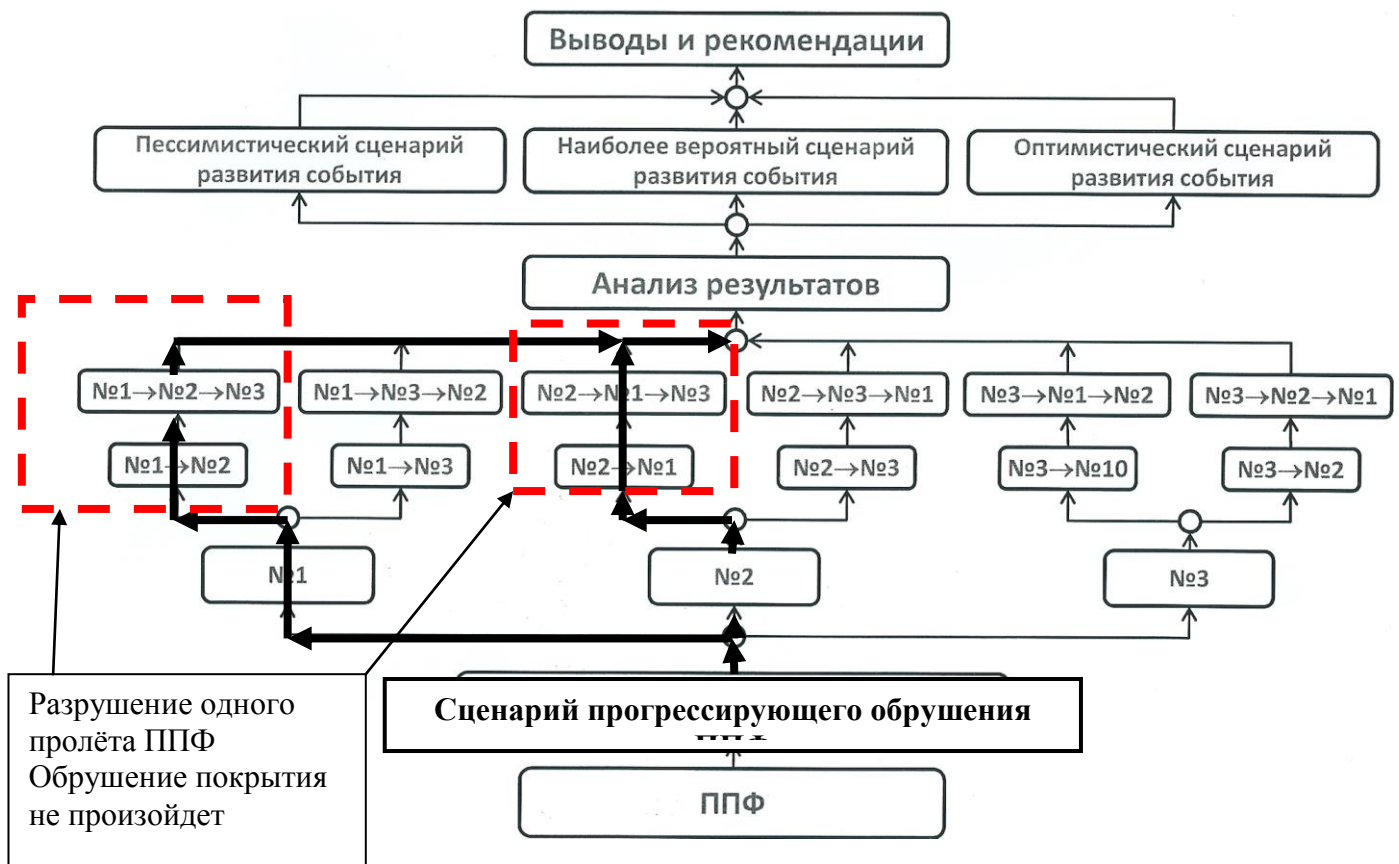


Рис.Б.2. Пример построения дерева событий

ПРИМЕР 1

При обследовании ППФ в 3-м отсеке крайнего пролёта ППФ обнаружена трещина $l_0 = 100$ мм. Вершина трещины расположена на расстоянии $a = 100$ мм от диафрагмы.

Толщина стенки ППФ $t = 25$ мм. Материал 09Г2С. Длина отсека $l = 4$ м. Длина пролёта ППФ-24 м.

Нормальные напряжения $\sigma_{loc} = 105$ МПа.

Определить количество циклов до подрастания трещины до 1 м.

1) Определяем фактическое нормальное напряжение действующее в зоне вершины трещины, при $l = 100$ мм

$$\frac{a}{l} = 0,025$$

$$\alpha_{\sigma}^{\phi_0} = -2 \cdot 10^{-7} \cdot \left(\frac{a}{l}\right)^6 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{a}{l}\right)^5 - 0,0005 \cdot \left(\frac{a}{l}\right)^4 + 0,0086 \cdot \left(\frac{a}{l}\right)^3 - 0,081 \cdot \left(\frac{a}{l}\right)^2 + 0,3663 \cdot \left(\frac{a}{l}\right) + 0,7529$$

$$\alpha_{\sigma}^{\phi_g} = 207,65 \cdot \left(\frac{x}{L}\right)^6 - 694,1 \cdot \left(\frac{x}{L}\right)^5 + 872,02 \cdot \left(\frac{x}{L}\right)^4 - 507,8 \cdot \left(\frac{x}{L}\right)^3 + 134,15 \cdot \left(\frac{x}{L}\right)^2 - 12,44 \cdot \left(\frac{x}{L}\right) + 1,1108$$

$$\sigma_{loc}^{\phi} = \sigma_{loc} \cdot \alpha_{\sigma}^{\phi_0} \cdot \alpha_{\sigma}^{\phi_n} = 105 \cdot 1,2 \cdot 1 = 126 \text{ МПа}$$

Окончание приложения Б

Отношение $\frac{\sigma_{loc}^{\phi}}{\sigma_m} = 126/345 = 0,36$

2) Определяются коэффициенты интенсивности напряжений (по приложению А)

- при $l = 100$ мм $KI = 40$;

- при $l = 1000$ мм $KI = 10$.

$$\Delta K = \frac{40 + 10}{2} = 25 \text{ МПа}\sqrt{\text{м}}$$

3) Определение скорости роста трещины

$$\Delta K \cdot K_{np} = 25 * 0,7 = 17,5 \text{ МПа}\sqrt{\text{м}} \approx K_{th}$$

$$\frac{dl}{dN} = 1 \cdot 10^{-9} \cdot \Delta K^{3.5}$$

$$\frac{dl}{dN} = 0,00000224 \text{ мм/цикл}$$

4) Определяется количество циклов нагружения N

$$N = \frac{(l_{расч.} - l_0)}{\left(\frac{dl}{dN}\right)} = \frac{(1000 - 100)}{0,00000224} = 11520000 \text{ циклов}$$

Библиографический список

1. Рекомендации по надзору и технической эксплуатации монтажных соединений на высокопрочных болтах стальных строительных конструкций зданий и сооружений Министерства металлургии. – М.: СССР «ЦНИИПроектстальконструкция», 1990. – 30 с.
2. Горелик С.С., Скоков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ: Учеб.пособие для вузов. – М.: МИСИС, 2002. - 360 с.
3. Неразрушающий контроль: Справочник в 7 т./ Под общ. ред. В.В. Клюева. – Т.6. – Кн. 1. – М.: Машиностроение, 2004. – 679 с.
4. Горицкий В.М. Диагностика металлов. – М.: Металлургиздат, 2004. – 402 с.
5. Дубов А.А. Материалы первой международной научно-технической конференции по теме: «Диагностика оборудования и конструкций с использованием магнитной памяти металла». – М., 1999. – 1-4с.
6. Коцаньда С. Усталостное разрушение металлов. – М.: Металлургия, 1976. – 456 с.
7. Романив О.Н. Механика разрушения и прочность материалов: Справ.пособие в 4 т. Т.4. Усталость и циклическая трещиностойкость конструкционных материалов / О.Н. Романив, С.Я. Ярема, Г.Н. Никифорчин. – Киев: Наук, думка, 1990. – 679 с.
8. Трощенко, В.Т. Трещиностойкость металлов при циклическом нагружении / В.Т. Трощенко, В.В. Покровский, А.В. Прокопенко. – Киев: Наук, думка, 1987. – 256 с.
9. Когаев В.П. Пасчёты на прочность при напряжениях переменных во времени. –М.: Машиностроение, 1993. – 364 с.
10. Овчинников А.В. Приближённая формула определения коэффициентов интенсивности напряжений KI для тел с поверхностными трещинами // Проблемы прочности. 1986. №11. - 44-47 с.
11. Носов В.В. Диагностика машин и оборудования: Учебное пособие / В.В. Носов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. -242 с.



ВЕЛД

велд.рф

Головной офис: 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, ул. Уральская, 24
тел./факс: +7 (3519) 22-03-31, +7 (3519) 22-09-66; e-mail: weld@weld.su

- ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ
- ЭНЕРГОАУДИТ
- ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
- ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО И ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ПАМЯТНИКОВ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ
- РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ПАСПОРТОВ
- ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ
- ПРОЕКТНЫЕ РАБОТЫ
- РЫНОЧНАЯ ОЦЕНКА
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ
- МОНТАЖ И РЕМОНТ ОБЪЕКТОВ КОТЛОНАДЗОРА
- СТРОИТЕЛЬНЫЙ НАДЗОР
- НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА
- НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ АВАРИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
- ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ, ПЕРЕПОДГОТОВКА КАДРОВ, ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ С АТТЕСТАЦИЕЙ СПЕЦИАЛИСТОВ
- РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ ПАСПОРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
- УСТАНОВКА РЕГИСТРАТОРОВ ПАРАМЕТРОВ НА ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИНАХ И СЧИТЫВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ
- ИНФОРМАЦИОННЫЕ УСЛУГИ

Читайте подробнее о нас | www.велд.рф
www.weld.su

weld@weld.su | Напишите нам письмо

АНАЛИЗ АВАРИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Шишкина
Наталья Александровна

Инженер управления информационных технологий ООО «ВЕЛД»,
г.Магнитогорск, Челябинская область

АННОТАЦИЯ

Приведена статистика аварий зданий и сооружений, произошедших на территории Российской Федерации, за первое полугодие 2013 года и аналогичный период 2014 года. Рассмотрены некоторые причины произошедших аварий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Здания и сооружения, обрушение, Качество строительства, Требования безопасности, Техническое состояние, Эксплуатация, Управляющая компания

Мы уже не первый год собираем в электронных средствах массовой информации факты обрушений сооружений различной степени сложности и назначения [1-4]. Это аварии зданий жилого сектора, объектов промышленного назначения и инфраструктуры, это аварии подъемных сооружений, это чрезвычайные происшествия на строящихся, реконструируемых и уже выведенных навечно из эксплуатации строениях. Анализируя собранную информацию можно констатировать, что количество аварий не уменьшается. Уменьшается лишь поток новостей о подобного рода инцидентах. По каким-то причинам средства массовой информации все чаще предпочитает умалчивать об обрушениях. В первом полугодии 2014 года нам стало известно лишь о 121 аварии на территории России, что почти в два с половиной раза меньше, чем в аналогичный период 2013 года (табл.1).

Но почему так происходит? Может, из-за того, что политические события просто перекрыли своей значимостью затронутую нами проблему? Или ответственные за сохранность строительных объектов тщательно прячут свои ошибки? Или общество привыкло к подобного рода авариям и уже почти не обращает на них внимания? Подумаешь, стена здания осыпалась! Первый раз что ли?

На скудные осадки в феврале и марте 2014 года списывать нельзя, потому как слишком уж большая разница в количестве фактов. Или стали внимательнее относиться к существующему строительному фонду? Хотелось бы верить.

Количество аварий по всем видам объектов мы перевели в проценты и сравнили два аналогичных временных отрезка (табл. 2). На рис. 1 мы показали диаграмму аварий по всем видам объектов за анализируемые отрезки времени 2013 и 2014 годов.

Таблица 1

Количество известных аварий на территории РФ
в первом полугодии 2013 и 2014 годов

Вид объекта	Кол-во случаев	
	2013	2014
Неэксплуатируемые здания	19	5
Строящиеся объекты	14	8
Реконструируемые и ремонтируемые объекты	11	3
Демонтируемые объекты	6	6

Окончание табл. 1

Вид объекта		Кол-во случаев	
		2013	2014
Объекты общественного значения и массового пребывания людей	Учебно-образовательные учреждения (детские сады, школы, техникумы, вузы)	23	8
	Медицинские учреждения (больницы, клиники, оздоровительные центры)	7	1
	Общественные здания (магазины, развлекательные и торговые центры, церкви и мечети, вокзалы, прочие места массового скопления людей)	16	6
	Спортивные сооружения	8	0
ИТОГО		54	15
Промышленные здания		13	11
Жилые здания		101	33
Промышленные трубы		0	1
Водонапорные башни		2	2
Грунты		24	14
Подъемные механизмы (краны, лифты)		12	10
Мосты		8	10
Объекты, представляющие историческую ценность		8	3
Прочее (паркинги и др.)		29	12
Всего известных случаев		293	121

Таблица 2

Количество аварий по всем видам объектов в первых полугодиях 2013 и 2014 годов
в числовом и процентном соотношениях

№ п/п	Вид объекта	Первое полугодие 2013 г.		Первое полугодие 2014 г.	
		Кол-во аварий	Доли, %	Кол-во аварий	Доли, %
1	Жилые объекты	101	25,8	33	26,6
2	Объекты общественного значения и массового скопления людей (учебно-образовательные, медицинские учреждения, спортивные сооружения, магазины, вокзалы, развлекательные и торговые центры, церкви и мечети)	54	13,8	15	12,1
3	Строящиеся, реконструируемые и ремонтируемые объекты	25	6,4	11	8,9
4	Прочее (заборы, ограждения, паркинги, промышленные трубы, водонапорные башни)	31	7,9	15	12,1
5	Неэксплуатируемые (зброшенные) объекты	19	4,9	5	4,0
6	Промышленные здания	13	3,3	11	8,9
7	Подъемные механизмы (краны, лифты)	12	3,1	10	8,1
8	Мосты	8	2,0	10	8,1
9	Грунты	24	6,1	14	11,3

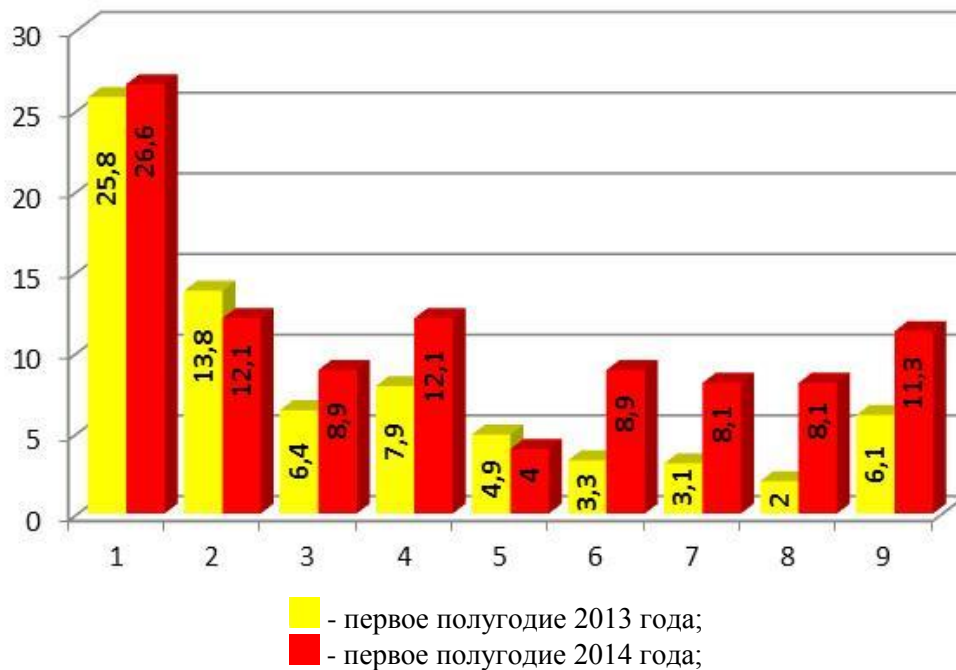


Рис. 1. Диаграмма аварий по всем видам объектов за 2012-2013 годы:

1 – жилые объекты; 2 – объекты общественного значения и массового скопления людей (учебно-образовательные, медицинские учреждения, спортивные сооружения, магазины, вокзалы, развлекательные и торговые центры, церкви и мечети); 3 – строящиеся, эконструируемые и ремонтируемые объекты; 4 – прочее (заборы, ограждения, паркинги, промышленные трубы, водонапорные башни); 5 – неэксплуатируемые (зброшенные) объекты; 6 – промышленные здания; 7 – подъемные механизмы (краны, лифты); 8 – мосты; 9 – грунты

Учитывая данные табл.2 и рис.1, можно сказать, что меньше аварий стало лишь на неэксплуатируемых объектах и на объектах общественного значения и массового скопления людей. По всем остальным видам объектов наблюдается рост.

Почему вообще рушатся строения? Рассмотрим несколько причин, видных глазами даже необразованного человека. В подтверждение каждой причины приведем яркий пример.

1. Неудовлетворительное качество строительных материалов.

18 марта 2014 г. в г.Покровске (Якутия) обрушился балкон нового трехэтажного дома [5]. Бетонные опоры, на которых держалась конструкция, были изготовлены с нарушением технологии. Застройщик признал свою вину, бетонные опоры под балконы не закупались у производителей строительных конструкций, а были изготовлены самостоятельно.

2. Качество строительства.

Вернемся к примеру первой причины аварии, к примеру плохого качества строительных работ. Последние несколько месяцев подобные новости на электронных новостных порталах появлялись не раз. Всем уже известен факт того, что в наше время строить правильно разучились и расхотели. На это есть свои причины. Это и воровство финансовых средств, предназначенных для строительства, и низкое качество строительных материалов, и плохое образование и даже его отсутствие у рабочих, а зачастую и некомпетентность руководящего состава.

Не будем отвлекаться от инцидента, произошедшего в г. Покровске. Дом строился для переселенцев из ветхого и аварийного фонда. По словам жителей дома, объект до сих пор не принят. Дом частично заселен после Нового года, сразу после подключения тепла. Еще до падения балкона в квартирах на потолках проступили потеки, в оконных проемах появились

щели. Дом газифицирован, но на окнах в кухне нет форточек, проваливаются полы, подъезды не имеют защитного козырька, что чревато последствиями.

Приведем еще один пример плохого качества строительных работ. 17 марта 2014 г. в г. Петропавловск-Камчатский (рис. 2) с торца жилого дома на улице Портовская обвалилась утепляющая обшивка (стекловата, металлическая сетка, штукатурка и дерево). Повреждены два легковых автомобиля. Люди не пострадали. Среди прочих новостных порталов об этом инциденте рассказывает Новости@mail.ru [6].

3. Несоблюдение техники безопасности и технологии строительства на месте проведения строительных и демонтажных работ.

Чаще всего это обрушение железобетонных перекрытий, еще не успевших набрать прочность.

28 февраля 2014 г. в г. Мурманске [7] обрушились конструкции на недострое у «Окея» на проспекте Ленина (рис. 3). Госпитализирован один строитель. «Окея» должен стать самым крупным многофункциональным торгово-развлекательным комплексом за Полярным кругом. Предполагается, обрушилась деревянно-металлическая опалубка. Она не выдержала нагрузки лежавших на ней бетонных перегородок.

21 марта 2014 г. в г. Ульяновске просел грунт на «Майской горе» в Заволжском рай-

оне города (рис. 4). На поврежденном участке Димитровградского шоссе ограничена скорость движения автотранспорта. Причиной названы работы по прокладке дренажной трубы для понижения уровня реки Карасевка [8]. Работы проводились с нарушением порядка: своевременно не подготовлена траншея и не смонтирована водоотводная труба. В результате произошла просадка грунта и частичное разрушение дорожного полотна. Опасности дальнейшего обрушения грунта нет.

14 апреля 2014 г. в г. Архангельске рухнули конструкции строящегося общественно-делового центра на пересечении Набережной и Поморской улиц (рис. 5). Строительные конструкции обрушились во время заливки бетона. С высоты 3-го этажа упал и тяжело травмировался один рабочий [9].



Рис. 2. Обрушение утепляющей обшивки с торца дома в г. Петропавловск-Камчатский



Рис. 3. Обрушение конструкций строящегося объекта в г. Мурманске



Рис. 4. Проседание грунта в г. Ульяновске



Рис. 5. Обрушение конструкций строящегося общественно-делового центра г.Архангельске

06 марта 2014 г. в г.Сургуте (Ханты-Мансийский автономный округ) произошло обрушение бетонного перекрытия в строящемся офисном здании ООО «Газпром переработка» (рис. 6). Погибли двое рабочих, и один ранен. Во время заливки бетонного перекрытия очередного этажа опоры не выдержали, и еще не набравшая прочность конструкция вместе с арматурой сорвалась вниз. Повреждены нижние перекрытия [10, 11].

23 июня 2014 г. в поселке Буртинский (Белоярский район, Оренбургская область) обрушилась стена общеобразовательной школы [12]. В спортзале проводилась замена перекрытия. Причиной инцидента стало несоблюдение условий демонтажа крыши. Рабочие начали обрезать бензопилой перекрытия, листы сползли и разрушили часть оконного проема. ЧП обошлось без пострадавших.

4. Ошибки проектирования.

Следствием сразу нескольких причин, первой из которых названа именно ошибка проектирования, стал обвал дороги на участке объездной дороги Симферополя, соединяющей Евпаторийское и Николаевское шоссе 28 сентября 2014 года [13, 14]. Тогда в автомобиле, упавшем в воронку глубиной 6 м и радиусом около 8 м, погибли шесть человек, среди которых было двое детей (рис. 7).

После оглашения предварительных результатов расследования правительственной комиссией вице-премьер республики Крым Дмитрий Полонский заявил: «Если переходить к выводам, то я бы сгруппировал их по трем группам. Первая – это причина, свя-

занная с проектированием, вторая причина, связанная с нарушением технологией строительства, третья причина связана с эксплуатацией и содержанием». К тому же было подчеркнуто, что на поврежденном участке дороги ранее были выявлены поперечные трещины, которые не были обработаны и укреплены должным образом. «Отсутствовали системные мероприятия по сохранению сооружения, отсутствовали работы по оценке технического состояния сооружения» – добавил вице-премьер Крыма.



Рис. 6. Обрушение бетонного перекрытия в строящемся офисном здании в г.Сургуте



Рис. 7. Обвал дороги на участке объездной дороги Симферополя

5. Неправильная эксплуатация.

29 мая 2013 года в г.Новочеркасске рухнули перекрытия и стены в туалетах пятиэтажного здания, принадлежащего муниципалитету (рис. 8). Перекрытия в туалетах обвалились с пятого по второй этажи. Из здания эвакуированы 70 человек. Погибших и пострадавших нет. Отключены все коммуникации –

газ, вода, электричество. Раньше здание было общежитием Новочеркасского электровозостроительного завода. Несколько лет назад его передали в муниципальную собственность. По одной из версий в санузлах общежития перекрытия между этажами попросту сгнили и разрушились от влаги и постоянно протекающей канализации [15].



Рис. 8. Обрушение перекрытий и стен пятиэтажного жилого здания в г.Новочеркасске

6. Бездействие управляющих компаний.

02 апреля 2014 г. в г.Перми обрушилась часть стены в подъезде жилого дома на Комсомольском проспекте (рис. 9). Обвалившаяся часть стены на первом этаже многоквартирного дома вместе с жильцами подъезда ждала реакции управляющей компании неделю. Кирпичи, которыми была выложена стена, обвалились вместе цементной смесью и откуда-то взявшимися в перекрытии прокладками из газеты. Управляющие службы заверяют, что информация о данном инциденте им не поступала. О состоянии дома и

необходимости ремонта дома споры велись задолго до аварии, денежные средства от жильцов на «текущий ремонт» поступают регулярно [16].

25 февраля 2014 г. в пос. Билимай (г.Первоуральск, Свердловская область) рухнула крыша двухэтажного барака улице на Сакко и Ванцетти. Крыша не выдержала снежного напора (рис. 10). Эвакуировано 16 жильцов. Дом 50-х годов постройки не принадлежит муниципалитету и не обслуживается ни одной управляющей компанией. Никто не пострадал [17].



Рис. 9. Обрушение части стены в подвале жилого дома в г.Перми



Рис. 10. Обрушение крыши двухэтажного барака в пос. Билимай

7. Ветхость/усталость строения.

В наши дни частичные обрушения жилых домов становится уже привычным явлением. Из-за коммерческих отношений во всех отраслях в новые дома жителей ветхо-аварийного жилья никто не торопится, и люди продолжают жить в полуразвалившихся сгнивших строениях и тратить заработанные деньги на поддержку работоспособности остатков жилья, а не на приобретение нового жилья.

