



новок работает в Индии — не могла не знать, что у них на НПЗ есть процесс, в котором серу добавляют намеренно. И какие материалы там использовались для труб? Я не понимаю, почему они здесь не применили такие материалы вовремя.

Н. Лангерман: Все, что я могу сказать, — это то, что у них была установка десульфуризации, но ее убрали. Завод был построен до того, как специалисты осознали влияние коррозии, вызванной присутствием серы, на строительные материалы. И хотя к 1974 г. мы уже понимали, что можно использовать хромистый сплав 9 Chrome или сталь с высоким содержанием кремния и тем самым избежать коррозии, они решили этого не делать. Не могу ответить за руководство компании Chevron, почему они не стали этого делать, но это не было сделано. Это старый завод, и в США он подпадал под так называемое «дедушкино правило» — он должен был быть построен с соблюдением всех норм на момент его строительства, но собственники не обязаны были его реконструировать для учета новых правил, если только что-нибудь не случится, вот оно и случилось. Это все, что я могу сказать.

Д-р Гарг: Еще одна возможная причина, Нил, — и я думаю, это всем может быть интересно, — из-за повышенных требований к объемам производства, мы теперь живем циклами в 4 года, то есть от одного ремонта до другого проходит 4 года.

В Индии у нас есть НПЗ двух видов: государственные и частные. И государственные НПЗ раз в год останавливаются на ремонт и техобслуживание и за это подвергаются серьезной критике — мол, почему они не могут проводить эти мероприятия раз в 4 года, как это делают частные НПЗ таких компаний, как Reliance. Не знаю, так ли уж хорошо проводить ремонт и обслуживание раз в 4 года. Я имею в виду, что проводят они ремонт и обслуживание на этом НПЗ раз в год, они давно бы уже все поменяли.

Н. Лангерман: Несомненно.

А.В. Москаленко: Коллеги, есть ли еще вопросы? Вопросы нет. Большое спасибо за Ваш доклад.

Н. Лангерман: Прежде чем я уступлю свое место на трибуне, я прошу господина Москаленко подойти сюда сейчас. Подразделение охраны труда и химической безопасности Американского химического общества, в признании того вклада, который вносит эта Конференция в химическую безопасность во всем мире, присудило почетное членство нашему любезному хозяину, и он получает свидетельство о нем вместе с нагрудным знаком — это значок, который можно носить на лацкане. И я хочу заметить, что он первый Почетный член нашего подразделения. Поздравляем!

А.В. Москаленко: Друзья, продолжим. Вы