Но рушатся не только жилые дома. 06 августа 2014 г. в г.Красноярске обрушилась часть четырехэтажного корпуса Политехнического института Сибирского федерального университета (рис. 11). Общая площадь об-

рушения составила порядка 100 кв.метров. Никто не пострадал. Здание, состоящее из трех блоков (Восточный, Западный и Центральный), было построено в 1951 году. Восточный блок из-за ветхости закрыт уже давно. Западный блок несколько лет находится под наблюдением специалистов. В июне 2014 года были замечены новые признаки разрушения здания. Студенты и преподаватели заметили, что по стене Западного корпуса поползла трещина, а под основанием вспучился грунт. Здание признано аварийным. В срочном порядке функционирование корпуса было прекращено, научное оборудование вывезено [18].



Рис. 11. Обрушение части четырехэтажного корпуса Политехнического института Сибирского федерального университета в г.Красноярске

07 февраля 2014 г. в пос.Забайкальск (Забайкальский край) обрушилась часть металлической дымовой трубы котельной международного автомобильного пункта пропуска «Забайкальск» [19]. Никто не пострадал. Причиной названа ветхость конструкций. Котельная пункта пропуска вместе с дымовой трубой построена в 1997 году. Рухнули 14 метров трубы при общей длине в 32 метра. Оставшаяся часть дымовой трубы высотой около 20 метров позволила продолжить эксплуатацию котельной МАПП «Забайкальск» в штатном режиме до конца отопительного сезона.

8. Отсутствие контроля за техническим состоянием конструкций.

17 апреля 2014 г. в г.Ижевске произошло частичное обрушение моста [20]. ЧП произошло над водосбросом плотины Ижевского водохранилища. 250-летний мост связывает центр города с производственной территорией концерна «Калашников». Ограждение вдоль моста сползает вниз. Причиной называют разрушение несущих конструкций моста и его различных конструктивных элементов.



Рис. 12. Обрушение стена магазина в г.Ростов-на-Дону

25 мая 2014 г. в поселке Псебай (Мостовский район, Краснодарский край) разрушилась часть автомобильного моста через реку Армянка. Железобетонную конструкцию во время обильных ливней подмыло сильным потоком воды [14]. Разрушенный мост в поселке, где проживает более 11 тысяч человек, не единственный. Для проезда через Армянку используются другие мосты.

13 июня 2014 г. в г. Южно-Сахалинске при сильных порывах ветра, скорость которых достигала 33 м/с, обрушилась крыша здания торгового центра «Бубль Гум» [25]. Разрушено шиферное перекрытие пяти жилых домов.

Инцидент произошел ночью, пострадавших нет. Мост был признан аварийным еще в 2008 году, но реконструкция не началась, собственник строения до сих пор не найден.

9. Человеческий фактор, крупные механические повреждения.

16 января 2014 г. в г.Ростов-на-Дону обрушилась стена магазина, расположенного на первом этаже кирпичного здания на улице Оганова (рис. 12). ЧП спровоцировал потерявший управление автомобильный кран «МАЗ». Пять человек, среди которых и водитель автокрана, госпитализированы с травмами различной степени тяжести. Один посетитель магазина погиб на месте происшествия [21, 22].

10. Погодные условия.

14 мая 2014 г. в г.Южно-Сахалинске произошло частичное обрушение примыкания автодороги к мосту общего пользования по дороге на кладбищенский комплекс №2 «Ласточка» по Холмскому шоссе (рис. 13). Это произошло вследствие подмывания грунта паводковыми водами. Движение здесь осуществляется только по одной полосе [23].



Рис. 13. Частичное обрушение примыкания автодороги к мосту в г.Южно-Сахалинске

Библиографический список

1. Реестр аварий зданий и сооружений 2001-2010 годов / К.И. Еремин, Н.А. Махутов, Г.А. Павлова, Н.А. Шишкина. – М., 2011. – 320 с.
2. Ерёмин К.И., Шишкина Н.А. Причины и последствия аварий зданий и сооружений, произошедших в 2010 году. [Электронный документ] // Предотвращение аварий зданий и сооружений. – 2011. Электронный ресурс: http://pamag.ru/prensa/causes_conseq-accidents
3. К.И. Ерёмин, Н.А. Шишкина. Обзор аварий зданий и сооружений в 2011 году. [Электронный документ] // Предотвращение аварий зданий и сооружений. – 2012. Электронный ресурс: <http://pamag.ru/prensa/obzor-fatal>
4. Шишкина Н.А. Отношение общественности к эксплуатируемым строительным объектам / Коллектив авторов под ред. К.И. Еремина // Монография «Предотвращение аварий зданий и сооружений». – Магнитогорск, 2014. – 400 с. Электронный ресурс: http://pamag.ru/prensa/predotvrashenie-avarii_sdanii
5. Электронный ресурс: <http://www.yakutia24.ru/proisshestv/proisshest/18265-stroiteli-v-pokrovsk-priznali-svoyu-vinu-posle-obrusheniya-balkona>
6. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/inregions/foreast/41/society/17413505/>
7. Электронный ресурс: <http://murmansk.kp.ru/online/news/1674382/>
8. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/inregions/volgaregion/73/society/17512366/>
9. Электронный ресурс: <http://newsday29.ru/?p=48449>
10. Электронный ресурс: <http://ugra-news.ru/frontpageart/39091>
11. Электронный ресурс: <http://znak.com/hmao/news/2014-03-06/1019281.html>
12. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/inregions/volgaregion/56/society/18641845/>
13. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/inregions/crimea/110/incident/19672800/>
14. Электронный ресурс: <http://informing.ru/2014/09/28/obval-obezdnoy-trassy-pod-simferopolem-mog-proizoyti-iz-za-oshibki-stroiteley.html>
15. Электронный ресурс: <http://novocherkassk-news.com/news/557>
16. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/inregions/volgaregion/59/incident/17762423/>
17. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/inregions/ural/66/incident/17126055/>
18. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/inregions/siberian/24/incident/19109493/>
19. Электронный ресурс: <http://news.chita.ru/58200/>
20. Электронный ресурс: <http://www.ntv.ru/novosti/911499/>
21. Электронный ресурс: <http://www.interfax-russia.ru/South/main.asp?id=465814>
22. Электронный ресурс: <http://www.rg.ru/2014/01/17/reg-ufo/maz-anons.html>
23. Электронный ресурс: <http://news.astv.ru/news/39553>
24. Электронный ресурс: <http://www.rg.ru/2014/05/25/reg-ufo/pavodok-anons.html>
25. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/inregions/foreast/65/society/18549171/>



ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛЕЙ

Алексеева
Екатерина Леонидовна

Хлётский
Антон Юрьевич

Директор управления промышленной безопасности
ООО «ВЕЛД», г.Магнитогорск, Челябинская область,
кандидат технических наук

Начальник отдела экспертизы зданий и высотных
сооружений ООО «ВЕЛД»,
г.Магнитогорск, Челябинская область

АННОТАЦИЯ

Выполнено изучение повреждаемости основных несущих конструкций зданий энергетикой и химической отраслей с целью повышение уровня комплексной безопасности зданий и сооружений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Здания, Предприятия энергетики, Химическое производство, Анализ, Дефекты, Повреждения Несущие конструкции, Техническое состояние, Срок эксплуатации, Оценка повреждаемости

В настоящее время в большинстве стран отмечается рост числа аварий с человеческими жертвами. Этот факт можно объяснить комплексом причин, в том числе увеличением количества строящихся зданий сложных форм с большепролетными конструкциями, применением недостаточно изученных и проверенных на практике новых конструктивных схем и материалов при отставании нормативной и правовой базы и недостаточной подготовленности участников строительства.

Рассмотрим предприятия энергетической и химической отраслей промышленности.

Предприятия энергетикой и химической промышленности являются стратегически важными объектами. Последствия аварий и аварийных ситуаций на данных объектах могут иметь не только локальный, но и глобальный характер. Очень сложно, а порой и невозможно в полной мере оценить экономический ущерб и социальные последствия аварий на данных предприятиях.

В настоящее время в большинстве стран отмечается рост числа аварий с человеческими жертвами. Этот факт можно объяснить

комплексом причин, в том числе увеличением количества строящихся зданий сложных форм с большепролетными конструкциями, применением недостаточно изученных и проверенных на практике новых конструктивных схем и материалов при отставании нормативной и правовой базы и недостаточной подготовленности участников строительства.

Рассмотрим предприятия энергетической и химической отраслей промышленности.

Предприятия энергетикой и химической промышленности являются стратегически важными объектами. Последствия аварий и аварийных ситуаций на данных объектах могут иметь не только локальный, но и глобальный характер. Очень сложно, а порой и невозможно в полной мере оценить экономический ущерб и социальные последствия аварий на данных предприятиях.

Сферы энергетикой и химической промышленности являются закрытыми и соответственно мало изученными. На данный момент отсутствуют обобщенные данные по повреждаемости элементов каркасов эксплуатируемых зданий изучаемых предприятий с учетом длительности их эксплуатации.

Знакомство с рядом зданий главных корпусов предприятий энергетики и рядом основных производственных цехов химических предприятий показало, что большинство зданий находится в удовлетворительном состоянии, а состояние многих несущих конструкций оценено как ограниченно работоспособное.

К главным корпусам тепловых электростанций относят здание или комплекс зданий, в которых размещается основное и вспомогательное оборудование, непосредственно участвующее в процессе выработки тепловой и электрической энергии [2].

На основании анализа конструктивных решений главных корпусов предприятий теплоэнергетики установлено следующее: в основу конструктивного решения главных корпусов заложена многопролетная рама, включающая в себя не менее трех пролетов. Пролеты выполняются полностью в железобетонном, металлическом каркасе или смешанными с железобетонными колоннами и металлическими конструкциями покрытия. Каркас состоит из колонн, балок и ферм, образующих в поперечном направлении раму с жесткими или шарнирными узлами. Жесткость и устойчивость каркаса и отдельных его элементов обеспечиваются системой связей.

При эксплуатации строительных конструкций сооружения его надежность с течением времени падает. Возникает необходимость в ремонте. В связи с этим для обеспечения надежности сооружения играет роль его ремонтпригодность, представляющая собой приспособленность конструкций к периодическим осмотрам и ремонтам [1].

Со временем происходит постепенный износ зданий и сооружений от возникающих в конструкциях в процессе эксплуатации различных дефектов и повреждений. Значительная часть дефектов и повреждений по строительным конструкциям образуется и накапливается в результате неправильной эксплуатации.

Учет роста повреждаемости несущих конструкций при эксплуатации и планировании ремонтно-восстановительных работ позволит значительно снизить вероятность возникно-

вения аварийных ситуаций и повысить безопасность зданий главных корпусов предприятий энергетики.

Анализ накопленных дефектов и повреждений в сфере энергетики выполнен по одиннадцати главным корпусам предприятий энергетики, восемь из которых входят в состав ОАО «Фортум». Главные корпуса предприятий ОАО «Фортум» вводились в эксплуатацию, начиная с 1931 года (Челябинская ГРЭС) и заканчивая 1996 годом (Челябинская ТЭЦ-3).

Анализ дефектов и повреждений в химической промышленности выполнен по семи цехам основного производства, включающего в себя цех обжига электродной продукции, сортопрокатный цех, цех графитации, механической обработки и др. Данные цеха вводились в эксплуатацию, начиная с 1977 года и заканчивая 1990 годом.

Целью обследования конструктивных элементов указанных выше зданий главных корпусов явилось выявление дефектов, повреждений и причин, вызывающих их. Анализ выявленных дефектов и повреждений позволил проследить повреждаемость и оценить изменение технического состояния несущих элементов каркасов главных корпусов в зависимости от длительности их эксплуатации.

По результатам анализа повреждаемости основных несущих конструкций главных корпусов предприятий энергетики и основных производственных цехов химической промышленности, построены диаграммы изменения технического состояния несущих конструкций зданий главных корпусов в зависимости от срока эксплуатации здания.

За единицу повреждаемости принято отношение дефектных (поврежденных) конструкций к общему количеству однотипных конструкций, выраженное в процентах.

На рис. 1, 2 представлены идеализированные диаграммы повреждаемости основных несущих конструкций исследуемых зданий, отображающие изменение технического состояния строительных конструкций, а именно рост повреждаемости, в зависимости от времени эксплуатации на момент проведения обследования.

Рис. 1. Идеализированный график повреждаемости колонн, стропильных ферм и второстепенных балок зданий главных корпусов предприятий энергетики

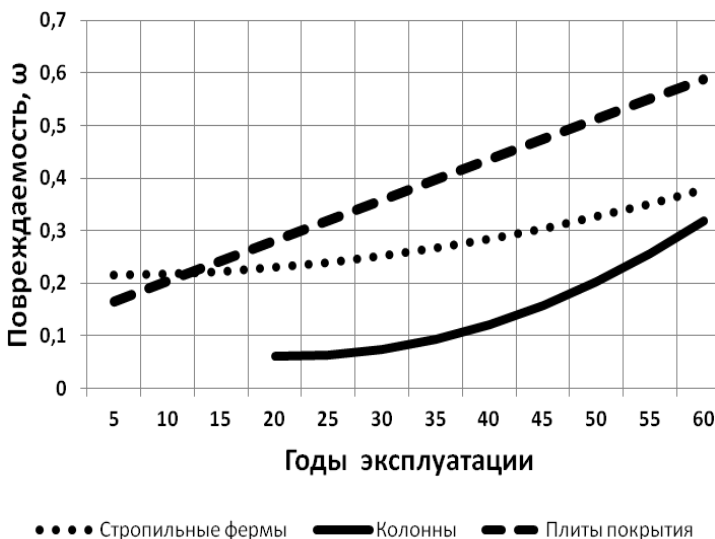
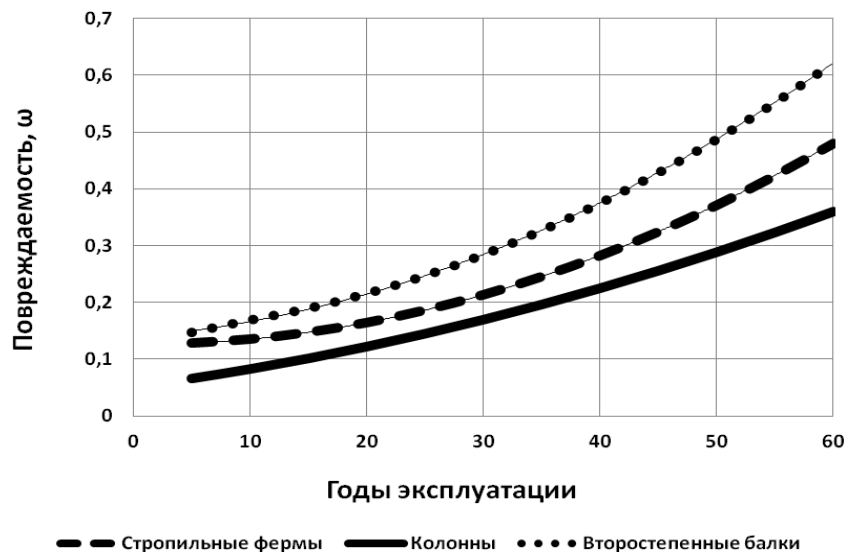


Рис. 2. Идеализированный график повреждаемости колонн, стропильных ферм и плит покрытия зданий основных производственных цехов химической промышленности

По данным графикам видно, что по конструкциям стропильных ферм развитие дефектов и повреждений носит одинаково прогрессивный характер в обоих производственных процессах. Установлено, что значительная часть конструкций эксплуатируется с повреждениями, наиболее опасными из которых являются, коррозия по металлическим конструкциям, общие погибы по элементам стропильных ферм, внеузловое опирание, вырезы либо отсутствие элементов. На рис. 3, 4 представлены диаграммы характерных дефектов и повреждений по стропильным фермам.

Анализируя представленные графики, можно сделать вывод, что в не зависимости от производственной отрасли, дефекты по стропильным фермам достаточно однотипны,

и выявляются по конструкциям стропильных ферм практически с одинаковой частотой.

В качестве относительной частоты возникновения дефектов и повреждений принято отношение количества данного вида дефекта к общему количеству дефектов в однотипных конструкциях на обследованных объектах, выраженное в процентах:

$$a = \frac{\Delta n}{N} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где a – относительная частота возникновения дефекта;

Δn – число дефектов и повреждений данного вида;

N – общее число дефектов по однотипным конструкциям.

Рис. 3. Характерные дефекты по стропильным фермам предприятий энергетики



Рис. 4. Характерные дефекты по стропильным фермам предприятий химической промышленности

На рис. 5 и 6 представлены диаграммы относительной частоты возникновения дефектов и повреждений по стропильным фермам.

Таким образом, постоянный анализ накопленных дефектов и повреждений по несущим конструкциям зданий основных производств, учитывающий реальный износ конструкций с течением времени, позволяет выявлять наиболее слабые в конструктивном плане узлы в исследуемых производствах. В дальнейшем полученные сведения можно исполь-

зовать в различных направлениях, в том числе при проектировании, а также при планировании капитальных ремонтов на действующем производстве.

Повышение уровня комплексной безопасности зданий и сооружений возможно так же путем создания единой базы, позволяющей накапливать, обобщать и анализировать информацию об объекте, выполнять оценку текущего состояния объекта, или даже прогнозировать поведение конструкций с целью предотвращения аварий.

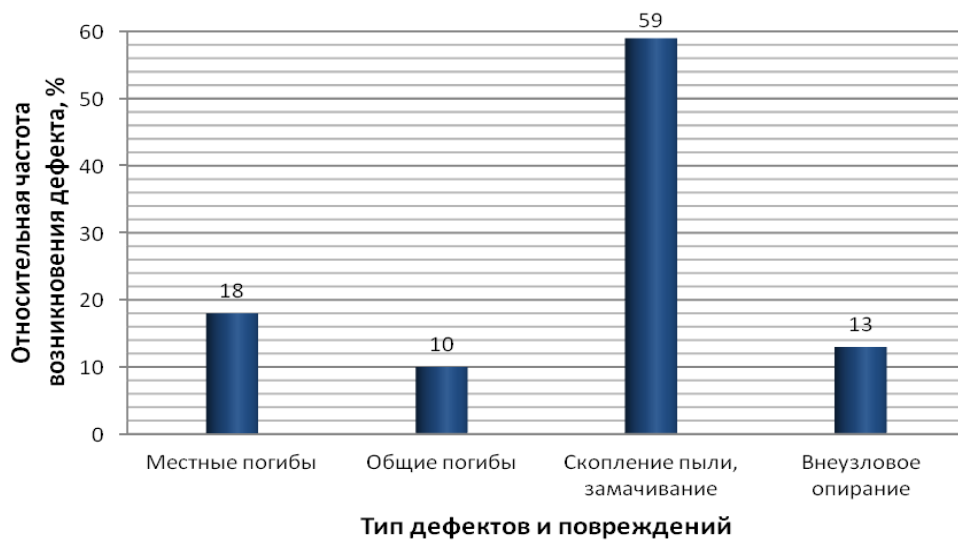


Рис. 5. Относительная частота возникновения дефектов и повреждений по стропильным фермам предприятий энергетики

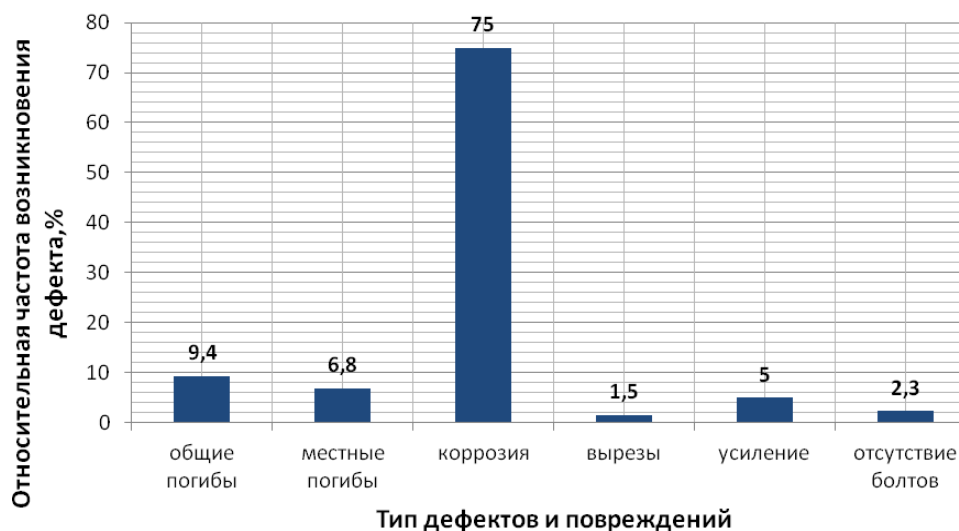


Рис. 6. Относительная частота возникновения дефектов и повреждений по стропильным фермам предприятий химической промышленности

Библиографический список

1. Добромыслов А.Н. Диагностика повреждений зданий и инженерных сооружений. – М.: МГСУ. 2008.
2. Кузнецов И.П., Иоффе Ю.Р. Проектирование и строительство тепловых электростанций. – 3 издание, переработанное. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
3. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений. ЦНИИПромзданий. – М. 2001.
4. Руководство по эксплуатации строительных конструкций производственных зданий промышленных предприятий. - 4-е издание, стереотипное. - М. 2004.

ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ГАЗОПРОВОДОВ

Пермяков
Михаил Борисович

Технический директор ООО «ВЕЛД»,
директор Института строительства, архитектуры
и искусства МГТУ им. Г.И. Носова, г.Магнитогорск,
доцент, кандидат технических наук, доктор Ph.D

Орлиогло
Никита Александрович

Начальник отдела емкостных объектов энергетического
управления ООО «ВЕЛД», г.Магнитогорск

Спиридонов
Артем Александрович

Начальник отдела экспертизы трубопроводного транспорта
энергетического управления ООО «ВЕЛД», г.Магнитогорск

АННОТАЦИЯ

Приведены примеры произошедших аварий трубопроводов, перечислены мероприятия, рекомендованные для предотвращения появления негативного влияния человеческого фактора на промышленную безопасность газопроводов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

*Экспертиза промышленной безопасности,
Оценка технического состояния
Газопровод, Авария,
Причины аварий*

Газопроводы являются опасным производственным объектом, и аварии на них могут привести не только к экономическим потерям, но и к существенному ущербу окружающей среде.

Опыт эксплуатации показывает, что основным фактором, влияющим на безопасность газопроводов, является человеческий фактор.

Для определения значимости человеческого фактора в области промышленной безопасности газопроводов был проведен анализ аварийных ситуаций, произошедших в период с 2002 г. по настоящее время.

2002 г.

22.02.2002 г. ГРС №2 МГ «Быково-Волжский» ООО «Волгоград-трансгаз». На узле редуцирования произошла утечка газа с возгоранием. Пожар на узле редуцирования.

14.06.2002 г. ООО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез». Несрабатывание отключающей аппаратуры. Откачка из емкостей кислоты до нулевого уровня привела к проскоку изобутана в емкости, загазованности помещения и взрыву от внешнего источника. Разрушение оборудования, повреждение помещения.

16.09.2002 г. Газопровод-отвод на станцию Зольская, ООО «Кавказтрансгаз», 14 км. При производстве земляных работ трактором поврежден газопровод. Утечка газа без возгорания, повреждено 10 м трубы.

24.09.2002 г. Газопровод-отвод на г. Каменск-Уральский, ООО «Уралтрансгаз», 30 км. Разрушение газопровода в результате износа оборудования. Утечка газа без возгорания, повреждено 24 м трубы.

2003 г.

15.01.2003 г. Газопровод-отвод на г. Мичуринск, ОАО «Мострансгаз», 20 км. Разрушение газопровода в результате износа оборудования. Утечка газа без возгорания, повреждено 17 м трубы.

23.01.2003 г. Газопровод-отвод на г. Тырнауз, ООО «Кавказтрансгаз», 69 км. Разрушение газопровода в результате износа оборудования. Утечка газа без возгорания, повреждено 20 м трубы.

27.07.2003 г. Подземный газопровод «ГРС-2 – Пушкино» ОАО «Омскоблгаз». При производстве земляных работ по укладке кабеля связи, поврежден газопровод. Утечка газа без возгорания, повреждено 15 м трубы.

12.08.2003 г. Газопровод-отвод «Курсавка-Южный», ООО «Кавказтрансгаз», 85 км. Механическое повреждение бульдозером, разрушился газопровод. Утечка газа без возгорания, повреждено 20 м трубы.

2004 г.

22.03.2004 г. Газопровод-отвод на ГРС-17, 17А ООО «Самаратрансгаз», 15 км. Разрушение газопровода. Коррозия в месте гофры, разрушился газопровод. Утечка газа без возгорания, повреждено 5 м трубы.

22.05.2004 г. ГРС-44, филиал «Отрадныймежрайгаз», ООО «Средне-Волжская газовая компания». При производстве земляных работ экскаватором поврежден газопровод. Утечка газа без возгорания газа, повреждено 9 м трубы.

2005 г.

27.07.2005 г. ГРС пос. Петровского трест «Ростовмежрайгаз» ОАО «Ярославль облгаз». Произошла утечка газа вследствие трещины корпуса задвижки на выходе надземного газопровода. Прервано газоснабжение поселка.

12.05.2005 г. Чеченская республика, Ачхой-Мартановский район. Во время паводка повреждено 120 м газопровода.

2011 г.

17.06.2011 г. газопровод-отвод к ГРС «Никольск» Никольский район Пензенской области ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород». При производстве земляных работ экскаватором поврежден газопровод, без возгорания газа. Прервано газоснабжение поселка

2012 г.

04.11.2012 г. газопровод-отвод «Аборино - Щитниково-1» Щелковский район Московской области ООО «Газпром трансгаз Москва». Разрушение газопровода с возгоранием газа. Прервано газоснабжение поселков (газоснабжение поселков по резервной схеме).

Анализ причин произошедших аварий показывает, что основными причинами являются (рис.1):

- 1) последствие износа – 57% от всех причин;
- 2) природное воздействие – 7%;
- 3) антропогенное воздействие – 36%.

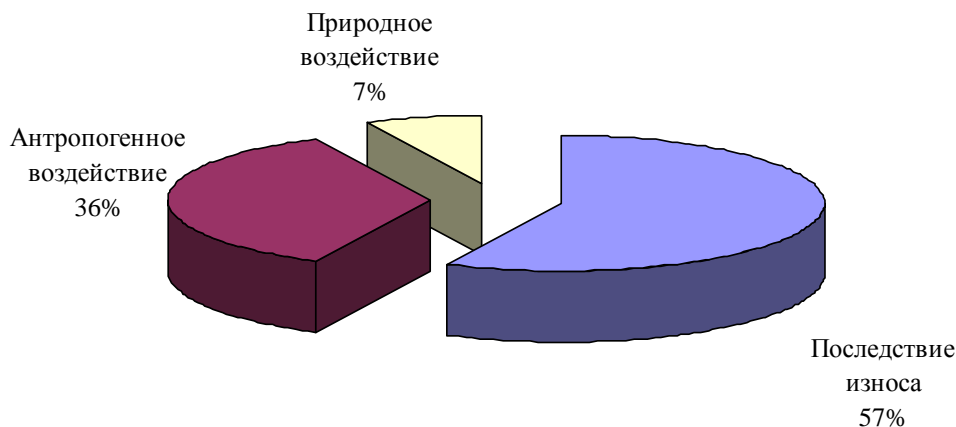


Рис.1. Причины возникновения аварийных ситуаций

В процессе проведения экспертиз промышленной безопасности газопроводов выявляются разнообразные по значимости дефекты, повреждения и несоответствия, ставшие следствием человеческого фактора. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся дефекты, повреждения и несоответствия требованиям промышленной безопасности и проектной документации на газопроводах.

В процессе экспертизы проводится оценка соответствия газопровода представленной на

него проектной документации. При оценке соответствия газопровода проектной документации проверяются трассировка газопровода, размеры и материал труб, из которых смонтирован газопровод (с исполнительной документации или вырезка пробы), наличие, достаточность (отсутствие провисов при нивелировке) и геометрия опор газопровода. Одним из несоответствий проектной документации можно смело назвать отсутствие фундамента под опорой газопровода (фото 1).



Фото 1. Отсутствие фундамента под опорой газопровода

Также нельзя забывать о механических воздействиях. Следствием такого человеческого вмешательства могут быть, например, смещения с опор, гибели труб (фото 2).

Попадание в зону проведения земляных работ действующих коммуникаций ситуация довольно частая. Следствие – создание аварийных ситуаций.

Для предотвращения появления негативного влияния человеческого фактора на промышленную безопасность газопроводов рекомендуются следующие мероприятия:

1) На стадии проектирования:

– учитывать прокладку газопроводов над автомобильными дорогами (высотная отметка прокладки не менее +5,000).

2) На стадии возведения:

– тщательный строительный контроль и авторский надзор за монтажом газопроводов.

3) На стадии эксплуатации:

– За газопроводами должен быть организован надзор, основными составляющими которого являются: систематические наблюдения; текущие, периодические и внеплановые осмотры; обследования технического состояния и экспертизы промышленной безопасности специализированными организациями; своевременное выполнение ремонтов; государственный надзор за безопасной эксплуатацией.

– На предприятиях должны соблюдаться графики проведения ревизий, освидетельствований, технических диагностирований и экспертиз промышленной безопасности.

– Предприятия должны ответственно относиться к проведению профилактических и капитальных ремонтов.

– Необходимо вводить и осуществлять мониторинг технического состояния газопроводов.



Фото 2. Смещение с опор газопровода и гибка труб в результате механического воздействия (данный участок газопровода располагается над дорогой)

Библиографический список

- 1) Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (21 июля 1997 г.).
- 2) Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 ноября 2013 г. № 542).
- 3) О необходимости системного подхода к научным исследованиям в области комплексной безопасности и предотвращения аварий зданий и сооружений. Автор: В.Н. Пономарев, В.И. Травуш, В.М. Бондаренко, К.И. Еремин. Предприятие: Российская академия архитектуры и строительных наук, г.Москва, ООО «ВЕЛД» г. Магнитогорск, Челябинская область. Дата публикации: 2013-11-25.

НАУКА И БЕЗОПАСНОСТЬ
www.pamag.ru

- Краткий обзор учебно-методической литературы направленной тематики.
- Информация о прошедших и готовящихся выставках, конференциях, семинарах и других событиях, поднимающих вопросы проектирования, строительства, эксплуатации, консервации и ликвидации строительных объектов
- Электронный журнал «Предотвращение аварий зданий и сооружений»:
 - Научные статьи специалистов ведущих вузов Российской Федерации и ближнего зарубежья
 - Более тысячи кратких обзоров аварий и обрушений зданий, сооружений и грузоподъемных механизмов
- Влиятельные партнеры
- Приглашения к публикации

www.pamag.ru

НАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНИЦИАТИВА. ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Четверик
Николай Павлович

Заместитель директора Центра инноваций в городском хозяйстве НИУ ВШЭ, заместитель председателя комитета по совершенствованию тендерных процедур и инновационной деятельности НОП, руководитель направления инновационного развития комиссии по градостроительной деятельности и ЖКХ ЦСС ВПП «ЕДИНАЯ РОССИЯ»

АННОТАЦИЯ

Предлагаются дополнения в концептуальные подходы к формированию Национальной технологической инициативы. Обсуждается современное состояние объектов техносферы. Цель исследования: привлечение внимания к рассмотрению всего жизненного цикла объектов техносферы, как единое целое. Особое значение должно отводиться внедрению технологий информационного моделирования (BIM), инжинирингу с применением EPC/M-моделей, инновационному менеджменту, контроллингу, управлению проектами, расчету рисков, моделированию управленческого процесса. Метод исследования – аналитический.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Национальная технологическая инициатива (НТИ), Технологии информационного моделирования (BIM), Объекты техносферы

В свежем ежегодном Послании Федеральному Собранию Российской Федерации Президент Владимир Путин поставил задачу разработки и реализации Национальной технологической инициативы (далее НТИ) [1].

Он поручил организовать эту работу Правительству и Агентству стратегических инициатив, подключив к ней ведущие университеты, исследовательские центры, Российскую академию наук, институты развития.

Академическое сообщество подготовило свое видение концепции НТИ, которое изложил заместитель президента РАН, доктор экономических наук Владимир Иванов в статье [2].

Мнение уважаемых ученых на резонансные темы науки широко известны [3-9].

В социальной сети Фейсбук мы создали группу «Инновации в строительной сфере», в которой на данный момент состоит более 2880 человек, хотя группа закрытая и добавляем туда мы не всех. Кстати, уважаемый Владимир Иванов является одним из модера-

торов нашей группы – он сразу откликнулся на мое предложение в ней участвовать.

Итак, попытаюсь изложить свое мнение и мнение уважаемых коллег – участников нашей группы.

Считаю, что положительную роль в НТИ должно сыграть рассмотрение всего жизненного цикла объектов техносферы, как единое целое. Особое значение здесь будет отводиться внедрению технологий информационного моделирования (BIM), инжинирингу с применением EPC/M-моделей, инновационному менеджменту, контроллингу, управлению проектами, управлению рисками, моделированию управленческого процесса.

Современное состояние объектов техносферы характеризуется огромным разнообразием материалов, технологий и конструктивных решений. В этой связи, методы проектирования и конструирования необходимо пополнять качественно новыми инструментами, в частности, – сложными расчетными моделями с использованием технологий информа-

ционного моделирования (BIM) и новейшего вычислительного оборудования. Положительные характеристики информационного моделирования наглядны.

Современное развитие фундаментальной теории безопасности объектов техносферы диктует необходимость изменения действующих подходов к обеспечению требуемых условий эксплуатации потенциально опасных объектов. Новые, перспективные подходы должны базироваться на нормируемых параметрах рисков и безопасности, обоснованных по критериям надежности, прочности, ресурса, живучести и безопасности. Ключевым фактором в решении данной проблемы является использование концепции мониторинга рисков, основанной на контроле, диагностике и мониторинге базовых параметров эксплуатации рассматриваемых объектов техносферы [10].

Необходимо переходить от традиционных методов расчета прочности и надежности к методам управления рисками, к проектному управлению. Нужна система современного физического мониторинга критически важных объектов техносферы в реальном времени (текущего состояния опасных химических производств, атомных объектов, скоростного и авиационного транспорта, нефтегазопроводов, мостов, тоннелей и метро, объектов массового пребывания людей, гидроэлектростанций и т.д.) [11].

В настоящее время космическая связь перегружена информацией регионов, интегрированной на основе статистической субъективной устаревшей отчетности руководителей предприятий. Примеры такого устаревшего «мониторинга» – всем известные резонансные трагедии.

На сегодняшний день в стране отсутствует единая система обмена данными между техническими объектами инфраструктуры, системы сбора и обработки данных наблюдения и контроля за технически сложными объектами федерального (или даже регионального) уровней, называемых телеметрией [12].

Возникает задача создания единой Общегосударственной сети передачи данных, использование которой, повысит безопасность объектов техносферы, что в конечном итоге сэкономит тысячи жизней.

Необходимо обеспечить процесс плавного перехода к полностью автоматизированным

техническим системам (3D-принтерам, роботам и искусственному интеллекту). При этом нельзя забывать, что человек вынужденно встроен в управление такими системами, как основной элемент.

Поэтому необходима система наблюдений на психофизическом состоянии персонала критически важных объектов.

Необходимо развивать методологию инновационности всего жизненного цикла объектов техносферы (от инвестиционно-строительного проекта до вывода объекта из эксплуатации) на основе симбиоза науки и производства.

Для этого нужно создать целостную систему стандартизации в области инноваций на объектах техносферы. В целях повышения эффективности инновационной деятельности необходимо разработать стандарты по следующим направлениям:

1. Основные положения. Порядок рассмотрения инновационных проектов.
2. Экспертная оценка инновационных проектов.
3. Требования к закупкам инновационной продукции на объектах техносферы.
4. Стадии жизненного цикла и паспортизация научно-технических работ.
5. Порядок учета результатов.
6. Порядок оценки эффективности инновационных проектов.
7. Хеджирование рисков инновационных проектов.
8. Организация технического аудита инновационных проектов.
9. Управление реализацией научно-технических работ.

В настоящих стандартах необходимо обязательно определить экономический эффект от их внедрения.

В Российской Федерации идет процесс гармонизации законодательства с нормами международного права. Российская Федерация подписала ряд международных конвенций и соглашений, в соответствии с которыми обязана уменьшить как имеющееся, так и потенциальное негативное воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду, что может быть достигнуто при внедрении наилучших доступных технологий (НДТ).

Надо подчеркнуть, что есть такие технологии и материалы, которые на протяжении многих лет зарекомендовали себя, как наилучшие доступные. Для того чтобы определить наилучшие доступные технологии и материалы, необходимы соответствующие критерии, которые также должны быть отражены в системе стандартизации нового типа.

Нужно наконец-таки сформировать Реестр инновационных и наилучших доступных технологий и материалов, обеспечить методическое обеспечение его создания, управление пополнением и доведением до сведения всех участников процесса на основе российского и зарубежного опыта.

Необходимо закончить подготовку Стратегии инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации на период до 2020 года и приступить к подготовке Плана мероприятий инновационной активности в строительной сфере («дорожной карты»), как одного из элементов концептуальных основ Национальной технологической инициативы.

В «дорожной карте» следует обозначить меры по повышению эффективности строительной сферы по следующим направлениям:

1. Развитие системы технического регулирования, включая разработку системы инновационных стандартов:

- в области профессиональной деятельности на основе требований к осуществлению предпринимательской или профессиональной деятельности, обязательных для выполнения всеми членами саморегулируемой организации (п.2 ч.3 ст 3 Федерального закона от 01.12.2007 №315-ФЗ «О саморегулируемых организациях»);
- инновационных стандартов строительной отрасли (актуализировать СТО НОСТРОЙ, внося в них изменения в части внедрения инновационных строительных технологий и материалов оценив эффективность от их применения).

2. Оказание поддержки развитию инновационной инфраструктуры в Российских научно-исследовательских университетах, других учебных заведениях строительной направленности. Формирование кадрового резерва инновационной строительной сферы на основе инновационного образовательного процес-

са с применением современных образовательных технологий.

3. В целях развития и совершенствования механизмов профессиональной переподготовки и повышения квалификации руководителей и специалистов строительной сферы, необходимо разработать современную теоретико-методологическую базу в соответствии со следующим задачам:

- освоение новаций в управленческих, экономических и технологических аспектах строительного производства, в т.ч. углубленное изучение инновационных строительных технологий, материалов и современных управленческих процессов;
- изучение проблем обеспечения безопасности строительства и качества выполнения работ на объектах капитального строительства на основе управления рисками.

4. Развитие и реализация инновационной составляющей строительной сферы в рамках национальной инновационной политики, в т.ч. на основе технологии «форсайт». Формирование инновационной конъюнктуры рынка, привлекательности инновационных продуктов для всех участников инвестиционно-инновационного строительного процесса на основе внедрения инновационных и наилучших доступных строительных технологий и материалов, развитие маркетинга инноваций, повышение эффективности системы профессионально-делового сопровождения инновационных проектов «от идеи до рынка».

5. Выведение на рынок ЕАЭС инновационных российских брендов, в т.ч. на основе нанотехнологий и наноматериалов.

6. Дальнейшее развитие института саморегулирования в строительной сфере на основе Стратегии развития саморегулирования в Российской Федерации.

5. Установление обязательного участия в разработке указанных документов независимых профессиональных экспертов строительной сферы, в т.ч. на основе аудита третьей стороны, обеспечение открытости и прозрачности этой деятельности.

А вот что по этому поводу думает известный ученый Олег Захарчук – активный участник нашей группы, генеральный директор ООО «АСис Софт», член-корр. РАЕН, главный конструктор систем управления ин-

новационными проектами МНТЦ и Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонда Бортника), главный конструктор систем ориентации и навигации космических аппаратов НПО «ЭЛАС».

Многолетний опыт участия в наукоёмких проектах в качестве главного конструктора и менеджера проектов показал, что без единой системы управления инновационной деятельностью на всех уровнях управления от государства до исполнителей проектов и даже задач, столь значительные инициативы не могут быть результативно и эффективно выполнены.

В связи с этим, предлагаю внести в состав Концептуальных основ Национальной технологической инициативы отдельный пункт: «Организационно-техническое обеспечение реализации НТИ».

Для результативного и эффективного исполнения НТИ необходимо создать единую автоматизированную систему управления всеми видами деятельности, связанными с исполнением НТИ, которая должна включать:

- организационные структуры для управления деятельностью по НТИ на всех уровнях: Государство, ФОИВ, Корпорации, Организации-исполнители;
- единые регламенты по управлению жизненным циклом инновационных проектов, изделий и внедрению проектного управления;
- единая автоматизированная сетевая платформа управления деятельностью по НТИ, построенная на основе единой модели деятельности и автоматизирующая выполнение выше указанных регламентов управления.

Использование единой модели деятельности, позволит реализовать управление исполнением НТИ, практически в реальном режиме времени, управлять всем комплексом программ и проектов, как единым организмом.

Результативность мероприятий по НТИ будет обеспечиваться коллективным формированием и обсуждением требований к результатам НТИ в рамках единой автоматизированной системы.

Вертикальная декомпозиция деятельности по исполнению НТИ позволит практически в реальном режиме времени получать информацию о состоянии проектов и результатов вышестоящим уровням от нижестоящих.

Горизонтальная декомпозиция деятельности по исполнению НТИ позволит управлять всеми логистическими цепочками поставки материалов и комплектующих для основных результатов деятельности с последующим управлением продажами на этапе коммерциализации.

Эффективность мероприятий по НТИ будет обеспечиваться автоматизированными регламентами по закупкам, процедурами по своевременному выполнению предупреждающих и корректирующих действий.

Владимир Талапов – активный участник нашей группы, ее модератор – профессор НГАСУ (Сибстрин), профессор Международной Академии Архитектуры (Московское Отделение), кандидат физико-математических наук, член рабочей группы ВМ/ИРД по внедрению информационного моделирования в России, автор многочисленных публикаций по теме АЕС/ВМ и нескольких монографий на настоящую тему [17] вот так прокомментировал НТИ.

Несомненно, необходимо в составе НТИ осветить тему информационного моделирования (ВМ).

Целями и задачами внедрения технологий информационного моделирования зданий и сооружений (ВМ) в строительной отрасли и сфере ЖКХ России являются:

1. Повышение эффективности (прибыльности) строительной отрасли в целом, включая её госбюджетный и частный сектора.
2. Повышение конкурентоспособности строительной отрасли России как внутри страны, так и за её пределами.
3. Повышение точности и прозрачности строительных проектов и программ ЖКХ, в первую очередь госбюджетных, что приведёт к более рациональному расходованию средств и, как следствие, к снижению зависимости отрасли от внешних кредитных ресурсов.
4. Снижение расходов на содержание (эксплуатацию) основных фондов.
5. Повышение интеграции вводимых и уже имеющихся основных фондов в государственные информационные системы.

Создание российского ВМ-стандарта.

Разработать на основе международного и отечественного опыта российский ВМ-стандарт с целью:

- четко определять содержание и правила реализации технологии информационного моделирования;
- создать условия для объединения широкого набора проектных данных в единую информационную среду для комплексного использования.

Создание российских BIM-классификаторов.

Создать единый, универсальный и адаптированный к BIM классификатор строительных элементов, который мог бы использоваться на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации зданий. Основная задача: сделать технологически возможным и удобным сквозное использование информационной модели на всех стадиях жизненного цикла объекта.

Регулирование российской нормативно-правовой базы оформления проектной документации.

Упростить требования к оформлению такой документации, если проект выполняется на основе информационного моделирования.

В случае, когда проектирование или строительство-монтажные работы ведутся на основе информационной модели, выполненной на основе стандартов и классификаторов, многие требования по оформлению бумажной документации становятся излишними – вся необходимая информация есть в модели.

Регулирование вопросов ценообразования и оформления смет.

Здесь применение BIM способно дать не только высокую точность и скорость составления смет, но и достаточно серьезные механизмы проверки ценообразования и конкурсной документации. Для этого опять же нужны классификаторы строительных элементов и хорошо продуманная (усовершенствованная) система ценообразования в строительстве. Другими словами, информационная модель здания может выдать любую количественную информацию об объекте, надо только иметь надстройку, которая способна правильно и быстро этой информацией воспользоваться.

Поэтому вопрос совершенствования ценообразования в строительстве, на первый взгляд не связанный с BIM, на самом деле имеет к нему прямое отношение, поскольку при неправильном решении способен свести до ми-

нимума экономический эффект от внедрения технологии информационного моделирования.

Освоение BIM-органами экспертизы.

Обязать органы экспертизы принимать проекты, выполненные по технологии BIM, и оценивать проект по модели.

Это один из важнейших вопросов внедрения информационного моделирования. Если модель выполнена на основе стандартов и классификаторов, то её проверка занимает намного меньше времени (в перспективе возможен даже переход на автоматизированную проверку) и требует меньше ресурсов, то есть ускоряется и удешевляется.

Подготовка специалистов.

Выделить для начала 2-3 вуза в качестве базовых по обучению BIM, в дальнейшем расширять и тиражировать их опыт на другие учебные заведения.

Установить для вузов и отдельных преподавателей систему грантов на освоение BIM, разработки курсов и создание учебных пособий.

Этим вопросом также надо заниматься с самого начала внедрения информационного моделирования, не дожидаясь наработки разными организациями опыта информационного моделирования и появления у них потребности в специалистах со знанием BIM. Кроме того, не надо ждать появления BIM-стандартов и классификаторов, и не надо тратить время и силы на переделку образовательных стандартов.

Во-первых, новый специалист выйдет из вуза через несколько лет, так что откладывать процесс его подготовки до созревания в отрасли полного понимания информационного моделирования означает неоправданно замедлять процесс внедрения.

Во-вторых, ведущие мировые вузы уже давно учат BIM, так что знакомство с их учебными программами и опытом не составит большого труда (достаточно зайти на сайты этих вузов и посмотреть учебные программы курсов).

В третьих, учить надо не BIM, а основной строительной специальности с использованием BIM. Углубленные знания информационного моделирования для тех, кто хочет специализироваться в этой области, можно давать затем в магистратуре.

В четвертых, действующие образовательные стандарты дают каждому вузу право вводить в программу обучения большое количество курсов по своему усмотрению. На практике это означает, что если вуз в начале календарного года решит, что надо вводить BIM в преподавание, то ему достаточно в оперативном порядке изменить нужным образом содержание каких-то своих собственных курсов, например - «Основы САПР», при необходимости и название желательно поменять, и с 1 сентября можно приступать к обучению.

Так что главное – добиться нужного знания и понимания BIM от преподавателей вузов. Для этого необходимо совместно с Министерством образования организовать множество программ и курсов ознакомления, переподготовки и повышения квалификации преподавателей вузов.

Создать стимулы тем, кто внедряет BIM.

Например, после такого-то срока госзаказы будут получать только те, кто работает в BIM. Или для них будет дешевле экспертиза проектов. Или что-то ещё.

Вот здесь опять пригодятся BIM-стандарты, чтобы формализовать, кто работает в BIM, а кто – нет.

Уделять постоянное внимание используемому в стране программному инструментарию BIM и форматам обмена данными.

Дело в том, что именно этот инструментарий в значительной степени определяет производительность информационного моделирования. Государству надо чётко обозначать свою позицию в этом вопросе, акцентируя внимание на выгодных для себя аспектах.

Например, сформулировать обязательные требования к компьютерным программам (это касается в первую очередь импортных разработок), учитывающие специфику нашей страны (возможность вводить кириллицу, нужное количество позиций в информационных ячейках элементов, наличие специфических аннотационных обозначений и т.п.). Общее (государственное) решение этих вопросов сэкономит огромное количество рабочего времени пользователей.

Можно также планировать и проводить конкурсы (желательно регулярные) на лучшие разработки программ или библиотек

элементов по той или иной специальной деятельности. Однако такие конкурсы не означают, что победитель становится монополистом в своей области, конкуренция среди программ должна оставаться. Просто, предоставляя победителям (призёрам) конкурсов определенные вознаграждения, государство таким образом формулирует свои потребности и определяет (корректирует) направление развития компьютерных программ в нужную для себя сторону.

Всё это существенно ускорило бы внедрение BIM, в частности в области организации строительства и обслуживания зданий, поскольку адаптация иностранных программ здесь особенно проблематична.

К разработке тех или иных решений привлекать специалистов.

Было бы исключительно разумно создать (на период решения вопросов внедрения BIM) при Минстрое России рабочую группу (комитет, штаб, центр и т.п.) из специалистов со всей страны с задачей исследования и правильной постановки задач, а затем проработки нужных решений, с обязательным государственным финансированием её деятельности.

Все основные решения пропускать через общественное обсуждение.

Думается, что максимальная открытость разрабатываемых решений и их публичная «обкатка» ещё никому не повредила. Поможет она и внедрению технологии информационного моделирования, которая является для нашей страны делом новым, но очень перспективным. Такие обсуждения не потребуют много времени и средств, но станут дополнительным гарантом исключения возможных ошибок и принятия правильных решений. Ведь лучше «семь раз отмерить», чем один раз неправильно отрезать.

Это было мнение основного теоретика BIM в России [13].

Кроме того, в составе НТИ необходимо в содержание и саму содержательную часть внести разделы «Управление рисками» (о настоящей теме я писал на страницах уважаемого журнала) и «Инжиниринг с применением EPC/M-моделей», о чем обязательно будет написано.

Библиографический список

1. Послание Президента РФ В.В. Путина Федеральному Собранию РФ от 4 декабря 2014 г. Электронный ресурс: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/587192/#ixzz3SwGITodq>.
2. Иванов В.В. Концептуальные основы Национальной технологической инициативы. Электронный ресурс: <http://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx...>
3. Иванов В.В. Инновационная парадигма XXI – М. Наука, 2015.
4. Научная и инновационная политика: Россия и Мир. 2011-2012 / Под ред. Н.И. Ивановой и В.В. Иванова – М.: Наука, 2013.
5. Наука по-американски: очерки истории. – М.: Новое научное обозрение, 2014.
6. Иванов В.В. Перспективный технологический уклад: возможности, риски, угрозы. //Экономические стратегии, 2013, №4, с. 2-5.
7. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. – М.: Владар, 1993.
8. Фортон В.Е. Инновации, наука и инженерное образование//Российская газета, 2011, 22 февраля, с.14.
9. Иванов В.В. Методологические проблемы модернизации образования // Инновации, 2012, №5, с.2.
10. Исследование напряжений и прочности ядерных реакторов. Серия монографий из 9 томов. Под ред. Н.А. Махутова и М.М. Гаденина. – М., 1987–2009.
11. Махутов Н.А. Прочность и безопасность. Фундаментальные и прикладные исследования. Новосибирск, 2008.
12. Гвоздецкий А. Безопасность технических устройств и конструкций, создаваемых человеком, как элемент национальной безопасности. Электронный ресурс: [http:// www.aviapromservice.ru/Doc1_Gvozd_18.08.11.doc...](http://www.aviapromservice.ru/Doc1_Gvozd_18.08.11.doc...)
13. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. – М.: ДМК Пресс, 2011.
14. Электронное периодическое издание «Наука и безопасность». – Магнитогорск. Электронный ресурс: <http://www.art-atis.com>.
15. Электронный ресурс: <http://isicad.ru/ru/articles.php>.
16. Площадка в социальной сети Фейсбук «Инновации в строительной сфере» (<https://www.facebook.com/groups/587213834726004/>).
17. Электронный ресурс: <http://isicad.ru/ru/authors.php?author=Владимир%20Талапов>



МЕСТО ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ: ОКОЛО КРАСНОЯРСКА, КРАСНОКАМЕНСКА, ПЕЧЕНГИ ИЛИ РОСТОВА-НА-ДОНУ?

УДК 008+504.55

Комлева
Елена Владимировна

Технический университет, Дортмунд, Германия

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены некоторые антропосоциальные аспекты феномена ядерной энергии. Они сопряжены с первой попыткой создания международного подземного могильника ядерных материалов вблизи Красноярска. Отмечены проблемы, которые идентифицированы таким сопряжением.

*Так будет с каждым, кто
некультурно обращается с
атомной энергией!*

*Персонаж Ф. Раневской,
фильм «Весна»*

УТИЛИЗАЦИЯ ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ КАК МИРОВАЯ ПРОБЛЕМА

Б. Никипелов [1], один из видных руководителей советской/российской ядерной/атомной отрасли прошлого, со ссылкой на Гегеля, этику и диалектику, отстаивает мнение, что запрет на международное разделение труда в гражданской ядерной сфере – это противоречие, которое будет преодолено историей. И будут созданы крупные международные хранилища радиоактивных отходов в Китае, Монголии, Казахстане, Канаде, России. Мысль верная. Перехватив инициативу, Финляндия уже строит (пройдя национальные разрешительные процедуры!) на своей территории и пока самостоятельно как бы такого рода объект Онкало на площадке Олкилуото [7]. Как и на каких других площадках (в первую очередь, российских) вернуть мысль правильно реализовать? Вот в чем суть. По аналогии с проектом Yucca Mountain стоимость только обоснования и строительства каждого хранилища (подземного, шахтного типа)/могильника высокоактивных и

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

*Междисциплинарность,
Культура безопасности,
Ядерная энергия, Нефть,
Международный ядерный могильник,
Горно-химический комбинат, Россия,
Красноярск, Печенга, Краснокаменск*

долгоживущих отходов, ВАО (которые нас преимущественно интересуют, в том числе – отработавшее ядерное топливо, ОЯТ и делящиеся ядерные материалы демонтированного боезапаса, если они признаны отходами) составит не менее ста миллиардов долларов.

Такой объект является отражением достигнутого в обществе уровня культуры во всех ее ипостасях, должен мотивировать долгосрочный прогноз культуры безопасности в расширенном толковании и будет формировать повышенное геополитическое внимание к региону размещения. Кроме того, существует мнение, что в будущем, возможно, нынешние отходы ядерной отрасли – ценное сырье, а их подземная изоляция – создание техногенных месторождений отложенного использования. Ведь все разнообразие элементного состава вещества Земли – результат когда-то и где-то произошедших ядерных реакций. Но одновременно проблема практически вечно опасного объекта отражает удручающую неопределенность наших нынешних представлений (прежде всего, гуманитарных, а не технических) относительно антропосоциальных аспектов будущего. Именно вокруг такой социокультурной неопределенности в необычном контексте «вечной» безопасности концентрируются основные мысли фильма режиссера М. Мадсена (Michael Madsen) об Онкало.

Можно сказать, что заканчивается своеобразный исторический этап развития ядерной отрасли. А именно, «интеллектуальный период» касательно наведения «после себя» порядка. Время преимущественно теоретических, с преобладанием естественнонаучных и технических проработок, моделей. Моделей первого приближения, предназначавшихся для выбора и частичной апробации самых общих контуров пути, как завершать ядерные топливные циклы гражданской энергетики. Разомкнутый/открытый и замкнутый/закрытый циклы. Оба в разной мере, но не обходятся без отходов. Завершение первоначально предполагало захоронение тех или иных высокоактивных отходов исключительно собственными силами каждой ядерной страны отдельно. Безопасное захоронение таких материалов оказалось достаточно сложным делом, постоянно откладывалось и постепенно стало «ахиллесовой пятой»/«гирей на ногах» мировой ядерной энергетики. В СССР этот этап был еще и сокрыт от историков и широкой общественности. Времена изменились, но этот важный для общества процесс (в том числе и его прагматика) слабо документируется, имеет неустойчивый социально-политический характер, плохо снабжен нормами права, естественниками смежных отраслей и гуманитариями (для полноты картины и мировоззренческого целеполагания) не изучается. И, в итоге, по-прежнему недостаточно и недостоверно известен, полновесно не осмыслен, толково и надежно не регламентирован. А также во многом не управляем.

Ныне мы видим, что «интеллектуальный период» принес не только некоторые научно-методические и технические достижения, но и, действительно, сформировал международный вектор их внедрения. Установление баланса между разделением и объединением труда (соответственно, и ответственности) в ядерной сфере сейчас если и не окончательная реальность, то все ближе к этому. Человечество переходит от принципа национальных усилий по захоронению/вечной изоляции всего, что сейчас отнесено к отходам ядерной отрасли, к интернационализации этой деятельности.

Важной составляющей нового этапа, где главным становится дело, должно быть научно-методическое (в том числе юридическое) сопровождение процесса, создание комплексной и без перекосов нормативной базы, чтобы это дело на международном уровне не превратилось в хаос либо в «игру в одни ворота». Чтобы «принцип дополнительности» в политике страны-лидера (учет рациональных и иррациональных аспектов действительности [8]) не привел бы к негативным деформациям во взаимоотношениях с другими. Необходима согласованная всеми участниками международного процесса регламентация разных действий и параметров (от методологии выбора площадки до норм на ее характеристики) на разных (от межгосударственного до предприятия) уровнях, а также достижение консенсуса при формировании интегрированных международных стандартов. На основе четкого понимания причин и следствий более ранних различных национальных подходов и целей.

Вспоминать серьезно недавно модную концепцию устойчивого мирового развития ныне не принято. О новой крупной войне/череды крупных конфликтов настойчиво (в том числе, В. Путин и другие участники конференции международного дискуссионного клуба «Валдай-2014», советник президента РФ С. Глазьев, лидер КПРФ Г. Зюганов) поговаривают [9-13]. Не будем забывать в контексте будущего и некоторые далеко не безобидные социально-технологические сценарии трансгуманизма, которые в целом, может и в иной конкретике, но, несомненно, отзовутся усилением монополизма стран научно-технического и финансового авангарда. А также, «первое кибероружие», перспективы которого, уже отрабатываются, прежде всего, на ядерных объектах [14]. Проекты гражданской ядерной отрасли теряют свою жизнеобеспечивающую актуальность. «Сегодня актуальны лишь проблемы уничтожения запасов всех видов устаревшего ядерного оружия и проблемы окончательного захоронения отработавшего ядерного топлива» [15-17].

Следует подчеркнуть, что, естественно, вектор на международные усилия по захоро-

нению ядерных материалов пока предусматривает в основном энергетику. Однако, можно предположить, что в дальнейшем не исключены такие усилия и применительно к некоторым проблемам военных. Исходная база к этому есть. Хранилище (пока наземное) оружейного российского плутония около Челябинска, построенное с помощью и по технологиям США. Правда, по поводу такого совместного объекта есть серьезные опасения [18]. Процессы утилизации «всем миром» ядерных судов ВМФ РФ и рекультивация береговых баз. Сейчас международными усилиями Сирию избавляют от химического оружия массового поражения. В будущем, возможно, некоторые ослабленные, вне авангарда страны будут похожим, принудительно-добровольным, образом избавлены и от ядерного оружия/ядерных материалов, которые будут утилизированы международными усилиями, по международным технологиям и с применением международных подземных могильников. Первое такого рода предложение относительно ядерной программы Ирана уже поступило во время встречи лидеров России и Израиля [19]. На слуху опасения по поводу аналогичной программы Северной Кореи. Вполне возможна, через некоторое время, реальная денуклеаризация Ближнего Востока. НАТО начинает перезахоранивать ядерные отходы советских времен на Украине [20]. Особый смысл и стратегические цели этого перезахоронения проявляются (см. дальше) при их совместном анализе с целями и движущими силами гражданской войны там, которая становится все более основательной [21].

ОБЩЕРОССИЙСКИЕ РЕАЛИИ

Постепенный переход к всеобъемлющей практике пока приурочен к России и Сибири. А. Глюксман еще в начале века писал о совпадении интересов некоторых политических сил России и Запада по поводу международного ядерного могильника на российской территории (тогда предпочтение отдавали Челябинску) и о финансировании «уже несколько лет» процесса сближения [22].

Сближение в рамках темы ядерных отходов происходит на неудачном для российской атомной отрасли фоне. Резкого свертывания реального строительства Россией за рубежом и внутри страны новых АЭС. Выдавливанию Росатома с европейского рынка свежего ядерного топлива. Лихорадочных и зачастую сомнительных действий российского атомного менеджмента [23, 24]. Когда с системой принятия опасных и некомпетентных решений в Росатоме начинают не соглашаться полностью лояльные к отрасли в прошлом ее ветераны-профессионалы [25, 26]. Когда «Россия за последние 15 лет проспала все основные мировые тренды развития энергетики... Наконец, мы полностью проспали утрату мировой роли атомной энергетики... Это значит, что в будущем наши возможности на мировых энергетических рынках будут становиться все более периферийными». И продолжает стратегически ошибаться [27]. И в условиях, когда экономика России перестает быть российской [28], а обрабатывающая промышленность и машиностроение страны исчезают [29]. Когда страна, во многом и реально теряя культуру и человечность в людях, упивается процессом построения «экономики пустоты» [30].

Резкое обострение в 2014 г. мировой ситуации привело к большим сомнениям в успешном финансировании действующих внутренних и международных проектов Росатома [31-34]. Нужны, в частности, новые, более жизнеспособные сейчас международные проекты с участием России.

Варианты есть. По словам академика Н. Лаврова [35], «США постоянно с нами советуются» по вопросам обращения с радиоактивными отходами и их захоронения. Это мнение выдающегося геолога, специалиста в сфере безопасности ядерных технологий, основоположника и руководителя российских исследований по геологической изоляции отработавших ядерных материалов, политического деятеля и управленца в нефтегазовом бизнесе. И даже в условиях свертывания политического и экономического сотрудничества по многим направлениям есть надежда, что в контексте захоронения отходов «Белый

дом не позволит конгрессу сократить ядерное сотрудничество с РФ» [36, 37].

Ядерная отрасль страны и мира в нынешних трактовках, особенно ее гражданская часть, находится на чрезвычайно важном, но с большой неопределенностью того или иного безупречного исхода, этапе (возможно, в тупике). По крайней мере, ядерная энергетика России должна без рывков, осторожно сменить технологическую платформу: уйти от конверсионных (ВВЭР, РБМК) к новым (каким?) реакторам [38]. Ядерное оружие в наступившем веке – оружие бедных (одновременно и единственная защита, на которую пока могла бы надеяться Россия [39]), что, в некотором смысле, ставит его вне законов, формируемых современной мировой элитой. Которая сейчас практически монополюно владеет эффективными видами высокоточного неядерного оружия и социальными технологиями невоенного достижения своих целей. Впечатляющий результат применения таких социальных технологий – «постсоветское пространство». Составляющие этих технологий – «экономическое сдерживание», которое заменяет «ядерное сдерживание» (Д. Песков, «Неделя с Марианной Максимовской», 15.03.2014 г.), денежный печатный станок, который как оружие эффективней ядерной бомбы [40, 41] и формирование извне власти, с помощью которой удалось ликвидировать СССР без ядерной войны [42].

Документы в связи с закрытием в США Yucca Mountain, разрешительные документы Финляндии относительно хранилища Онкало, американо-российские Соглашение №123 (2010 г.) и Соглашение по ядерным НИР (2013 г.), Директива ЕС по обращению с ядерными отходами (2011 г.), материалы международного проекта ARIUS (а также конференций под эгидой МАГАТЭ 2002 г. и 2005 г. в Москве). Это основные исходные информационно-правовые вехи на пути создания крупных международных подземных объектов изоляции ядерных материалов и радиоактивных отходов. В том числе и в России. Подробности тенденции раскрыты в моих статьях в журналах «Научный вестник Норильского индустриального института», «Се-

вер промышленный», «Вестник аналитики», «Право и безопасность», «Юридическая наука». А также – «Экологический вестник России», «Геофизический журнал», «Энергетическая политика», «Изв. Вузов. Горный журнал», «Горный журнал Казахстана», «Уральский геологический журнал», «Горно-геологический журнал» (Казахстан), «Маркшейдерский вестник» и других (ссылки на тенденцию приведены Н. Лаверовым в блоге [43]).

Хотя политическая воля к созданию международных ядерных хранилищ/могильников достаточно определенно начинает проявляться многими странами и поддерживается МАГАТЭ, конкретные юридические, финансовые и экономические механизмы этого, как отмечалось, ещё предстоит создать (Росатом запускает сравнительные правовые исследования на тему площадок для могильников [44]). В том числе, и по части сбалансирования в России интересов общефедеральных и того региона, где объект будет создаваться. Видимо, как аналог будет принята схема практической реализации Соглашения между МАГАТЭ и Россией (2010 г.) о создании первого в мире международного банка свежего ядерного топлива. Приветствуется и критическая правовая позиция относительно международных хранилищ (например, [45, 46]), способствующая полной оценке ситуации.

Необходимо также четко идентифицировать и укоренить социокультурные (светские и религиозные) основания и критерии таких действий. На базе православия, философского наследия Ф. Достоевского [47], с привлечением идей геозтики, позитивной ядерной символики [48] и других элементов духовно-гуманитарных начал безопасности. Как показано в моих ранних работах (например, [49-51]), в некоторых случаях плодотворно обращение к таким брендам как «Медной горы Хозяйка», «Сампо», «Сампо-Лопаренок». Есть и другие ракурсы формирования в ядерном контексте необходимого «культурно-природного каркаса региона». А также «актуализации культурного и природного наследия» (термины Института социально-гуманитарных и политических наук

САФУ им. Ломоносова). С целью социокультурного фундирования такого природно-социально-промышленного объекта, каким должен быть ядерный могильник. Красноярский край, например, несомненно должен формировать культурно-природный каркас региона и России, приоритетно отталкиваясь от нерукотворного наследия В. Астафьева. В его творчестве широко представлены духовно-экологические мотивы. При анализе истории формирования ядерного этоса не были забыты и относящиеся к нему не для всех удобные оценки великого писателя [52]. Не скрою, пыталась и я (например, [53, 54]) сопрягать антропосоциальные аспекты ядерного человечества с трудными взглядами на жизнь знаменитого красноярца. Но не смогла это сделать достойно: «малокнижной невежей» оказалась, если перефразировать слова, приписываемые св. Трифону Печенгскому. По нынешним временам потребность в таком сопряжении многократно выше. А Росатом и КГПУ им. В.П. Астафьева сотрудничают на ниве просвещения [55]. В 1996 г. писатель был приглашен выступить перед участниками проходившего в Красноярске международного симпозиума «Судьба отработавшего ядерного топлива: проблемы и решения» (один из организаторов – В. Михеев). Но болезнь Виктора Петровича помешала реализовать эту встречу. А ведь было, было чему внимать потенциальным собеседникам мудрого писателя на той несостоявшейся встрече. Чтобы впитать хотя бы одну, но чрезвычайно важную составляющую мироощущения В. Астафьева касательно тепла (энергии). Как показано И. Башковой: «В мире Астафьева жизнь – это наивысшая ценность, и так как тепло – обязательное условие существования жизни, оно входит в систему основных ценностей..., но оно является ценностью только тогда, когда сопровождается душевным теплом» [2].

Так называемый «индекс безопасности ядерных материалов» Фонда «Инициатива по предотвращению ядерной угрозы», для сравнения, предусматривает анализ условий хранения и обращения с ядерными материа-

лами в странах мира не только в плоскости военно-технической, но и социокультурной – от прошлого к будущему [56, 57]. А в СССР, даже когда страна еще не овладела ядерной энергией, уже правильно понимали суть дела, назидательно говоря по поводу пострадавшего от нее человека: «Так будет с каждым, кто НЕКУЛЬТУРНО обращается с атомной энергией!» (персонаж Ф. Раневской в фильме «Весна», 1947 г.). Заслуживает пристального внимания мнение, что культура есть гарант российской безопасности в целом [58]. Искажение ныне мировоззренческих оснований, социокультурных начал в практике и нормативных документах разных отраслей вряд ли повышает безопасность их деятельности. В частности, в строительстве (Н. Никонов [59]).

Примечательны в этой связи материалы и атмосфера общения на профессиональном сайте «Проатом», который допускает разностороннее рассмотрение ключевых для отрасли проблем. «Все как у людей»: от низкого до высокого. Однако, как говорил И. Сталин несколько по другому поводу: «Других... у меня для вас нет». Представляется, что о желаемом более высоком качестве человека и общества, по крайней мере, нужно думать. Не рассчитывая на скорый позитив внедрения особо важной по последствиям «культуры безопасности» (с ее метафизическим и управленческим аспектами). Укоренения ее в ядерной сфере и, как минимум, среди населения соседствующих с ней регионов. «Вживление» или отторжение которой на стадии науки, проектирования, строительства и эксплуатации обусловлено трудно изменяемой природой человека [60]. При регламентации действий по созданию международных ядерных могильников не стоит, прежде всего, забывать о антропосоциальной реальности. Применительно к оружейному ядерному комплексу, например, эту реальность изучают в США [61] и предлагают изучать в России [62]. Причем, как во многом справедливо заметил один из участников дискуссии по поводу такого изучения, «комментарии как раз и отражают суть проблемы». Да уж, далеко американским результатам академических

исследований до российской правды-матки, высказанной в задушевной беседе!

Вот ставший недавно достоянием широкой общественности пример [63]. В 1974 г. на первом блоке ЛАЭС «созревала» катастрофа. Но в то время не в связи с реактором РБМК (ленинградская предтеча Чернобыля датируется 1975 г.), а с системой генерации пара. После предварительной эксплуатации персонал станции заподозрил неладное. Возникли сомнения в безопасности достижения проектной мощности. Назревал скандал. Поразиительно, как вели себя участники сдачи в эксплуатацию нетипичного для мировой гражданской энергетики головного энергоблока. Начальство высокого уровня «выкручивало руки» подчиненным, чтобы получить подписи под документом о сдаче блока к знаменательной дате. Конструкторы и проектировщики молчали. Наука (от молодых ученых до академиков) опасность не фиксировала (по некоторым современным версиям «знала, но бездействовала»!?) и (чтобы не «трансклютировали») по прямому заказу подписывала гарантирующий полную безопасность документ. Случайно (сработала не система выявления брака) в составе сдаточной комиссии ЛАЭС нашелся один (!) человек, который, рискуя профессиональной карьерой и личной судьбой, имел смелость и доводы настойчиво говорить и говорить на официальных совещаниях иное – о необходимости пересмотра технических решений. Многие ли в жизни способны на такое в ответственный момент государственного значения? Но надо отдать должное и руководству тогдашнего Минсредмаша: неудобному специалисту «не заткнуло рот», а, все-таки, успело предотвратить беду на этом и последующих блоках из-за ошибок в парогенерации. Не успело предотвратить Чернобыль, и «стойкого оловянного солдатика» там не нашлось. Хотя катастрофы такого типа на ЛАЭС (благодаря опять же не системе, а высокому профессионализму одного оператора) избежать удалось.

Мы все еще не поняли должным образом комплекс последствий Чернобыля. Дважды случайно беда миновала ЛАЭС. Если бы произошла аналогичная катастрофа там, вообще

невозможно было бы помыслить о дальнейшей судьбе России. Сейчас общество может быть более спокойным относительно принимаемых Росатомом решений?

Возможно, полезно для понимания статуса ядерной энергетики на реакциях деления задуматься параллельно и о судьбе гражданского термояда на реакциях синтеза (см., например, [64, 65] и ответы А. Просвирнова [66]). Когда в пятидесятые годы прошлого века «на ура» и с величайшей верой начинали разработку этой научно-технической проблемы, мотивация была очевидной. Нужно было поддерживать недавно народившуюся, но сразу ставшую приоритетной водородную бомбу. СССР в то время не был сказочно богат углеводородами, углеводороды только еще набирали силу в качестве основы мировой экономики. Сейчас, по прошествии многих лет, военное дело и гражданская энергетика существенно обновилась технически, технологически и организационно. Россия обладает серьезными реальными и потенциальными запасами нефти и газа (не говоря об угле), за рубежом спрос и цены на российские углеводороды будут падать, нефтегазовая отрасль страны будет выдавливаться с нового [67, 68] и традиционного внешнего рынка [69]. Положительных перспектив глобального освоения термоядерной энергии в мирных целях устойчиво не видно. Нужны ли и не ведут ли в тупик крупномасштабные проекты и финансовые траты касательно термоядерной энергетики?

Завершающие стадии любого ядерного топливного цикла достоверно не исследованы экономически [70]. Как не поняты до конца и причины Чернобыля, «а реакторы продолжают работать» (комментарии к [71]). Кто после ликвидации нынешней РАН хоть как-то (а необходимо комплексно) будет контролировать, учитывая необозримые во времени перспективы позитива ядерной отрасли и ее негативных последствий для здоровья и кошелька множества людей, геолого-географо-экономические «открытия» и гарантии безопасности Росатома? Справятся ли с этим федеральные университеты, назначаемые столпами российской науки?

ЗИГЗАГИ НЕУДАЧ: АДАПТАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ К РОССИЙСКИМ РЕГИОНАМ

Центр России: опасный приоритет Росатома родом из смутного времени

*У меня один знакомый,
тоже учёный... – ... так он
десятку за полчаса так нари-
сует – не отличить от
настоящей!*

*Фильм «Джентльмены
удачи»*

Уже можно говорить применительно к захоронению отходов о нарушениях правовых норм (как и морально-нравственных, а также научных критериев обоснования). Например: «Строительство подземной лаборатории возле Красноярского горно-химического комбината, несомненно, является началом сооружения пункта геологического захоронения радиоактивных отходов без получения лицензии на такое строительство, то есть является строительством несанкционированного могильника высокоактивных отходов. ... При сооружении подземной лаборатории... образуется депрессионная воронка, естественный гидрогеологический режим (объект изучения, - Е.К.) будет нарушен, ... т.е. от лаборатории будет больше вреда, чем пользы» (комментарий Б. Серебрякова [72]). Грубые ошибки, скудость обнародованной инженерно-геологической информации, подтасовка фактов, ложь, проектирование при нарушении нормативной последовательности этапов – эти и другие негативные особенности «обоснования» присущи работам по могильнику около Красноярска [73, 74]. Чего стоит только обоснование необходимости подземной лаборатории через уравнивание полученной с ее помощью локальной геологической информации с несравненно более объемной и представительной информацией от системы разведочных скважин по 800 метров глубиной каждая, пройденных по сетке 1x1 м [75]!

Некоторые правовые инициативы в связи с могильником ГХК были переданы через В. Путина в адрес глав государств G20 участни-

ками Гражданского саммита «Группы Двадцати» [76].

Даже при показательных акциях открытости, специалистам и общественности не дают ответы на ключевые вопросы: почему именно Красноярский край и Нижнеканский гранитоидный массив, обстоятельства выбора, анализ других мест, критерии выбора, список ранее рассмотренных Росатомом (около 30 в 18 регионах!) площадок? Предполагается, что эти и другие вопросы не останутся все же без ответа [77]. Известен «Эффект Селлафилда» как реакция общества на изменение в ходе работ декларируемого назначения подземной лаборатории [78]. Без честных ответов на вопросы по Красноярску, эффект может получить новое название. Некоторая информация к размышлениям по этому поводу приведена далее.

Площадку, которая была выбрана первоначально для одного объекта (наземного завода РТ-2 радиохимической переработки отработавшего ядерного топлива по несбывшимся из-за «перестройки» планам расширения ГХК [79]), целенаправленно «подогнали» под принципиально другой. Другой, прежде всего, по сроку существования (миллионы лет – могильник, десятки лет – завод). Понятно, что требования к площадкам и к обоснованию их надежности разные для завода и могильника. Есть и другие признаки лукавого «протаскивания» Росатомом нужного решения [80-82].

Выбранный вблизи Железногорска Нижнеканский массив гранито-гнейсов вскрыт слабо. Имеются обоснованные знания о генезисе этого типа пород принципиальные сомнения в их хороших гидроизолирующих свойствах [83]. Нижнеканский массив является южной частью Енисейского кряжа – важнейшей золотоносной провинции России. Кроме того, граниты в последнее время преподносят геологам поразительные сюрпризы, невообразимые ранее. Месторождение «Белый тигр» знаменито гигантскими запасами нефти в гранитах на глубинах 1-3 километра. Есть и другие примеры нефти в кристаллических породах [84]. Кстати, в породах Нижнеканского массива отмечали проявления углеводородов (Ф. Бакшт, Томск, устное сообще-

ние). Кроме того, по данным Кольской сверхглубокой скважины на глубине в гнейсо-гранитах были обнаружены углеводородные газы, в том числе метан в значительных концентрациях (сообщение П. Скуфьиной, Апатиты). Для обоснования могильника ГХК эти факты важны несколькими следствиями.

Во-первых, пришло время радикального пересмотра концепций поиска и разведки углеводородов. Во-вторых, доказано, что на глубинах в первые километры граниты могут иметь мощные зоны массопереноса, в том числе с направленностью движения газов и флюидов к земной поверхности. Именно обнаруженные в США (на основе советского опыта изучения пещер) Ю. Дублянским [85, 86] геологические индикаторы периодического появления глубинных вод у земной поверхности впоследствии стали главным аргументом при закрытии проекта Yucca Mountain. Кстати, гидротермальную историю изучали также относительно гранито-гнейсов Онкало (Олкилуото) и Канады (ссылка в [87] на A.R. Bluth и A.R. Bukata). Работы Ю. Дублянского – это впечатляющий и достойный для подражания пример эффективного вхождения геолога «со стороны» в современную глобальную ядерную проблему.

А если под ГХК море нефти или воды? Будем потом, после эксплуатации «ядерного кластера», разведку вести – как Казахстан [88]. Германия уже обеспокоилась прогнозом наличия газа ниже подземной лаборатории «Горлебен» на глубине 3 километра и соседством площадки с Эльбой [89]. МАГАТЭ, кстати, рекомендует при обосновании площадки захоронения ДОКАЗАТЬ отсутствие в ее недрах и вблизи полезных ископаемых, особенно высоколиквидных. Есть и глобальное третье следствие. Абиогенная нефть, как частный случай нефти в гранитах, позволит не принимать серьезно разговоры про принципиальную невосполнимость запасов углеводородов, скорое их исчерпание и про неизбежность развития гражданской ядерной энергетики с применением опасной радиохимии.

Единственный, которому сейчас можно безоговорочно верить, предположительный

ответ Росатома применительно к Железнодорожному: здесь действует и будет все же расширено радиохимическое и иное производство ГХК. С целью «одним махом» покрыть все формируемые РФ такого рода потребности. И очень уж набор технологий ГХК подходит для курса на предоставление страной международных ядерных услуг расширенного спектра [90]. Вот так: главное, – обеспечить решение не вполне очевидной задачи по развитию ГХК. Могильник лишь необходимое дополнение для этого, а не самостоятельная сложнейшая проблема! Радиохимический завод для гражданских целей и другие относительно временные технологии «определяют сознание», а не потребность правильно, всесторонне и надежно обосновать решение по вечной изоляции отходов.

Кроме того, одновременно госкорпорация запускает амбициозный проект «Прорыв», который призван сформировать новый для России и мира облик отрасли и предусматривает, видимо, опасную радиохимическую переработку при каждой АЭС нового поколения непосредственно на площадках этих станций. Кроме того, Росатом отрабатывает технологии консервации/захоронения хранилищ жидких радиоактивных отходов Сибирского химического комбината (Томск) непосредственно на месте их расположения и обещает тиражировать эти технологии на других объектах [91]. В Железнодорожном законсервировано подземное хранилище радиоактивных пульп [92]. Кроме того, в Железнодорожном, дополнительно к могильнику Нижнеканского массива, будут навечно захоронены непосредственно на месте их эксплуатации промышленные/военные реакторы ГХК и другие высокоактивные материалы (в том числе, с фрагментами разрушенного отработавшего топлива [93]). Причем один из главных доводов «великолепен»: другие варианты никогда не исследовались – поэтому будем хоронить так (П. Гаврилов, [94]). Много в РФ ядерных объектов, создавая которые заранее исследования возможности на их площадках либо где-то еще последующего геологического захоронения не проводили! Это же не повод везде «так хоронить».

Тем более, что именно по отношению к таким случаям и не зря сказано в контексте приоритетов: «Серьезного внимания и больших вложений требует проблема вывода из эксплуатации ПУГРов – промышленных уран-графитовых реакторов, которые нарабатывали оружейный плутоний. И в особенности то, что касается их подземной части. Если все заранее не предусмотреть, там загрязнить можно по-крупному, поскольку сопряжено это с подземными водами – основным переносчиком радиоактивного загрязнения. Чтобы это безопасно ликвидировать или каким-то образом законсервировать на месте, не один пуд соли придется съесть» [95].

Что за стратегическое противоречие: общий «санузел», а добавочно еще и многим объектам отдельные «удобства» с «головной болью» на миллион лет? И всем оформление «законных геологических паспортов» задним числом! К тому же, замечу, радиохимические технологии решаются применить в промышленных масштабах гражданской отрасли далеко не все ядерные страны. Россию не смущают «странные метеориты» [96], осваивающие маршруты над ее территорией.

К сожалению, аргумент якобы отсутствия разумных альтернатив применительно к захоронению ядерных отходов не в первый раз в истории России назначают главным [97].

Обозначим четко последовательность и причины событий. ГХК вблизи Красноярска разместили, дабы до него тогдашние ударные силы США (бомбардировщики) не добрались. Объект геологической изоляции ядерных материалов решили разместить в Нижнеканском массиве, главным образом, из-за близости ГХК (см. также [98, 99]), а не по геологическим критериям путем альтернативного выбора площадки применительно к условиям страны/региона. Но нет худа без добра. Очень хорошо (применительно к проблеме уже могильников ВАО и ОЯТ, а не одного могильника вблизи Красноярска), что есть история и опыт создания и эксплуатации подземных объектов ГХК. История и опыт, достойные памяти и уважения. Но, с горно-геологической точки зрения, фиксируются тревожные факты, подрывающие веру в

удачное будущее ядерных могильников на данной территории.

Сначала нам писали администраторы горно-ядерной науки, что с качеством массива, вмещающего подземные объекты ГХК, все хорошо [100]. Когда другие специалисты этой же науки стали писать для иностранных заказчиков, оценки изменились. «До начала строительства подземных объектов скальный массив ГХК в гидрогеологическом отношении был практически не изучен» [101]. В процессе же эксплуатации ГХК и исследований горных пород ГХК как аналога Нижнеканского массива вполне ожидаемо для данного типа пород обнаруживаются участки с показателями высокой гидравлической проницаемости массива (кстати, гораздо выше, чем нормы на проницаемость пород по критериям размещения могильников). В том числе (и особенно) в пределах приконтурной зоны подземных сооружений. Налицо тесная связь поверхностных и подземных вод [101].

Факт «прозрения» неизбежно повторится и на Нижнеканском массиве, как только организаторы работ перейдут от благостных и ангажированных первоначальных обоснований к открытому обсуждению данных детальной разведки массива на глубину не менее 2-3 километров. Не перескакивая через этапы добротной РАЗВЕДКИ с поверхности до заложения дорогостоящих горных выработок подземной лаборатории. А также, объективно рассмотрев имеющийся опыт натуральных оценок термомеханических последствий воздействия на целостность вмещающих горных пород «начинки» подземных сооружений ГХК (например, технические отчеты и журнальные публикации А.Б. Зверева). Расчетные модели – хорошо. Хотя они при чисто методологическом тестировании даже на одном и том же исходном материале (не экзаменуя важнейший фактор – достоверность этого материала) могут приводить к ужасающему разброду в результатах [102]. Но разведка массива, которая в геологии предполагает также экспериментальную оценку основных параметров дальнейшей эксплуатации подземного объекта, и натурные исследования имеющихся выработок – лучше.

Вряд ли кому-либо из горняков, например, придет в голову идея строить подземный рудник, если для месторождения не утверждены (на государственном уровне) запасы руды, не выявлены достаточно надежно подземные условия, не отработаны технологии подземных работ и переработки руды, не определены потребители продукции. Совершенно точно, что для такой идеи данные по картировочным скважинам неглубокого заложения – никудышная основа.

Одна глубокая (тем более, сверхглубокая) скважина может по данным для отдельного участка земной коры не только разом низвергнуть фундаментальные до ее бурения общепланетарные геологические представления, но и наложить прямой инженерный запрет на проекты захоронения здесь ядерных отходов применительно к конкретным интервалам глубин. Например, «человечество должно быть безмерно благодарно коллективу Кольской СГ-3 за то, что эти люди предупредили об опасностях выполнения подобных... проектов» (сообщение П. Скуфьина, Апатиты). Каковы в Нижнеканском массиве «запасы» пород требуемого инженерного качества, их пространственное размещение? Каковы «запасы» отходов для Нижнеканского могильника и источники их формирования? Каков масштаб объекта, строительство которого пока поручено (на общественных слушаниях) одобрить даже не населению Красноярского края и тех тысяч железнодорожных станций, мимо которых пойдут «ядерные составы», а лишь славным жителям Железногорска? «За себя и за того парня», причем и за «парня» из будущего. Может быть, уже многократно увеличен бюджет Железногорска, как следует из французского опыта согласования решений с муниципалитетами, озвученного на Общественном совете Росатома в 2014 г. [103]?

Приведу цитату, характеризующую весьма относительную полезность таких слушаний: «Вопрос: Какие факторы будут учитываться при вынесении решения о «непригодности» данного участка под размещение могильника? Ответ: Будет проводиться комплексная оценка по многим параметрам (геологиче-

ским, технологическим, экологическим и т.д.) на соответствие целому комплексу критериев» [104]. Многозначительные, в стиле общих фраз, формулировки высокопоставленного представителя Росатома, которые удовлетворили, видимо, слушателей, не являются, к сожалению, достойным ответом по существу и даже формальной «отпиской». Проще можно было бы сказать так: будем работать много и правильно, но о конкретных действиях умолчу. Это похоже на игнорирование важного блока работ. Не приведены хотя бы выборочно примеры нормированных так или иначе критериев, не назван (хотя бы в первом приближении) общий их объем. А ведь именно правильно сформированный и примененный корпус критериев, большинство из нескольких десятков которых есть конкретные цифры, позволяет вынести научно обоснованное, надежное и проверяемое независимыми экспертизами ответственное решение о пригодности/непригодности площадки. Например, в не самой совершенной работе (TACIS Project NUCRUS 95410) группа только геологических критериев содержит более 50 позиций. Последующая расчетная оценка безопасности выбранных по этим критериям двух десятков площадок не дала ни одного отрицательного результата (вот аргумент в части силы правильных норм!). Иначе, в принципе, и быть не могло для штатных ситуаций. Грубо говоря, можно было бы и не тратиться на изготовление красивых картинок по расчетам. Ведь критерии-нормы взяты не «с потолка». Они суть нормативное отражение предыдущего совокупно и расчетного, и экспериментально-исследовательского, и эксплуатационного опыта применительно к подобным объектам. А такой опыт, худо-бедно, есть для времени в десятки лет (Германия, Швеция, Финляндия как минимум). Там, где от выверенных норм для свободы маневра (а допустимо ли это?) предпочитают отказаться, остается лишь словесно и при помощи не всем понятных «результатирующих» картинок многозначительно (но не всегда ответственно) вещать и обещать.

Нынешняя администрация Росатома на примере программ строительства АЭС пока-

зала слабость планирования и реализации планов в интервале времени в десять лет. Но она, на примере могильника вблизи Красноярска, пытается убедить общество, что на миллионы лет вперед предвидеть ход событий и тратить бюджетные деньги умеет. Специалисты США несколько десятков лет поэтапно выбирали по всей стране площадку для могильника, сравнивая разные геологические формации, пока не получили право начать горные работы на Yucca Mountain. Но, увы, итог и здесь печален.

А Росатом наскоком, в период труднейшей социальной ломки, в условиях буйства безответственных решений, при внешнем управлении процессами внутри страны с помощью ваучеров и «коробок из-под ксероксов», нашел подходящий массив «у забора» ГХК, замалчивая историю вопроса и альтернативы. Хотя должен был бы оценить территорию страны (если говорить о международном могильнике) или того региона, отходы которого должен принимать могильник (если говорить о региональном могильнике). «Забыл» это сделать («забыл» про общепризнанный в мировой практике необходимый этап), Росатом сразу создал основания для серьезных сомнений в объективности работы. Дальше потянет «забыть» про добротную разведку (первооснову любых подземных начинаний) площадок Нижнеканского массива – и выручай, филология, вместо геологии... Про похожие ситуации в народе говорили так: «Дела идут, контора пишет». В результате именно такой филологии Нижнеканский массив еще в 2007 г. объявлен разведанным и пригодным. Нарисована картина, на которой на многие километры в трех измерениях массив весомо охарактеризован монолитным [105]. На основании этого сделан следующий шаг – как бы вмонтирован нужный блок в фундамент обоснования будущего международного центра: «Кроме того, одним из преимуществ размещения на ГХК такого комплекса является наличие разведанного в данном районе Нижнеканского гранитоидного массива, который может быть использован для захоронения надежно упакованных высокоактивных отходов (ВАО) от

переработки ОЯТ и неперерабатываемого облученного топлива» [106, 107].

Выбор Нижнеканского массива осуществлен структурами Росатома – ВНИПИПромТехнологии и Радиевым институтом. Он не оптимален геологически [108, 109]. Номенклатура подлежащих долговременной/вечной изоляции высокоактивных материалов уже сейчас не сводится только к отходам радиохимии ГХК. Со временем, особенно при ускорении процессов демонтажа ядерных объектов и все большей интернационализации отрасли, неадекватность по многим параметрам площадки вблизи Красноярска будет становиться все очевидней и тяготящейся. И шаг за шагом, если могильник здесь будет построен, его функции, скорее всего, будут последовательно, каждый раз «в связи с новыми непредвиденными обстоятельствами», расширяться. Модернизация станет постоянной. Радиационные нагрузки на территорию будут возрастать. Как происходит сейчас на площадках в Сосновом Бору [110], Сайда-Губе и Приморье. И как, в принципе, уже предусмотрено в подготовленном на иностранные деньги и ссылающемся на международный, по-крупному, статус могильника под Красноярском документе [111]. По схеме многоступенчатой «актуализации» со временем целей и задач (попросту говоря, подгонки под нужные). Для создания условий конкурентоспособного на международной арене развития российской ядерной энергетики и промышленности.

При уважении к опыту упомянутых выше институтов, следует помнить, все же, и некоторые неприятные итоги их научных обоснований в условиях финансовой и корпоративной зависимости от администрации Росатома. ВНИПИПромТехнологии – разработчик («научный» подход тот же – «у забора» своего объекта, но совершенно иного назначения) отвергнутого после критики со стороны Горного института Кольского ИЦ РАН проекта подземного ядерного могильника на полигоне Новой Земли, незаконченного аналогичного проекта для территории ПО «Маяк». Кто может вспомнить добрым словом эти проекты? Прямое наследие ВНИПИПТ – неоднознач-

ные результаты подземных ядерных взрывов в мирных целях. Радиевый институт поддержал продвижение одной из технологий обращения с радиоактивными отходами на объекты ПО «Маяк» и РосРАО. Технологии, которую осудила Комиссия РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований [112-114].

Разумные независимые альтернативы на периферии РФ: лучшие, но опальные

Ну-ко, ты, мастер явленный, покажи, как, по-твоему, сделать?

П. Бажов «Каменный цветок»

Могильник за Уралом – исторически не первое предложение Минатома/Росатома. Кстати, первым (1985 г.) было предложение о Кольском полуострове [115], а первое впечатление, как говорят, всегда самое верное. Какова судьба предыдущих, каждое из которых в свое время было «всесторонне обоснованным и единственно верным»? Почему «один на всех» могильник вот-вот будут строить вблизи Красноярска – географического центра России? Всесторонне ли обоснован этот вариант с учетом предыдущих и еще имеющихся сейчас вариантов и тенденций?

В 2014 г. была организована «арабская весна» с нацистским душком уже непосредственно у границы РФ – на Украине (дожили!). Экономическая подоплека – сланцевый газ на юго-востоке страны. Дополнительно – возможность там же без протестов хоронить зарубежные ядерные отходы [116, 117]. Вспомним, что и на севере Украины в чернобыльской запретной зоне формируется объект изоляции таких отходов (может произвольно, будем пока так считать, образоваться система обращения с отходами на периферии, у границ с Белоруссией и Россией [118]). И это лишь один из первых этапов при достижении важнейших геополитических целей [119]. На Украине, которая отягощена «наследством» Чернобыльской АЭС, с трудом и демонстрацией слабой договороспособности расставалась с целью владеть ядерным оружием [120]. Причем эта цель, в диких условиях современ-

ного «гуляй-поля», может быть реанимирована [121]. На Украине, которая пошла не по пути «финляндизации» (добрососедства со всеми на базе реального суверенитета), находясь на стыке России и Запада, а превратилась в страну-provokatora/ядерного шантажиста (ТВ «Культура», «Что делать» от 21.09.2014 г. [122]). Господствовавший там клан постсоветских олигархов не проявил даже признаков желания защитить государственные интересы. Прогнозы поведения российских олигархов в схожей ситуации даны Ю. Болдыревым [123]. «Арабская весна» в условиях развитой ядерной инфраструктуры, хотя и изначально гражданской, порождает нешуточные глобальные тревоги [124, 125]. Под предлогом заботы о ядерных объектах многие не исключали раздел этой второй по значимости славянской страны [126].

Кто готов согласиться с тем, чтобы ядерные объекты и в окрестностях Красноярска охраняли бы силы НАТО, как подобное прочат Украине [127, 128]? Или с тем, чтобы ядерный могильник (в паре с радиолокационной станцией в Енисейске, самой восточной в создаваемой заново системе воздушно-космической обороны России) в центре страны и вблизи Енисея (маркера мощного геологического разлома) как потенциальная цель для удара современными или будущими видами дистанционного оружия был бы ключевым звеном военно-политического шантажа России? Такое столь же недопустимо, как планировавшаяся база НАТО/США в Крыму.

Многие понимают, что конечной целью этой «арабской весны», как и предыдущих, является Россия [129, 130].

А почему не построить два объекта подземной изоляции ядерных материалов, но, воспользовавшись методологией Украины и ее западных наставников-поводырей, у границ (западной, Печенга и восточной, Краснокаменск)? Могильники у границ с серьезными соседями на несколько порядков повысят безопасность объектов. По крайней мере, о разрушениях в результате военных действий, диверсий и терактов, направляемых против России, призывах внешних сил в связи с могильниками к делению страны пополам мож-

но будет не беспокоиться. Уменьшится число желающих дестабилизировать страну посредством «цветных революций». Терроризм и промышленные аварии стали постоянной частью российской действительности. Новинкой применительно к ядерным объектам следует считать «интеллектуальный терроризм изнутри» (комментарий Е. Катковского [131-133]). Будем также крепко помнить о работе крылатых ракет по Югославии. Вовсю идет подготовка к подобному в Сирии. Но никто не решится потревожить таким образом совместно Россию и Китай или Россию и Норвегию, Финляндию, Швецию. Да и другие аспекты безопасности могильника будут выведены многократно, безо лжи, в связи с жизненно важными интересами разных стран, не только Росатомом.

Учитывая масштаб задачи и длительность качественного выбора, строительства, эксплуатации и мониторинга объекта, несомненно, что это мотивирует «навечно» международное сотрудничество в приграничье нынешней молодой поросли специалистов и будущих поколений. Можно (пока сугубо предварительно и менее конкретно) подумать в контексте периферии и о международных могильниках на Камчатке и Таймыре.

В конце концов, если события к тому пойдут (очередное ускорение налицо [134, 135]), у Печенги и Краснокаменска есть и потенциал глобального или регионального (арктического в случае Печенги) ядерного сдерживания. Аналогично широко известной идее реального и фантастического вариантов «Периметр» и «Машина Судного дня». Никаких уязвимых средств ответной доставки не надо. И дополнительные усиливающие эффект «оболочки» из кобальта или урана легко выполнить из местного рудного сырья. «Ядерный остров» в границах родного мне Мурманска [136], как и хранилище на сто лет в Сайда-Губе, как и скорое возложение на «Атомфлот» функций по перезарядке реакторов всех АПЛ РФ в «столице Заполярья» [137], видимо, задумка Росатома «из той же серии». Но, надо отметить, не в самый раз придумано: слабо, слабо.... Не учли настораживающую трассу событий с АПЛ «Комсо-

молец», «Курск», «Екатеринбург». По части защиты безопасности страны и региона этот как бы остров не только многократно хуже, чем вариант Печенги, но и, скорей всего, подрывает ее. Береговые базы и судоремонтные заводы ВМФ России, прилегающие акватории впору называть «Новыми Бермудами».

Концентрация ядерных технологий в Городе-Герое Мурманске и вблизи главных баз Северного флота возможна, а их отходов в недрах Печенги – нет?

Народ, не очень смыслящий в математике, но знающий жизнь конкретно, говорит примерно так: «Лучше один раз увидеть и пощупать, чем сто раз имитационно моделировать». Поэтому предлагаю новую последовательность/программу работ по подземно-ядерной науке. У ГХК и Росатома, как и вообще в Красноярском крае (и не только), ведь многое уже есть.

Надо перевести туннель под Енисеем (слух прошел, что конкурс объявляли на предмет нового его использования) в ранг Подземной лаборатории (ПЛ) №1. ПЛ №2 – выработки, где будут на месте эксплуатации захоронены промышленные реакторы. Обе лаборатории полностью отключить от систем жизнеобеспечения и наглухо замуровать – избавить от влияния цивилизации. Оставить наедине с реальными природными процессами. Снабдив, конечно, каждую отдельной шлюзовой камерой – люком для периодического посещения лабораторий специально введенными в штат ГХК профессиональными спелестологами. Они будут совместно с учеными мониторить результаты. Надо бы красноярских спелеологов спросить: а нет ли вблизи ГХК природных пещер? Вот нам и ПЛ №3 была бы. ПЛ №4 следует разместить на одном из объектов «Норильского никеля» в Красноярском крае. ПЛ №5 и №6 – готовые выработки Краснокаменска и Печенги. Обобщение долговременных наблюдений за природно-техногенными процессами внутри и вне законсервированных подземных сооружений позволило бы говорить о некоем натурно-виртуальном подобии ПЛ №7. Пример – исследование геологических изменений в связи с полостями и отсеками захоронения продуктов подземных

ядерных взрывов («гора еще дышит» [138]), а также с закрытием рудников Урала (Елохина С.Н., Елохин В.А. [139]).

Лет через 20-30 станет ясно: по нашим расчетным законам природа преобразовывает разные натурные модели могильников (которых в уже готовом виде может быть достаточно для надежных выводов) или по своим. А уж потом, если еще не исчезнут желание и потребность, можно будет приступить к работам по ПЛ № 8. Непосредственно в пределах Нижнеканского массива, предварительно в должной степени разведанного. А уж совсем потом из восьми лабораторий надлежит выбрать лучшую. В ее площадку и следует вложить основные инвестиции. Можно проигравшие лаборатории и на миллион лет оставить в качестве «образцов-свидетелей». Есть-пить они не попросят, а в реальный могильник вход должен быть ликвидирован по его статусу.

Отметим, что авторство идеи о подземной лаборатории и могильнике в Краснокаменске, нашедшей поддержку в США и МАГАТЭ, принадлежит коллективу сотрудников ИГЕМ РАН во главе с Н. Лаверовым. Еще нужно внимательно посмотреть – как будет экологичнее и экономичнее: перевезти отходы Красноярского ГХК в надежное подземное хранилище в Краснокаменске или переместить тот же объем отходов в Нижнеканский массив с последующим на миллионы лет ограничением хозяйственной деятельности на Енисее из-за естественных или рукотворных (техногенных/диверсионных/военного генезиса) радиоактивных протечек из этого массива? Несколько километров по второму варианту в «особый период» до рек Кан или Енисей: да что стоит современным умельцам здесь «Плаушер» или «Чаган» пристроить?! Хотелось бы, чтобы и про подобные «пустячки» не забыли будущие [140] «проверяльщики» безопасности Нижнеканского могильника.

Площадки Челябинска и Красноярска, а также, отчасти, Краснокаменска и даже Печенги – все «дети» Минатома/Росатома. Но есть нюансы. Важен фактор времени. И дипломатия официальных высказываний, соответственно меняющейся обстановке, позициям и комбинациям проблемы могильника с

другими крупными ядерными проектами. Челябинск – предложение 70-х годов прошлого века. Красноярск – «лихих» 90-х. Краснокаменск – формируется на наших глазах. По разным причинам позиция атомного ведомства объективно и субъективно менялась (страна изменилась!). Сначала фаворитом был Челябинск (но там из-за неудачной по крупному геологии отходы пришлось сливать в наземную гидросеть: в результате – большое загрязнение, что препятствует новым крупным международным проектам). Сейчас – безопасный для всех (кроме России) Красноярск. Завтра - ?

Дипломатия и авторитет Н. Лаверова, интересы западных партнеров (прежде всего, США) позволяют коллективу ИГЕМ (тесно связанному с Росатомом) все же удачно развивать этот относительно независимый вариант. Не раздражая атомный менеджмент в публикациях прямым противопоставлением площадок. Но все же иногда стратегическая цель проскальзывает, обозначается явно. Например: «Воссоздание пространственно-временной связи между деформацией кристаллических массивов, флюидной проницаемостью пород и миграцией вещества необходимо для... обоснования места расположения международного хранилища ОЯТ (Лаверов, 2008) вне долгоживущих разломных зон и узлов их пересечений» [141]. Похожее по логике действий сочетание задач должно быть реализовано применительно к Печенге – Е.К.

А Печенга (п. Никель) впервые в качестве площадки могильника, хотя тогда по ситуации лишь для частного случая, была названа бывшим офицером Краснознаменного Северного флота, сотрудником ВНИПИЭТ и консультантом «Беллоны» В. Перовским [142].

Международные подземные ядерные хранилища/могильники можно рассматривать как элементы будущих систем ядерного нераспространения и физической защиты ядерных материалов, как панацею, в том числе, и от попадания этих материалов (возможная начинка радиологического оружия) в руки террористов.

Но прежде, все же, следует, минимум на двух уровнях, переосмыслить вопрос:

«Нефть или ядерная энергия/ядерные отходы?» Глобальный уровень. Если абиогенная нефть реальна (как реальна на Земле вода различного происхождения), то нужно остановить (приостановить) развитие нынешней и любой другой будущей ядерной энергетики, неотъемлемым следствием которых есть и будет штатное и аварийное генерирование высокоактивных и долгоживущих отходов. А также – системы международных подземных ядерных могильников, в том числе приостановить работы вблизи Красноярска. Локальный уровень. Если строительство могильника вблизи Красноярска необходимо, надо с помощью глубокого бурения доказать отсутствие нефти и благоприятный гидрологический режим применительно к оконтуривающим предполагаемое место заложения объекта кристаллическим породам Нижнеканского массива.

Для Печенгской геологической структуры (породы основного и ультраосновного состава) и ее обрамления (где обильно, как и в зоне урановых месторождений Краснокаменска, представлены и граниты) эти вопросы имеют ответы. Множеством скважин глубиной 2-2,5 километра, сетью горных выработок «Норильского никеля» и Кольской сверхглубокой скважиной доказано отсутствие нефти и показаны благоприятные предпосылки естественной гидроизоляции (например, [143]) будущих подземных сооружений могильника. Породы собственно Печенги в сравнении с гранитами более устойчивы к внешней дестабилизирующей энергии (диссипация напряжений) и более эффективны в способности «самостоятельно залечивать» возникшие все же из-за внешнего воздействия трещины. На основе местного сырья разработаны строительные материалы, надолго предназначенные для дополнительной (в составе защитных инженерных барьеров) изоляции радионуклидов, а также блокирования опасных процессов внутри могильника [3]. Про инженерно-геологические и другие свойства гранитов Краснокаменска (в частности, их опасную склонность к горным ударам [144]) много знают тамошние и московско-петербургские специалисты.

А мурманские геологи, геофизики и горняки пока еще способны (даже, вероятно, самостоятельно и уже в ближайшее время) наполнить имеющимися на сегодня фактическими результатами полевых работ первоначальную «затравку» для дальнейшего повзвешенного обоснования альтернативного варианта международной площадки захоронения высокоактивных и долгоживущих ядерных отходов на Северо-Западе РФ. В прошлом веке их усилиями и по их инициативе в честном научном соревновании было доказано, в том числе на международном уровне (TACIS Project NUCRUS 95410), преимущество Мурманска перед Новой Землей. Кроме того, был подготовлен вариант комплекса критериев отбора площадок, применимый и для других регионов. Кроме того, непосредственно для Печенги был выполнен анализ данных гидрогеологических испытаний по стволам 13 глубоких разведочных скважин [4, 145]. Эти и подобные другие, отражающие благоприятные инженерно-геологические условия, скважины-индикаторы, число которых можно легко увеличить до «113» посредством специальных камеральных исследований имеющейся комплексной документации, будут исходными ориентирами своеобразного «путеводителя», базовыми элементами координатной системы, вблизи которых целесообразно искать подходящие блоки пород для строительства.

По опыту геофизиков, стенки разведочных скважин (бурением как с поверхности, так и из подземных выработок) и целостность массивов на Печенге вне маломощных и редких участков богатой руды, как правило, без дефектов. Свободной воды в таких интервалах пород нет. Это позволяло успешно применять для разных качественных и количественных (производственных и экспериментальных) каротажных исследований не только кавернометрию, но также гамма-гамма плотностной и гамма-гамма селективный, рентгенометрический, спектрометрический нейтронный гамма-, нейтронно-активационный, нейтрон-нейтронный и другие методы. Такую, существенно дополняющую результаты непосредственно гидрогео-

логических работ (которые не являются в технологии геологоразведки массовыми), оценку качества массивов можно проверить по архивам Мурманской геологоразведочной экспедиции и комбината «Печенганикель». В том числе, посредством интерпретации заново (в связи с новой задачей) первичных материалов полевых работ. Или при постановке новых каротажных исследований. Применение некоторых из перечисленных методов (а также адаптированных к Печенге новых методов из нефтегазовой геофизики), несомненно, повысит достоверность оценок инженерных (в том числе, содержания воды) условий и должно быть важной составной частью будущей методики выбора конкретных блоков заложения подземных сооружений.

Интересно сочетание двух экспериментальных фактов, проявляющихся, правда, с разном по глубине в несколько километров. Во-первых, есть участки пород хорошего инженерного качества в вулканитах без убедительных доказательств топливных перспектив на глубинах до двух километров по данным разведочных скважин и горных выработок. Во-вторых, по данным СГС-3 (сообщение П. Скуфына, Апатиты; [5, стр. 37-40]), есть участки пород в подстилающих глубинных (где применение шахтного строительства исключено) гранито-гнейсах с высокой проницаемостью для флюидов и газов, имеющие признаки наличия в них углеводородных газов. Думаю, это не является примером антагонистических условий для существования шахтного могильника в вулканитах на глубине (при разумных затратах) до одного километра. Да, это сочетание должно быть хорошо осмыслено. Да, должны быть оценены вероятность и потенциально возможные механизмы взаимодействия газо- и гидросистем таких участков, принадлежащих весьма разным геологическим формациям. Да, необходимы сравнительные минералогические и изотопные исследования. Да, выбранные под строительство блоки пород не должны быть случайными, должны иметь историю предварительной оценки и должны дополнительно быть хорошо изучены по части их герметичности (в том числе, с применением газовой

съемки). Ну, и что тут экстраординарного? Что может указывать на заранее проигрышную ситуацию? Работы С. Милановского с коллегами [146, 147], наоборот, внушают оптимизм. Перечисленные выше некоторые задачи исследований – это обязательное, грамотное и объективное, повышенное внимание к условиям заложения подземных объектов особой важности при ясном понимании (в отличие от ситуации Нижнеканского массива) возможных георисков.

Установленная для и на примере Печенги возможность наличия в земной коре существенно разных по проницаемости и разнесенных по глубине зон подсказывает и категорически принуждает дополнительно изучить Нижнеканский массив и в этом контексте. Для Печенги потенциально опасные гидрогеологические условия приурочены к глубине примерно 8 километров (к гнейсам!). А что, если для Нижнеканского массива эта опасность гораздо ближе к поверхности?

Кстати, СГС-3 (пять стволов) показала устойчивую зональность геологического разреза также по техническим условиям проходки и геометрическим параметрам стволов, информативность этих показателей с точки зрения интегрированных инженерных свойств вскрытых блоков пород. До глубин примерно 5 километров (в вулканитах) никаких отклонений скважины от проекта практически не было, хотя была смена породных свит, соответственно этапам формирования протерозойского комплекса: серьезных технических осложнений не фиксировали, ствол с небольшими закономерными искривлениями, сечение условно-круглое. После глубин примерно 7-8 километров (в гнейсах) скважина начала активно «гулять» по азимуту и зенитному углу, сечение превратилось преимущественно в эллипсоидное с превышением размеров осей до 5 раз. Причем характер «гульбы» имел тенденцию повторяться в разных стволах. Кавернозность стенок скважины в протерозойском комплексе вулканитов (хотя они и испытывали более длительные по времени механические воздействия) существенно ниже, чем в архейском комплексе гнейсов [6]. Фундаментальный и одновре-

менно прагматичный подход работы [6], устанавливающий связь природных свойств пород с параметрами и результатами бурения, при адаптации его к анализу геологической, геофизической и технологической информации по системе разведочных скважин (по площадям и глубине) позволит оценивать инженерно-геологическую зональность Печенгской структуры (и, возможно, других – при необходимости) не только с точки зрения сугубо научной, но и на предмет поиска блоков пород хорошего качества для подземного строительства. Но идея перехода к разведочным скважинам в контексте новой задачи еще не обрела своих активных приверженцев, хотя предпосылки для такого перехода следуют и непосредственно из опыта исследования таких скважин, изложенного выше.

Почему бы мурманским специалистам с имеющимся горно-геологическим опытом, примерами площадок на Кольском полуострове и анализом, прежде всего, соседских шведско-финских аналогов (мировых лидеров по части использования скальных массивов для создания ядерных могильников и хранилищ углеводородов) и массивов Печенги не быть спарринг-партнерами исследователям площадки около Красноярска? А иногда и стимулирующими объективностью оппонентами.

Горный институт Кольского НЦ РАН, например, изучает проблемы ядерных объектов совместно с научными и производственными партнерами как России, так и Германии, Франции, Бельгии, Норвегии и Китая [148, 149]. К сожалению, одновременно, он слабо взаимодействует с «Норильским никелем» как применительно к ядерным, так и традиционным горным проблемам [150, 151]. Похоже, что и формировать новое мировоззрение (мировоззрение, не иначе!) в освоении (опять неадекватный местной действительности лозунг!) природных ресурсов (освоение оных не есть только добыча полезных ископаемых) он предпочитает вне ядерного контекста и без важного регионального и мирового субъекта научно-хозяйственной деятельности [152, 153]. Но, (хорошо ли, плохо ли это?) на данном уважаемом институте свет, как говорится, клином не сошелся. Заметим,

что Администрация Мурманской области, напротив, поддерживает весьма партнерские отношения с «Норильским никелем».

Есть предположение, что Нижнеканский массив выше уровня моря не будет лидером по объему исследований в настоящее время. И никогда (природу не обманешь!) – по гидрогеологическим условиям пород в сравнении с данными [3, 154] не только по Печенге, но и по гранито-гнейсам Швеции и Финляндии. Выбранные для могильников условно слабопроницаемые гранитоидные блоки Швеции и Финляндии дополнительно находятся под дном моря в равновесии с окружающей средой. Равновесие компенсирует некоторый их недостаток по проницаемости. То есть, и с точки зрения наличия внешних гидравлических потенциалов надо помнить о разной (прежде всего, сезонной) динамике поведения воды в Нижнеканском массиве и зарубежных «эталонах»: явно подвижная вода и условно неподвижная.

Одновременно с работами по Красноярску применительно к Кольскому полуострову были бы созданы предпосылки строительства объекта новой отрасли, сочетающей горно-геологическую основу и функции энергетики. Объекта, который бы (дольше, чем горное дело прежних и нынешних лет, стоящее на пороге кризиса: особенно предприятия цветных и черных металлов [155]) стабильно наполнял бюджет региона основными доходами. Наихудшие перспективы традиционной деятельности, учитывая планы «Норильского никеля» по реструктуризации производства и перераспределению задач между Норильском и Печенгой, имеет промышленная площадка п. Никель. Возможно, что даже будет свернута (впервые за всю историю освоения месторождений!) работа ООО «Печенгагеология» по наращиванию запасов медно-никелевых руд [156]. Новые векторы развития энергетической системы Мурманской области, ключевые факторы «бытия» горной промышленности и создание новых горных технологий. Эти вопросы обозначены в программе II Мурманской международной деловой недели (2013г.) среди центральных. Горному буму в Финляндии последних лет нужна серьезная альтерна-

тива на Мурмане. В докладах П. Машегова, С. Симонова и Г. Победоносцевой [157] возможность рывка в развитии северных регионов, например, связана с крупными научно-производственными проектами (в том числе, на базе Кольской сверхглубокой скважины), которые сравниваются по масштабам и значению с проектами в ядерной сфере.

Предлагаемая же «Стратегия социально-экономического развития Мурманской области до 2020 года» вряд ли может дать ориентиры на серьезное дело. Таковыми не могут быть иллюзорные надежды на строительство Кольской АЭС-2 [158] и активное освоение Штокмановского газоконденсатного месторождения. Тем более, что США планируют запрет на экспорт высоких технологий в области нефтегазовой промышленности в Россию по аналогии с ограничениями экспорта военных технологий. Запад рассчитывает избежать непосредственного воздействия на экспорт энергоресурсов, но серьезно затормозить прогресс в области разработки новых шельфовых месторождений Арктики, развития СПГ-проектов и других подобных направлениях [159-162]. Тем более, что очевидно динамичное, ни перед чем не останавливаясь, проникновение американских компаний со своими технологиями добычи сланцевого газа на месторождения Восточной Европы. Как призрачны и прогнозы соответствующих Кольской АЭС-2 и Штокману инвестиций и результатов (опубликованное на сайте Института экономических проблем Кольского НЦ РАН письмо №17547-2115 от 24.10.2013 г. [163]).

Налицо, во многом, имитация радения о деле путем реанимации на уровне области разговоров, которые на уровне страны и крупных международных компаний за несколько десятков лет (и несколько лет «Стратегии», см. также «локальный глобализм» Росатома [164]) не дали даже приближения к результату. Малая значимость и ошибки «Стратегии» видны и простому человеку [165]. И такая реакция в области на «Стратегию», подготовленную на стороне, не в первый раз [166]. Но, к сожалению, предлагаемые вновь и вновь стратегические подходы не учитывают доста-

точно явные тенденции. И не случайно, видимо, II Мурманскую международную деловую неделю воспринимают как «Неделю сказок» [167]. Стоило бы вспомнить пословицу: «Чем богаты, тем и рады». А ядерная инфраструктура, горно-геологический потенциал и надежные скальные массивы Мурмана – это недооцененное ныне российскими стратегами реальное богатство.

Пока же, к сожалению, Мурманская область теряет шанс. Но, незаменимых регионов, как и незаменимых специалистов, не бывает. Вне всякого сомнения, при дальнейшем промедлении со временем для решения международной проблемы подземной изоляции ядерных отходов найдутся другие и специалисты, и организации, и периферийные регионы РФ/других стран.

«Неделя сказок» контрастно по смыслам, но совпала по времени с юбилейными воспоминаниями об академике А. Ферсмани – знаменитом геологе-государственнике и хорошем человеке. Его не мечта, но мечта, его дела, усиленные счастливым образом направленностью страны на реальное ускоренное развитие, преобразили регион. С другой стороны, чуть позже «Недели», на которой было с привязкой к важным федеральным документам 2013 г. торжественно объявлено об арктическом курсе и инновационной траектории развития области [168], нынешнее государство обнародовало решение о замораживании госпрограммы социально-экономического развития Арктики [169]. Но формировать и укреплять арктические границы РФ, похоже, будет [170].

Именно с Мурманом отчасти связаны разработка основ научного направления по локализации радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива, стратегическому использованию подземного пространства страны. А также – руководство крупномасштабными исследованиями в области подземного строительства специальных объектов государственного значения, в частности – подземных АЭС и ядерных могильников (В. Маслобоев [171] и Н. Мельников и В. Конухин [172, 173]). В ходе работы Контактной экспертной группы МАГАТЭ на Кольском полуострове в октябре

2013г. прозвучали высокие оценки выполненной работы и перспектив. «Мурманская область – крупнейшая территория по развитию ядерных технологий». «С использованием немецких технологий и наших подходов...рождаются совершенно новые технические решения», «...будет создан полный цикл обращения с радиоактивными отходами на северо-западе России. Технологии и методы, которые здесь применяются, позволят решить глобальный вопрос с захоронением РАО» [174]. Аналогично думают и члены Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии ГД РФ, которые работали в Мурманске сразу после иностранных экспертов [175]. Мурманская область настойчиво добивается взаимности от Германии и в горно-геологической сфере [176].

Попытки «навести мосты» между площадками Мурманска и восточных регионов РФ со стороны специалистов Кольского полуострова были [3, 177-183].

Печенга максимально обеспечит выполнение упомянутой рекомендации МАГАТЭ по недрам: известные месторождения исчезнут, а новые практически невероятны при высочайшей геологической изученности территории. Не изменится коренным образом ситуация на данной площадке даже при использовании новых технологий и организации поисковых и разведочных работ относительно традиционного и нового (золото) для Печенги сырья, о гипотетических результатах которых предполагает в общем по региону А. Калинин [184]. Новые исследования по высоколиквидным полезным ископаемым здесь беспроигрышны при любом их результате. В частности, при отрицательном результате или, в крайнем случае, локальной находке они усилят доказательную базу в части подземного ядерного объекта вне месторождений. Аналогия: в РАН (Н. Лаверов) такой же подход к Краснокамску считают «единственно верным» (2011 г. [185]; 2005 г. [186]). «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» может работать при существующих запасах урана 30-35 лет.

Международные перевозки ядерных материалов и радиоактивных отходов в Печенгу

(как и часть российских, например, с Дальнего Востока, если там не будет могильника, из Соснового Бора [187]), скорее всего, будут осуществляться морем. Через незамерзающие порты Киркенес или Лиинахамари. Или через облагороженные базы Сайда Губа (с красочно упакованным «подарком» будущим поколениям – реакторными отсеками) и Западная Лица. По освоенным несколькими странами (США, Япония, Франция, Швеция, Россия и др.) технологиям. Или из Калининграда через Балтику и северную Финляндию. Логистические системы Онкало и Печенги во многом пригодны для унификации. При этом территория России не будет подвергаться опасности. И страна претендует на роль лидера на рынке морских перевозок ядерных материалов как применительно к Северо-Западу [188], так и к неограниченному району плавания [189]. Кстати, логистика при уничтожении сирийских отравляющих веществ имеет схожие черты: морские перевозки под охраной ВМС США и России – порт Гамбург – переработка на территории Германии в районе Мюнстера.

Желательно было бы протестировать излишне сильный тезис [190] о Нижнеканском массиве как единственном пока еще в России природном объекте с максимально высоким статусом подготовки для сооружения подземного могильника высокоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива. В сравнении с материалами по Печенгской структуре, Стрельцовскому рудному полю (Краснокамск) и площадкам ПО «Маяк». И с учетом различия между нынешними социальными и политическими условиями и теми, которые были на момент мутно-волюнтаристского «раскручивания» Нижнеканского массива как площадки могильника. Только такое тестирование может позволить говорить о научной достоверности тезиса авторов из Радиевского института и легитимности основанных на нем приоритетных исследований вблизи Красноярска. А также – надеяться на получение так называемой социальной лицензии на строительство и эксплуатацию могильника. Несомненно, полезными были бы и сравнительные исследования российских, украинской (Чер-

нобыльская зона), казахстанской (Семипалатинский полигон), китайской (Бейшан [191]) и других (монгольских, канадских) потенциальных площадок подземной изоляции ядерных отходов через «призму» данных по объекту Онкало.

Следует отметить, что разрабатываемая для Печенги методология обращения в контексте геологического хранения/захоронения ядерных материалов к бывшим или истощающимся сульфидным медно-никелевым месторождениям (но не к вновь вводимым в эксплуатацию, например, в Воронежской области) имеет потенциал расширения/тиражирования/унификации. В частности, в пределах Балтийского щита (особенно Финляндии). Возможно, и для условий ядерных технологий Северной Америки и никеленосных провинций Канады. Возможно, для условий Казахстана (Жезказган) и Узбекистана (Навоийский горно-металлургический комбинат). Возможно, и для условий ядерных технологий Тихоокеанского региона и никеленосной провинции Камчатки, в пределах которой следует ожидать позитивных комбинаций шахтного и гидротермального [192] способов утилизации/изоляции/омоноличивания. Причем на Камчатке плодотворным будет симбиоз Китая (владелец горных выработок [193]) и Газпрома (владелец инфраструктуры гидротермальной технологии [194]).

Отличительной особенностью этой методологии (по моему мнению – положительной) является отсутствие «родовой связи» площадки захоронения с каким-либо первоначально созданным там ядерным объектом иного назначения. Ведь даже место для Онкало выбрано не при доминировании геологического фактора, а по случаю соседства с АЭС Олкилуото. Но АЭС (промышленные реакторы другого назначения, радиохимические комбинаты) и могильник – противоположности по основному фактору безопасного функционирования: АЭС должна находиться рядом с мощным источником воды, а для могильника такое соседство нежелательно. Вспомним как аналогию давний зарубежный опыт. В свое время сочетание инфраструктуры и хороших геологических (прежде всего,

гидрогеологических) условий вмещающих массивов бывшего рудника «Конрад» (железная руда), бывших соляных шахт «Ассе» и «Морслебен» позволили Германии первой в мире прагматично и системно создать на базе этих природно-техногенных комплексов эффективные одноименные подземные хранилища радиоактивных отходов. Но, как тогда требовалось, лишь низкого и среднего уровня активности.

При необходимости «Норильский никель» и на равноудаленном от западных и восточных поставщиков Таймыре (почти идеальном регионе с точки зрения отсутствия выноса деструктивной энергии из глубин Земли [195, рис. 1]) найдет пригодные массив и/или готовые выработки для могильника, дополнительно изолированные покровом естественных многолетнемерзлых пород. Или «АЛРОСА» - на Северо-Востоке России (к примеру, на одной из стадий поиска площадок для изоляции ядерных отходов Северо-Запада РФ в качестве претендентов рассматривались трубки взрыва Архангельской области, кимберлитовые и базальтовые [3]). В Якутии есть и урановые (да еще в сочетании с сульфидными золоторудными) месторождения, где (как и в Узбекистане), возможно, перспективным будет подход, аналогичный работам по подземной лаборатории и могильнику одновременно и Краснокаменска, и Печенги.

Поэтому имеет смысл рассмотреть не замороженные приповерхностные известняки в качестве непосредственной среды захоронения (как предлагалось ВНИПИПТ для условий полигона Новой Земли), которые гидравлически связаны с морем (как грунты Фукусимы-1) и без глобального потепления превратятся в «газированное болото» под действием тепловых и радиационных нагрузок. А приличного инженерного качества породы с плюсовым температурным режимом под отдельной «шапкой» многолетней мерзлоты для дополнительной гарантии от проникновения метеорных вод. Вот ведь на Фукусиме-1 после более чем двух лет неудачных попыток предотвратить миграцию радиоактивной воды приняли решение применить достаточно освоенную в горной промышленности искус-

ственную заморозку грунта вокруг и под АЭС. Правда, не надо скрывать, что, как говорится, здесь «две большие разницы». Горняки применяют конкретную систему заморозки локально и максимум на десятки лет, а с загрязнением прибрежных вод Японии и Тихого океана в предложенных ядерщиками очередных «неприятных» обстоятельствах придется бороться минимум сотни лет. И при таком интересе к вариантам использования мерзлоты вновь (как и в случае с Ю. Дублянским) полезным будет опыт спелеологов. Например, связанный с научными исследованиями в Кунгурской Ледяной пещере на протяжении ста лет.

Удачным для некоторых сценариев будущего ядерной энергетики может быть сочетание подземного могильника вблизи Норильска/Краснокаменска с наземным временным хранилищем и мощностями по переработке ОЯТ Красноярского ГХК. Фундаментальный международный могильник у Норильска дополнительно вместил бы отработавшее ядерное топливо и радиоактивные отходы Билибинской АЭС. Вместо того, чтобы обустроить вблизи этой АЭС [196], подобно проекту могильника Новой Земли, опасное потенциально «радиоактивное болото» внутри многолетнемерзлых пород. Росатом и Норникель имеют опыт нахождения взаимных интересов на базе диверсификации производства [197].

Печенгская структура по праву должна рассматриваться как уникальное геологическое (с комплексом других привлекательных для решения проблемы подземного ядерного могильника черт) место Кольского полуострова и России. Как научно-технологический полигон для международных объектов MegaScience. Заметим, что даже по собственным отчетным данным Кольского НЦ РАН («Мурманский вестник» от 18.12.2012 г. [198]) и по федеральной статистике [199] за последние годы при множестве действительно интересных разработок инновации, рожденные кольской наукой, соответствуют наихудшему по РФ уровню, близкому к нулю. Во многом «зачаточный уровень инновационной среды», вопреки усилиям администрации по ее возвращению, обусловлен

туманными перспективами Мурманской области: еще только надеются на определение возможного будущего, создание желаемого образа будущего и определение стратегий его достижения (В. Котельников [200]). Печенга – непревзойденный стандарт степени геологической изученности (советский, ставший по наследству российским) и, возможно, качества породных массивов. Ствол Кольской сверхглубокой скважины служил как глубинная геофизическая лаборатория, позволявшая изучать различные геофизические поля. Может и в будущем послужит? Здесь (как нигде еще) даже граница мантии установлена точно, по данным геофизики и бурения (А. Жамалетдинов [201]). На Мурмане расположена уникальная установка сверхнизкочастотного зондирования и мониторинга земных недр «Зевс». С помощью этой установки уже проводился поиск мест для захоронения радиоактивных отходов [202]. И могут передаваться под землю ключевые команды в экстренной ситуации аналогично управлению АПЛ. При использовании других технических средств имеются предпосылки и беспроводного контроля этим методом подземного объекта и вмещающего массива изнутри (Е. Терещенко [203]). Кольский полуостров называют «окошком» внутрь Земли. Здесь проводилось и будет проводиться глубинное электромагнитное зондирование и другими методами, при разных вариантах «Кольского зонда» [204]. «Крайний» глобальный эксперимент – FENICS-2014 [205].

Необходимо приветствовать попытки новых разносторонних исследований применительно к данной площади. Такая высокая планка подхода к знаниям о социальном, политическом, экономическом, экологическом, культурном и других аспектах проблемы, о литосфере конкретного географического региона и критериям ее пригодности наиболее адекватна возникшей задаче. Задаче создания природно-техногенного объекта в недрах Земли, безопасно и никому не мешая существовать и самоорганизовываться после консервации который впервые в истории человечества должен не иначе как в координатах

времени геологического и, возможно, всей дальнейшей жизни рода человеческого. Соответственно новой, экологической, функции литосферы. Настолько важной, что, если бы неандертальцы, кроманьонцы и другие древние люди имели рукотворный ядерный реактор, но не имели бы технологий надежного использования подземного пространства (науке известны природные ядерные реакторы дочеловеческой эпохи в урановых месторождениях), то мы и сейчас должны были бы опасаться отходов «первобытной» ядерной отрасли.

Как только и если Россия примет положительное решение по Печенге в качестве площадки для международного ядерного могильника, в Европе (как минимум) возникнет очередь желающих участвовать в проекте, которые надолго забудут разговоры об антиросийских санкциях в защиту «арабских весен» по периметру РФ и планы относительно самих таких «весен». А Мурманская область станет наиболее защищенным и самым спокойным местом на Земле.

Полезно было бы подойти в контексте геологической изоляции ядерных материалов к оценке ресурсного потенциала и более обобщенно – внимательно рассмотреть идею о международных исследовательских проектах по изучению проблем захоронения ВАО на периферии (преимущественно северной и восточной) РФ. Но торопиться надо: не ровен час, Украину (в которой за прошедшие десятилетия возвращена, к сожалению, мощная общественная поддержка антиросийской ориентации [206, 207]) в пику России периформатируют всем западным миром в новую, послушную и удобную, энергетическую супердержаву как по газу и электроэнергии АЭС для этого мира, так и по ядерным отходам из него. И тогда, вполне возможно, извне появится (для большинства совершенно неожиданно – «как черт из табакерки» в запретной особой зоне Донбасса) крупный ядерный могильник (дополнительно к немалому отечественному [208]) у юго-западной российской границы (и без того в беспокойном регионе) вблизи Белгородской, Воронежской, Волгоградской и Ростовской обла-

стей [209]. Европейская ситуация с подземной изоляцией ядерных отходов, перевернутая «с ног на голову», во многих смыслах станет более опасной.

«Воздадите кесарева кесареви и богия богови», и «А король-то голый!»

Росатом многолик, но не всеобъемлющ. Ядерные могильники, например, справедливо, подчеркивая главную роль природных условий в долговременной защите, называют еще геологическими хранилищами. Геология – не профиль Росатома по определению. Не урановые объекты – тем более. Это отражается и в тематике дискуссий и на официальном, и на неофициальном российских уровнях. Преобладают устремления вперед: новые энергетические мощности, реакторы, топливные технологии. Проблемы «тыла» – демонстрация технических достижений, геологической изоляции отработавшего оборудования, топлива и наработанных отходов – не являются при этом любимыми. Когда же время принуждает все же делать в этом сегменте отрасли дело, начинаются далеко не безобидные «фокусы» с терминологией, правовым статусом и нормами безопасности [210], переносом сроков. В итоге удобным по времени и финансированию оказывается погружение в пучину нереализуемых мечтаний о «Новом Атомном проекте», а неотложные задачи отрасли (включая геологическое захоронение) отодвигаются в сторону или выполняются абы как. При этом «неожиданно» зачастую выясняется, что реальные геологические процессы, экспериментальное изучение которых подменяется «высоконаучными» теоретическими расчетами «ядерных геологов» по части общих оценок (комментарий Б. Серебрякова [211]), приводят к неприятностям, которые на порядки более значимы, чем теоретически предсказанные.

Российская ядерная отрасль изолируется от комплексных знаний о Земле, от горно-геологической науки и практики в ее полноте, фактически пренебрегает мировым опытом. Проявляет готовность «свалить» отходы своей и чужой деятельности «в первую попав-

шуюся дыру», решает сложную задачу примитивно по принципу «приятного во всех отношениях» Нижнеканского массива «под боком». Игнорирует возможность и перспективы abiогенных и сланцевых углеводородов. Как, кстати, и возможность энергетической революции, вероятно, на новой ядерной технологической платформе [212. 213]. Вслед за сланцевой революцией и так же быстро по срокам начала. Как, кстати, увлекаясь филологией стратегий, игнорирует и позитивную прагматику опыта ВМФ СССР и США в части утилизации АПЛ и их ОЯТ [214]. Тем самым она многопланово дискредитирует себя в глазах «просвещенного человечества». И рискует полностью потерять своих надежных сторонников широкого профессионального спектра, в том числе и среди специалистов в науках о Земле. Такой подход к делу далек от «культурного» обращения с ядерной энергией. Как отмечают в философском контексте некоторые ядерщики, в нынешнее время общего маразма и в деятельности Росатома на перспективу преобладают фикции, порожденные деформацией мировоззрения и психологии [215].

В последнее время «задним числом» Росатом все же вынужден допускать «до своих ушей» неприятную констатацию. «Например, наблюдательные скважины на площадке существуют, а сведения о геолого-гидрогеологических условиях территории расположения предприятия отсутствуют или очень скудны. В таких условиях достаточно сложно понять насколько существующая сеть скважин адекватно отражает возможное влияние объекта на подземные воды. Найти материалы проектно-изыскательской документации, которая была при строительстве, не всегда удается – все-таки с момента ввода в эксплуатацию большинства объектов атомной отрасли прошло более 50 лет. Да и строительство этих объектов зачастую велось в ускоренном режиме при минимальном геологическом обосновании» [216].

Немного о гранях «существа» проблемы. Меня часто подозревают в некомпетентности. Например, мне говорили: «Статьи по существу не геологические/не горных наук». Да,

не геологические и не горные в устоявшихся традициях и правилах работы геологов и горняков. А «геологическое хранение ядерных материалов» - это горно-геологическая проблематика? Да, горно-геологическая. Тем не менее, по ряду исторических и политических причин «гражданские» геологи и горняки со всем их разносторонним опытом и методами исследований отстранены/самоустраились от этих дел. Хотя в начале «Атомного проекта» работами по массовым поискам урана, строительством подземных объектов значительно помогли Минатому и стране. Когда атомные энергетики сотворили при помощи «национального типа реактора» беду в Припяти, «рудознатцам» и «горщикам» выпало «врукопашную» бороться с «Китайским синдромом» под разрушенной активной зоной.

Сейчас же они находятся не в активной позиции, а на правах «гастарбайтеров» на вспомогательных (чтобы не дело сделать, а общественность формально успокоить) подрядных работах. Кто платит, тому и «танцуют» по заказу. Это ошибка. Я пыталась, хотя и неумело, поспособствовать исправлению дел, инициировать понимание того, что участие специалистов по Земле в таких исследованиях должно быть усилено. Во взаимодействии с ядерщиками, но без давления со стороны Росатома. А как и по каким направлениям? Ну, это уже дело этих специалистов «по существу»: понять задачи и определить свое место в строю. Думалось, что вот тут то и хороши были бы статьи «по существу геологические/горные», но не мои. Есть, конечно, исключения. Например, по части критического анализа принимаемых «ядерными геологами» решений (Ю. Дублянский) или собственных оригинальных предложений (В. Белоусов, С. Рычагов, Н. Жатнуев). Но таких примеров мало.

А пока, как мне кажется, даже в рамках специальной ядерно-горно-геологической тематики горняки/геологи и ядерщики существуют и предпочитают существовать в «разных параллельных мирах». Как обособились в своих мирах и другие части населения. Воспользуемся удачным применением термина О. Двойниковым по иному поводу

из ядерной сферы [217], но характеризующим общую картину российского общества. При этом, в одном из миров вкладывают большие деньги в навязчивый агрессивный пиар и саморекламу.

Но проблему утилизации ядерных отходов Росатому «культурно» не решить без консо-

лидации усилий различных профессиональных и социокультурных групп. В том числе, не состоящих в штате госкорпорации представителей естественнонаучных и технических сообществ, а также гуманитариев по роду светских и религиозных занятий и образу жизни.

Благодарю за поддержку исследований профессором Brigitte Falkenburg и Владимира Маслобоева.

Памяти советских геофизиков, работавших в Мурманской области, а также архангельского геолога Анатолия Федоровича Станковского посвящает автор статью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК*

1. Никипелов Б. Этика и диалектика в ядерной энергетике / Бюлл. по атомной энергии / ЦНИИ Атоминформ. – 2003, №10. – С. 7-14.
2. Башкова И.В. Авторская картина мира В.П. Астафьева в семантике слова *теплый* (к 90-летию со дня рождения писателя) // ВЕСТНИК КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2014, № 2 (28). - С. 102-106.
3. Мельников Н.Н., Конухин В.П., Комлев В.Н. Материалы на основе минерального и техногенного сырья в инженерных барьерах для изоляции радиоактивных отходов. – Апатиты, 1998, Изд. Кольского НЦ РАН. – 94 с.
4. Komlev V.N. Native Nuclear Programmes, Generation's Responsibility, Regional Geological Experience and Site Selection for Underground Disposal of Potentially Super-Dangerous Materials // Industrial Minerals: Deposits and New Developments in Fennoscandia. Petrozavodsk, 1999. P. 150-153. // Living Arctic. 1999. No 1(11). P. 34-43. (In Russian).
5. Скуфьин П.К. Вулканизм Кольского региона. Часть I. // LAP Lambert Academic Publishing. Saarbrucken. 2014. 368 p.
6. Яковлев Ю.Н., Скуфьин П.К., Чвыков О.С. Влияние природных факторов на траекторию и форму стволов Кольской сверхглубокой скважины // ВЕСТНИК Кольского научного центра РАН. - 2014, №3(18). – С. 8-15.
7. Электронный ресурс:
http://www.bbc.co.uk/russian/international/2011/07/110701_5thfloor_nuclear_waste_docu.shtml
8. Электронный ресурс: <http://nuclearno.ru/text.asp?17564>
9. Электронный ресурс: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0012/001d/00123211.htm>
10. Электронный ресурс: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2056078>
11. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/politics/19856221/?frommail=1>
12. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/politics/19691532/?frommail=1>
13. Электронный ресурс: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0012/001d/00123088.htm>
14. Электронный ресурс: <http://nuclearno.ru/text.asp?17591>
15. Электронный ресурс:
<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=comments&sid=4716&tid=68829&mode=&order=&thold=>

* Здесь полностью по форме и составу приведена библиографическая информация относительно публикаций на печатных бумажных носителях, не имеющих, как правило, электронных дублей. Практически нет смысла и возможности аналогично представить информацию по множеству (более 150) ссылок на источники в Интернет. Поэтому ссылки обозначены как электронный ресурс.

16. Электронный ресурс:
<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=comments&sid=4716&tid=68954&mode=flat&order=&thold=>
17. Электронный ресурс:
<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=comments&sid=4716&tid=69289&mode=flat&order=&thold=>
18. Электронный ресурс: <http://worldcrisis.ru/crisis/1300398>
19. Электронный ресурс: <http://vz.ru/news/2013/11/20/660589.html>
20. Электронный ресурс: <http://news.traders-union.ru/economy/news/198851/>
21. Электронный ресурс: <http://nuclearno.ru/text.asp?17907>
22. Электронный ресурс: <http://www.inosmi.ru/untitled/20020427/140631.html>
23. Электронный ресурс: www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4560
24. Электронный ресурс: www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4588,
echo.msk.ru/blog/ecodefense/1100254-echo/
25. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5543>
26. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4690>
27. Электронный ресурс: <http://www.forbes.ru/mneniya-column/konkurenciya/250165-strategiya-oshibok-gosudarstvo-poka-ne-znaet-kak-razvivat-energe>
28. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4599>
29. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4639>
30. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5435>
31. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5648>
32. Электронный ресурс: <http://ria.ru/atomtec/20141029/1030736190.html>
33. Электронный ресурс: <http://lenta.ru/articles/2014/09/22/oilprice/>
34. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5519>
35. Электронный ресурс: <http://www.fontanka.ru/2013/06/24/138/>
36. Электронный ресурс: <http://ria.ru/world/20140922/1025152149.html>
37. Электронный ресурс: <http://www.atomic-energy.ru/news/2014/07/11/50161>
38. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4833>
39. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/politics/19749699/?frommail=1>
40. Электронный ресурс: <http://nuclearno.ru/text.asp?17789>
41. Электронный ресурс: http://reosh.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=321:1-r&catid=1:jdiscms&Itemid=22
42. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5565>
43. Электронный ресурс: https://twitter.com/news_nlaverov
44. Электронный ресурс: <http://www.zakupki.rosatom.ru/1307220482014>
45. Электронный ресурс: <http://www.dissercat.com/content/problemy-pravovogo-regulirovaniya-obrashcheniya-s-radioaktivnymi-otkhodami>
46. Электронный ресурс: <http://www.barentsinfo.org/?DeptID=3549>
47. Электронный ресурс: <http://www.lawinrussia.ru/blog/729>
48. Электронный ресурс: <http://www.globalistika.ru/biblio/komleva.htm>
49. Электронный ресурс: <http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2008/1/Komleva/>
50. Электронный ресурс: <http://www.voskres.ru/economics/komleva.htm>
51. Электронный ресурс: <http://elibrary.az/docs/jurnal-08/832j.htm>
52. Электронный ресурс: http://iph.ras.ru/elib/Ph_sc11_15.html
53. Электронный ресурс: <http://www.voskres.ru/economics/komleva.htm>
54. Электронный ресурс: <http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2008/1/Komleva>
55. Электронный ресурс: <http://www.rosatom.ru/journalist/news/cfbb94804311ee519a20ff4162a53fab>
56. Электронный ресурс: <http://www.arms-expo.ru/050049054050124050054055048055.html>

57. Электронный ресурс: <http://itar-tass.com/mezhdunarodnaya-panorama/875805>
58. Электронный ресурс:
http://vphil.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=455&Itemid=52
59. Электронный ресурс: <http://pamag.ru/images/nomer9.pdf>
60. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5176>
61. Электронный ресурс: vivovoco.rsl.ru/VV/PAPERS/ECCE/VV_EH1_W.HTM
62. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4906>
63. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4972>
64. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4996>
65. Электронный ресурс: <http://www.interfax-russia.ru/Siberia/news.asp?id=464721&sec=1671>
66. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4921>
67. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/politics/19842227/?frommail=1>
68. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/economics/19817839/?frommail=1>
69. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/politics/19759511/?frommail=1>
70. Электронный ресурс: <http://www.atomnews.info/?T=0&MID=62&JId=62&NID=3481>
71. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4718>
72. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4554>
73. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5394>
74. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5226>
75. Электронный ресурс: <http://www.atomic-energy.ru/news/2014/06/16/49555>
76. Электронный ресурс: <http://www.press-line.ru/novosti/2013/06/putinu-predlozhili-obratit-vnimanie-na-yadernyy-mogil-nik-pod-krasnoyarskom.html>
77. Электронный ресурс: <http://nuclearno.ru/text.asp?17434>
78. Электронный ресурс: http://www.bellona.ru/articles_ru/articles_2013/1366203649.11
79. Электронный ресурс: <http://www.iapress-line.ru/dossier/item/10768-unik>
80. Электронный ресурс: www.bellona.ru/articles_ru/articles_2013/Krasnoyarsk-repository-EIA
81. Электронный ресурс: www.facebook.com/NETmogilniku
82. Электронный ресурс:
www.sgzt.com/krasnoyarsk/?module=articles&action=view&id=1617&theme=2
83. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4774>
84. Электронный ресурс: http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-1-1-2013/2_Resolution_1-KR.pdf
85. Электронный ресурс: <http://www.seu.ru/programs/atomsafe/B3/g6.htm>
86. Электронный ресурс: <http://uibk.academia.edu/YuriDublyansky>
87. Электронный ресурс: <http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0227/ML022740218.pdf>
88. Электронный ресурс: <http://lenta.ru/news/2013/06/25/use/>
89. Электронный ресурс:
<http://atominfo.ru:17000/hl?url=webds/atominfo.ru/news/air8788.htm&mime=text/html&charset=windows-1251>
90. Электронный ресурс:
<http://www.z101359.infobox.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=888>
91. Электронный ресурс: <http://www.itar-tass.com/c96/935360.html>
92. Электронный ресурс: <http://spetsstroy.ru/pressroom/spsnews/25027/>
93. Электронный ресурс: <http://www.sibghk.ru/news/2207-gkhk-gotov-k-eksportu-tekhnologij-bezopasnogo-vyvoda-iz-ekspluatatsii-radiatsionnykh-proizvodstv.html>
94. Электронный ресурс: <http://portal.tpu.ru/files/conferences/eers/2013/sec4.pdf>
95. Электронный ресурс: <http://www.atomic-energy.ru/interviews/2014/07/28/50537>
96. Электронный ресурс: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/12706.html>
97. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5253>

98. Электронный ресурс: http://roscontract.ru/custdetal_1c3aa07b29f1.html
99. Электронный ресурс: http://www.fcp-radbez.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=391&Itemid=30
100. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=print&sid=155>
101. Электронный ресурс: <https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/321359.pdf>
102. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5226>
103. Электронный ресурс: <http://www.atomic-energy.ru/news/2014/06/09/49463>
104. Электронный ресурс: <http://aakolotov.livejournal.com/52756.html>
105. Электронный ресурс: <http://www.atomic-energy.ru/news/2014/06/16/49555>
106. Электронный ресурс:
<http://www.z101359.infobox.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=888>
107. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=888>
108. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5226>
109. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4634>
110. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5079>
111. Электронный ресурс: <https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/321359.pdf>
112. Электронный ресурс: http://www.gazeta.ru/science/2013/06/28_a_5394973.shtml
113. Электронный ресурс: http://moi-vzn.narod.ru/VZN_12.PDF, с. 22-24
114. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4630>
115. Электронный ресурс: http://www.opec.ru/news.aspx?id=221&ob_no=86000
116. Электронный ресурс: <http://www.gazeta.ru/business/2014/07/08/6106605.shtml>
117. Электронный ресурс: <http://www.anna-news.info/node/18308>
118. Электронный ресурс: http://english.pravda.ru/science/11-03-2014/127088-ukraine_deposit-0/
119. Электронный ресурс: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0009/001a/00091108.htm>
120. Электронный ресурс: <http://www.pircenter.org/media/content/files/12/13984146740.pdf>
121. Электронный ресурс: <http://nuclearno.ru/text.asp?17734>
122. Электронный ресурс: http://ria.ru/radio_brief/20140919/1024774740.html
123. Электронный ресурс: <http://svpressa.ru/society/article/82781/>
124. Электронный ресурс: <http://topwar.ru/42726-yadernye-tayny-pokoynogo-muzychko.html>
125. Электронный ресурс: <http://www.fondsk.ru/news/2014/03/27/o-chem-molchali-na-gaagskom-sammite-26631.html>
126. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5097>
127. Электронный ресурс: <http://itar-tass.com/mezhdunarodnaya-panorama/1114926>
128. Электронный ресурс: <http://worldru.ru/index.php?nma=news&fla=stat&nums=31930>
129. Электронный ресурс: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0012/001d/00123230.htm>
130. Электронный ресурс: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0012/001d/00123008.htm>
131. Электронный ресурс: <https://www.facebook.com/ZelenaLiga/posts/328816177263046>
132. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5307>
133. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4833>
134. Электронный ресурс: <http://itar-tass.com/politika/1404370>
135. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5507>
136. Электронный ресурс: <http://nuclearno.ru/text.asp?17345>
137. Электронный ресурс: <http://itar-tass.com/spb-news/1359014>
138. Электронный ресурс: <http://www.atomic-energy.ru/articles/2012/01/31/30417>
139. Электронный ресурс: <http://www.mi-perm.ru/content/resume1.pdf>
140. Электронный ресурс: <http://gornovosti.ru/glavnoe/pod-krasnoyarskom-zakhoronyat-45-tys-kubometrov-atomnykh-otkhodov444445546.htm>
141. Электронный ресурс: www.arcus.msisa.ru/users/files/file90034-1224057358.pdf
142. Электронный ресурс: <http://bellona.ru/reports/NothernFleet/1184076942.91/#64b>

143. Электронный ресурс: <http://www.biodiversity.ru/publications/arctic/archive/n12/nikel.html>
144. Электронный ресурс: <http://itar-tass.com/novosti-partnerov/794047>
145. Электронный ресурс: <http://www.biodiversity.ru/publications/arctic/archive/n12/nikel.html>
146. Электронный ресурс: http://www.ukrdgri.gov.ua/ukrdgri_site/CS-2012_Milanovskiy_Paper.pdf
147. Электронный ресурс: http://tph_2012.ifz.ru/pdf/Milanovski.pdf
148. Электронный ресурс: <http://www.goikolasc.ru/node/16247>
149. Электронный ресурс: <http://www.goikolasc.ru/partner>
150. Электронный ресурс: <http://www.goikolasc.ru/node/16234>
151. Электронный ресурс: http://www.goikolasc.ru/sites/default/files/soder_mon.pdf
152. Электронный ресурс: <http://www.goikolasc.ru/sites/default/files/sb-2014.pdf>
153. Электронный ресурс: <http://www.goikolasc.ru/sites/default/files/inform.pdf>
154. Электронный ресурс: <http://www.biodiversity.ru/publications/arctic/archive/n12/nikel.html>
155. Электронный ресурс: http://www.kolasc.net.ru/russian/press/13/2811_05.pdf
156. Электронный ресурс: <http://www.infocrisis.ru/sokratili/902.html>
157. Электронный ресурс: <http://www.iep.kolasc.net.ru/tezis2013.pdf>
158. Электронный ресурс: <http://www.b-port.com/news/item/119715.html>
159. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/economics/19947978/?frommail=1>
160. Электронный ресурс: <http://nuclearno.ru/text.asp?17914>
161. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/politics/19522553/?frommail=1>
162. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/politics/18169592/?frommail=1>
163. Электронный ресурс: <http://www.iep.kolasc.net.ru/news/news25102013.php>
164. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=56111>
165. Электронный ресурс: <http://blogger51.com/2013/10/46992>
166. Электронный ресурс: <http://blogger51.com/2011/11/21668>
167. Электронный ресурс: <http://blogger51.com/2013/11/47405>
168. Электронный ресурс: <http://fedpress.ru/news/econom/reviews/1384947163-marina-kovtun-arkticheskii-kurs-predpolagaet-innovatsionnyu-traektoriyu-razvitiya#comments>
169. Электронный ресурс: <http://flashnord.com/news/pravitelstvo-rf-zamorozilo-gosprogrammu-razvitiya-arktiki>
170. Электронный ресурс: <http://news.mail.ru/politics/16044427/?frommail=1>
171. Электронный ресурс: <http://www.kolasc.net.ru/russian/news/vestnik/vestnik-2-2014.pdf>
172. Электронный ресурс: <http://ria.ru/science/20130725/951940224.html>
173. Электронный ресурс: <http://goikolasc.ru/congratulation>
174. Электронный ресурс: <http://nord-news.ru/news/2013/10/11/?newsid=54929>
175. Электронный ресурс: <http://murman.rfn.ru/rnews.html?id=1186841&cid=7>
176. Электронный ресурс: <http://helion-ltd.ru/news/15475-2014-04-03-09-22-34/>
177. Электронный ресурс: <http://news.chita.ru/56096/>
178. Электронный ресурс: <http://www.credo-dialogue.com/getattachment/e4c54c46-69e3-4d52-a847-5152bd5c9fad/Tsifrovye-tehnologies-trehmernogo-modelirovaniya.aspx>
179. Электронный ресурс: zakupki.rosatom.ru/file.ashx?oid=2116953
180. Электронный ресурс: http://www.opec.ru/news.aspx?id=221&ob_no=86000
181. Электронный ресурс: conf.sfu-kras.ru/uploads/MelnikovNN.doc
182. Электронный ресурс: portal.tpu.ru/files/conferences/radioactivity/book-light.pdf
183. Электронный ресурс: <http://www.kolasc.net.ru/russian/news/vestnik/vestnik-1-2014.pdf>
184. Электронный ресурс: <http://zolotodb.ru/articles/geology/placer/10553>
185. Электронный ресурс: <http://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=bb9c25dd-630b-4f87-8d3e-6fad9a0ba9ca>
186. Электронный ресурс: newmdb.iaea.org/GetLibraryFile.aspx?RRoomID=694
187. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5105>

188. Электронный ресурс: <http://51rus.org/news/economy/7649>
189. Электронный ресурс: <http://globalsib.com/18894/>
190. Электронный ресурс: <http://www.khlopin.ru/proceedings/11-2.pdf>
191. Электронный ресурс: <http://www.atomic-energy.ru/news/2012/03/26/32151>
192. Электронный ресурс: <https://sites.google.com/site/geobelousov/>
193. Электронный ресурс:
http://kamchat.info/novosti/kitajcy_pokupayut_krupnejshie_mestorozhdeniya_nikelya_i_medi_na_kamchatke/
194. Электронный ресурс: http://ria.ru/press_video/20100513/234263725.html
195. Электронный ресурс: <http://e-almanac.space-time.ru/assets/files/Tom%203%20Vip%201/rubr6-estestvennye-granicy-st3-syvorotkin-2013.pdf>
196. Электронный ресурс: <http://www.kolasc.net.ru/russian/news/vestnik/vestnik-1-2014.pdf>
197. Электронный ресурс: <http://baikalfinans.com/ekonomika/rosatom-i-nornikel-nahodyat-vzaimnyie-interesy-i-v-zabaykale.html>
198. Электронный ресурс: http://www.kolasc.net.ru/russian/news/arc13/science_innov2.pdf
199. Электронный ресурс: <http://www.iep.kolasc.net.ru/resolution2014.doc>
200. Электронный ресурс: http://www.kolasc.net.ru/russian/press/14/Forsait_dlia_Mooremanska.pdf
201. Электронный ресурс: <http://geoksc.apatity.ru/images/stories/Print/zh21.pdf>
202. Электронный ресурс: <http://www.rit.informost.ru/rit/3-2002/4.pdf>
203. Электронный ресурс: <http://www.kolasc.net.ru/russian/news/vestnik/vestnik-1-2013.pdf>
204. Электронный ресурс: <http://www.igemi.troitsk.ru/emr/kola.html>
205. Электронный ресурс: <http://geoksc.apatity.ru/images/stories/Print/2-й%20циркуляр%20FENICS.pdf>
206. Электронный ресурс: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0012/001d/00123235.htm>
207. Электронный ресурс: <http://nuclearno.ru/text.asp?17938>
208. Электронный ресурс: http://rostov.rbc.ru/rostov_topnews/16/10/2014/953372.shtml
209. Электронный ресурс: <http://www.e1.ru/talk/forum/read.php?f=58&i=200694&t=200694&>
210. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4774>
211. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4887>
212. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5593>
213. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4921>
214. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5540>
215. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5633>
216. Электронный ресурс: <http://www.atomic-energy.ru/interviews/2014/08/27/51053>
217. Электронный ресурс: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4990>



АВАРИЙНОЕ РАЗРУШЕНИЕ КИРПИЧНЫХ СТЕН И КАРНИЗОВ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

УДК 624.014

Нищета
Сергей Алексеевич

Марков
Константин Вячеславович

Нищета
Андрей Сергеевич

Доцент кафедры промышленных зданий и строительных конструкций ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», кандидат технических наук

Начальник отдела обследования гражданских зданий ООО «ВЕЛД», г.Магнитогорск

Эксперт отдела обследования гражданских зданий ООО «ВЕЛД», г.Магнитогорск

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются примеры разрушения кирпичных стен и карнизов гражданских и промышленных зданий, приводятся причины аварий и рекомендации по восстановлению конструкций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Карниз, Стены, Разрушение, Причины аварий, Промышленные здания, Гражданские здания, Восстановление конструкций

Аварийные разрушения наружных стен и карнизов происходят из-за разной прочности и низкого качества кирпича, шлакобетонных камней и раствора, атмосферных воздействий, нарушения герметичности ограждающих кровельных конструкций и неполноценного водоотвода [1].

Отсутствие информации о случившихся авариях и их причинах приводит к повторению их на других объектах.

По размерам убытков, аварийные разрушения подразделяются на крупные и ограниченные. К ограниченным относятся разрушения, которые имеют локальный характер и не нарушают работу смежных конструкций.

Своевременно неустраненные дефекты и повреждения конструкций в последующем могут привести к выполнению более сложных и трудоемких работ по их восстановлению или усилению.

В качестве примеров в статье приводятся случаи аварийного разрушения наружных стен жилых, общественных и промышленных зданий (рис. 1-6).

Последовательность ликвидации локального разрушения наружной стены рассмотрена на примере жилого здания.

Жилой дом представляет собой двухэтажное Г-образное в плане здание послевоенной постройки, оборудованное подвалом и чердаком.



Рис. 1. Общий вид разрушения каменной кладки и штукатурного слоя

Конструктивная схема объекта – здание с внутренним каркасом и наружными несущими стенами.

Стеновое ограждение дома – каменная кладка толщиной 600 мм, выполненная из шлакобетонных камней вперемежку со слоями из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе, характерная для 50-х годов. Волнистые асбестоцементные листы кровли уложены по деревянной обрешетке, закрепленной на стропильных ногах. Водосток – наружный, неорганизованный.

Основной причиной аварийного разрушения является замачивание поверхности стены атмосферной водой из-за дерева, находившегося в непосредственной близости от здания.

Производство ремонтно-восстановительных работ рекомендуется производить в следующей последовательности:

- демонтировать часть каменной кладки и заполнить оконного проема на втором этаже для установки металлической стойки между надоконными перемычками;
- вставить стойку коробчатого сечения, выполненную из двух швеллеров №18 с опорными пластинами по торцам, в подготовленный вертикальный проем;
- демонтировать поврежденную кладку по обе стороны от стойки, выполнить кладку из керамического кирпича на цементно-песчаном растворе с применением в целях надежной перевязки арматурных стержней;
- демонтировать металлическую стойку и восстановить каменную кладку на освобожденном участке.



Рис.2. Аварийное разрушение карниза четырехэтажного здания

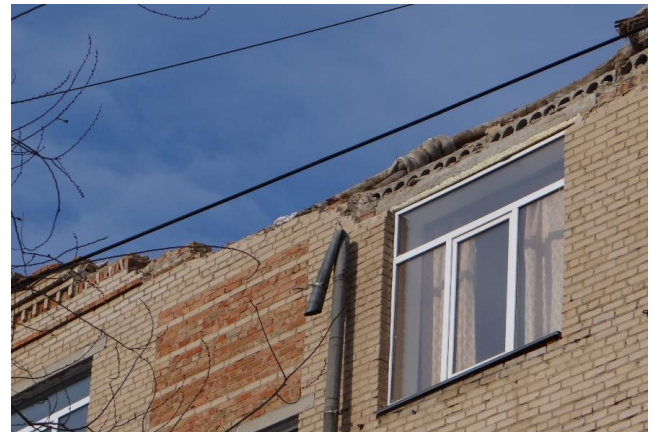


Рис. 3. Разрушение кирпичной кладки карниза четырехэтажного здания

Крупное аварийное разрушение карниза протяженностью 20 метров произошло в четырехэтажном здании коридорного типа с цокольным этажом, чердаком, двумя встроенными лестничными клетками и пристроенными помещениями (см.рис. 2, 3). Конструктивная схема здания – железобетонный каркас [2]. Самонесущие наружные стены толщиной 510 мм выполнены из обыкновенного глиняного кирпича с облицовкой силикатным кирпичом. Высота карниза составляет 500 мм, величина консольного выступа – 250 мм. Кровельное покрытие – четырехскатное.

При проведении натурного обследования здания были обнаружены трещины в ленточных фундаментах, наружных стенах и на сохранившихся после обрушения участках карниза, а также следы замачивания плит покрытия. Установлены причины образования трещин в стенах и карнизе здания:

- неравномерная осадка фундаментов;
- пониженная прочность раствора кирпичной кладки карниза;
- замачивание кирпичной кладки карниза;
- неудачное конструктивное решение узлов сопряжения – пространство, заполненное кирпичной кладкой между перемычкой и плитой, составляет 150 мм;
- отсутствие перевязки кирпичной кладки карниза и основного стенового ограждения вследствие большого напуска многослойных плит покрытия на наружные стены при длинных надоконных перемычках;

– неполный мауэрлат, не обеспечивающий герметичности чердака и приводящий к замачиванию карниза и уменьшению морозостойкости кирпичной кладки.

При проведении реконструкции после аварийного разрушения [3] вместо карниза с повреждениями был выполнен монолитный железобетонный пояс по всему периметру здания с облицовкой силикатным кирпичом, произведена полная замена кровельного покрытия, организован наружный водосток.

Крупное аварийное разрушение участка стены и карниза произошло в одноэтажном здании, примыкающем к административному корпусу (см.рис. 4). Ширина объекта составляет 9 м, длина – 18,00 м, высота в коньке – 5,60 м.

Кровельное покрытие – односкатное. Уклон кровли $i=1/12$. Водосток – наружный неорганизованный. Конструктивная схема здания – стеновая [2].

Стены – каменная кладка, выполненная послойно из шлакобетонных камней и обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе с облицовкой силикатным кирпичом. Фундаменты под стены – ленточные, выполнены из блоков ФБС.

Кровля состоит из многослойного рулонного ковра толщиной 30 мм, цементно-песчаной стяжки толщиной – 55 мм, слоя котельного шлака толщиной 240 мм, уложенного по сборным железобетонным ребристым плитам покрытия.



Рис. 4. Аварийное разрушение карниза и стены одноэтажного здания

Причинами аварийного разрушения являются:

- замачивание карниза и стены из-за нарушения герметичности рулонного ковра;
- пониженная прочность раствора каменной кладки;
- разная прочность шлакобетонных камней, а также обыкновенного и силикатного кирпича.

Ликвидация последствий аварийного разрушения произведена путем восстановления стенового ограждения и реконструкции кровельного покрытия. Совмещенная кровля была заменена двускатным чердачным покрытием. Организован наружный водоотвод. Облицовка здания выполнена металлическим сайдингом.

Ограниченное разрушение кирпичной кладки парапета произошло в пятиэтажном административном здании с совмещенной крышей (см. рис. 5). Ширина здания составляет 12 м, длина – 70 м, высота -18 м. Водоотвод – внутренний.

Конструктивная схема здания – стеновая с продольными несущими стенами [2]. Фундаменты под стены – ленточные, свайные.

Наружные стены – каменная кладка, выполненная из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе с облицовкой, из силикатного кирпича. Толщина кладки наружных стен составляет 640 мм.



Рис. 5. Крепление оттяжек антенны к парапету административного здания



Рис. 6. Кирпичное здание после проведения ремонтно-восстановительных работ

Причиной локального разрушения кирпичной кладки парапета является анкерное крепление оттяжек антенны, установленной на соседнем здании. При проведении ремонтно-восстановительных работ было устранено крепление оттяжек антенны к парапету, выполнена локальная замена кирпичной кладки.

Пример восстановления разрушенного участка стены и карниза котельной, а также заполнения оконных проемов кирпичной кладкой приведен на рис. 6.

Рекомендации

Для исключения возникновения аварийных ситуаций необходимо проводить сезонные осмотры кровельных покрытий и систем водоотведения; не допускать замачивания карнизов, парапетов, стен, а также грунтовых оснований гражданских и промышленных зданий [3].

Библиографический список

1. Пермяков М.Б. Предотвращение аварий зданий и сооружений. Предотвращение аварий зданий и сооружений. Межвузовский сборник научных трудов. Под редакцией К.И. Еремина. – Магнитогорск: 2001. С.5-7.
2. Наркевич М.Ю., Ницета С.А. Конструкции городских сооружений и зданий. – Магнитогорск: МГТУ, 2012. – 152 с.
3. Еремин К.И., Пермяков М.Б., Ницета С.А.. Реконструкция гражданских зданий. – Магнитогорск: МГТУ, 1998. – 142 с.



ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА OHSAS 18001 ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТ ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СОВРЕМЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

УДК 331

Пакулев

Михаил Валерьевич

Федотов

Ярослав Олегович

Рыбин

Владимир Александрович

Родионов

Игорь Александрович

Генеральный директор ООО Инженерный Центр
Диагностики и контроля «СоюзТехГаз», г. ЧелябинскНачальник отдела экспертизы промышленной
безопасности ООО Инженерный Центр Диагностики и
контроля «СоюзТехГаз», г. ЧелябинскВедущий эксперт по обследованию зданий и сооружений
ООО Инженерный Центр Диагностики и контроля
«СоюзТехГаз», г. ЧелябинскЭксперт отдела экспертизы промышленной безопасности
ООО Инженерный Центр Диагностики и контроля
«СоюзТехГаз», г. Челябинск

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрены современные правовые основы промышленной безопасности на предприятии, некоторые положения Федерального закона о промышленной безопасности в организации. Приведены нормативы международного стандарта OHSAS 18001, регламентирующего менеджмент по охране труда и промышленной безопасности на предприятии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

*Промышленная безопасность,
Система менеджмента,
Правовые основы промышленной
безопасности*

Введение

Промышленная безопасность на предприятии формируется на совокупности мероприятий организационного и технического характера, результатом которых являются создание безопасных условий труда и предотвращение несчастных случаев на производстве.

По данным Международной организации труда (МОТ), ежегодно по причинам, связанным с трудовой деятельностью, погибает около двух миллионов человек. При всей своей чудовищной величине сами по себе показатели уровня смертности на производстве все же не раскрывают всей масштабности проблемы. Еще около 160 миллионов человек по всему миру страдают от заболеваний, связанных с трудовой деятельностью. В каждом третьем случае болезнь приводит к потере трудоспособности на четыре рабочих дня и

более. Общее количество несчастных случаев на производстве по всему миру (как приведших к смертельному исходу, так и без него) оценивается в 270 миллионов в год [1].

Руководители организаций и предприятий несут ответственность за обеспечение безопасности деятельности всего рабочего персонала, поэтому формирование организационно-правовой основы в области промышленной безопасности и охраны труда в соответствии с законодательством и стандартами является актуальной задачей.

Мероприятия, обеспечивающие снижение травматизма и устранение возможности возникновения несчастных случаев, сводятся в основном к организации производственной деятельности в соответствии с российским законодательством.

Однако правовых норм не всегда доста-

точно для обеспечения безопасности на производстве. Необходимо создавать систему менеджмента управления промышленной безопасностью, которая будет учитывать риски конкретного предприятия.

Правовые основы промышленной безопасности

На предприятиях Российской Федерации положение о промышленной безопасности учитывает требования российского законодательства в области охраны труда и промышленной безопасности.

Правовые основы промышленной безопасности установлены Федеральным законом: Федеральный закон от 21.07.1997 г. N 116-ФЗ (ред. от 04.03.2013 г. с изменениями, вступившими в силу 15.03.2013 г.) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Положения этого закона распространяются на все организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов на территории Российской Федерации [2].

Согласно статьям данного закона к категории опасных производственных объектов относятся объекты, на которых:

- 1) получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества, указанные в законе;
- 2) используется оборудование, работающее под избыточным давлением более 0,07 МПа;
- 3) используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы (за исключением лифтов, подъемных платформ для инвалидов), эскалаторы в метрополитенах, канатные дороги, фуникулеры;
- 4) получают, транспортируются, используются расплавы черных и цветных металлов, сплавы на основе этих расплавов с применением оборудования, рассчитанного на максимальное количество расплава 500 килограммов и более;
- 5) ведутся горные работы (за исключением добычи общераспространенных полезных

ископаемых и разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, осуществляемых открытым способом без применения взрывных работ), работы по обогащению полезных ископаемых;

- б) осуществляется хранение или переработка растительного сырья, в процессе которых образуются взрывоопасные пылевоздушные смеси, способные самовозгораться, возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления, а также осуществляется хранение зерна, продуктов его переработки и комбикормового сырья, склонных к самосогреванию и самовозгоранию.

К опасным производственным объектам не относятся объекты электросетевого хозяйства [2].

В соответствии с законом работники опасного производственного объекта обязаны:

- 1) соблюдать требования нормативных правовых актов и нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте и порядок действий в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте;
- 2) проходить подготовку и аттестацию в области промышленной безопасности;
- 3) незамедлительно ставить в известность своего непосредственного руководителя или в установленном порядке других должностных лиц об аварии или инциденте на опасном производственном объекте;
- 4) в установленном порядке приостанавливать работу в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте;
- 5) в установленном порядке участвовать в проведении работ по локализации аварии на опасном производственном объекте.

Опасные производственные объекты подлежат обязательной регистрации в государственном реестре.

Проведение государственной политики, нормативное регулирование, а также выполнение разрешительных, контрольных и надзорных функций в области промышленной безопасности возлагается на федеральный орган исполнительной власти, уполно-

моченный в области промышленной безопасности, который имеет подведомственные ему территориальные органы.

Применение международной практики

Многие крупные промышленные предприятия вкупе с Федеральным законом о промышленной безопасности учитывают требования международного стандарта OHSAS 18001 [3].

OHSAS 18000 – это серия стандартов, содержащих требования и руководящие указания к разработке и внедрению систем менеджмента промышленной безопасности и охраны труда (СМПБиОТ), применение которых обеспечивает возможность организации управлять рисками в системе менеджмента и повышать эффективность ее функционирования [4]. Требования стандартов относятся именно к безопасности труда, а не безопасности продукции или услуг компании [5].

Основные цели при внедрении требований стандарта:

- 1) разработать, внедрить, поддерживать и улучшать систему менеджмента промышленной безопасности и охраны труда;
- 2) внедрить официальную процедуру, обеспечивающую сокращение рисков для здоровья и безопасности работников, клиентов и общественности;
- 3) убедиться в своем соответствии установленной политике промышленной безопасности;
- 4) продемонстрировать свое соответствие требованиям стандарта заинтересованным сторонам.

Сертификат соответствия требованиям стандарта выдается на 3 года, при этом ежегодно проводится инспекционный контроль (надзорный аудит) для подтверждения соответствия системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда требованиям стандарта.

Назначение стандарта OHSAS 18000 [5]:

- 1) Минимизация рисков возникновения несчастных случаев, аварий и аварийных ситуаций;
- 2) Сокращение издержек на поддержание безопасности условий труда, выплат ком-

пенсаций и пособий, уплаты штрафов;

- 3) Сокращение издержек на выполнение предписаний надзорных органов в области охраны труда и т.д.

Внедряя данный стандарт на производстве, предприятие получает ряд конкурентных преимуществ:

- 1) Повышение эффективности бизнеса, снижение непроизводственных потерь;
- 2) Снижение непредвиденных расходов на ликвидацию последствий аварий и инцидентов;
- 3) Снижение расходов на уплату штрафов и реализацию предписаний;
- 4) Снижение рисков аварий, аварийных ситуаций, несчастных случаев;
- 5) Повышение лояльности надзорных органов;
- 6) Повышение лояльности общественных организаций;
- 7) Повышение лояльности сотрудников организации и т.д.

Современные основы промышленной безопасности на предприятии

Основываясь на данных документах, можно разработать организационно-правовые основы промышленной безопасности на предприятии в виде некой политики (положения).

Разработанное положение должно иметь статус нормативного документа предприятия, который регламентирует общие положения промышленной безопасности.

Требования, которые устанавливаются положением и другими нормативными документами промышленной безопасности, направлены на:

- 1) обеспечение соответствия деятельности предприятия принятой политике и целям в области промышленной безопасности;
- 2) предупреждение несоответствия деятельности организации законодательным и нормативным требованиям промышленной безопасности, элементам и процедурам промышленной безопасности;
- 3) поддержание состояния аварийности, производственного травматизма, и профессиональной заболеваемости на уровне допустимого риска.

Политика должна соответствовать характеру и масштабу рисков предприятия в области промышленной безопасности. После утверждения подобного положения в области промышленной безопасности руководством предприятия персонал обязан соблюдать его требования.

Выводы

Таким образом, при возрастающей озабоченности государства и других заинтересованных сторон в вопросах безопасности производ-

ства предприятия должны повышать показатели своих результатов в области промышленной безопасности и охраны труда. Исполнение только законодательства не всегда приводит к снижению рисков по промышленной безопасности. Для большей результативности необходимо внедрять структурированную систему менеджмента по охране труда и промышленной безопасности, интегрированную в деятельность предприятия, которая базируется на многолетнем международном опыте и изложена в стандарте OHSAS 18001.

Библиографический список

1. Зеркалов Д.В. Безопасность труда [Электронный ресурс]: Хрестоматия / Д.В. Зеркалов. – Электрон. данные. – К., 2009 г.
2. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»
3. OHSAS 18001:2007. Системы менеджмента профессионального здоровья и безопасности – Требования.
4. The Health and Safety & OHSAS Guide. URL: <http://www.ohsas-18001-occupational-health-and-safety.com/>
5. Ващенко А.Ю. Стандарты серии OHSAS 18000. URL: <http://web.archive.org/web/20110813115159/> <http://www.regcon.ru/jo/images/stories/file/ohsas.pdf>



АВТОРЫ НОМЕРА

Алексеева Екатерина Леонидовна

Директор управления промышленной безопасности
ООО «ВЕЛД», г. Магнитогорск, Челябинская
область, кандидат технических наук

Комлева Елена Владимировна

Технический университет, Дортмунд, Германия

Марков Константин Вячеславович

Начальник отдела обследования гражданских зданий
ООО «ВЕЛД», г. Магнитогорск, Челябинская область

Ницета Андрей Сергеевич

Эксперт отдела обследования гражданских зданий
ООО «ВЕЛД», г. Магнитогорск, Челябинская область

Ницета Сергей Алексеевич

Доцент кафедры промышленных зданий и
строительных конструкций ФГБОУ ВПО
«Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск,
Челябинская область, кандидат технических наук

Орлиогло Никита Александрович

Начальник отдела емкостных объектов
энергетического управления ООО «ВЕЛД»,
г. Магнитогорск, Челябинская область

Пакулев Михаил Валерьевич

Генеральный директор ООО Инженерный Центр
Диагностики и контроля «СоюзТехГаз», г. Челябинск

Пермяков Михаил Борисович

Технический директор ООО «ВЕЛД»,
директор Института строительства, архитектуры
и искусства МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск,
Челябинская область, доцент, кандидат технических
наук, доктор Ph.D

Родионов Игорь Александрович

Эксперт отдела экспертизы промышленной
безопасности ООО Инженерный Центр
Диагностики и контроля «СоюзТехГаз», г. Челябинск

Рыбин Владимир Александрович

Ведущий эксперт по обследованию зданий и
сооружений ООО Инженерный Центр
Диагностики и контроля «СоюзТехГаз»,
г. Челябинск

Спиридонов Артем Александрович

Начальник отдела экспертизы трубопроводного
транспорта энергетического управления
ООО «ВЕЛД», г. Магнитогорск, Челябинская область

Федотов Ярослав Олегович

Начальник отдела экспертизы промышленной
безопасности ООО Инженерный Центр
Диагностики и контроля «СоюзТехГаз»,
г. Челябинск

Хлесткин Антон Юрьевич

Начальник отдела экспертизы зданий и высотных
сооружений ООО «ВЕЛД»,
г. Магнитогорск, Челябинская область

Четверик Николай Павлович

Заместитель директора Центра инноваций
в городском хозяйстве НИУ ВШЭ, г. Москва,
заместитель председателя комитета по
совершенствованию тендерных процедур
и инновационной деятельности НОП, руководитель
направления инновационного развития комиссии
по градостроительной деятельности и ЖКХ
ЦСС ВПП «ЕДИНАЯ РОССИЯ»

Шишкина Наталья Александровна

Инженер управления информационных
технологий ООО «ВЕЛД»,
г. Магнитогорск, Челябинская область

Шульга Степан Николаевич

Начальник отдела экспертизы зданий и сооружений
ОАО «Магнитогорский ГИПРОМЕЗ»,
г. Магнитогорск, Челябинская область

Главный редактор Еремин К.И.
Редактор Шишкина Н.А.
Оператор компьютерной верстки Дружинина Н.С.
Дизайнер Куркина Т.О.
Фото на обложке Горбунов А.Г.
Подготовлено к изданию 30.12.2014 г.

Выпуск 4 (13)
Основан 2011 г.
Издатели АНО НИИ «Промбезопасность»
Регистрация Св-во Эл №ФС77-45511 от 22.06.2011 г.
Адрес редакции г. Магнитогорск, ул. Уральская, д.24
Интернет www.наука-и-безопасность.рф
E-mail redaktor@prom-b.com
Учредители ООО «ВЕЛД»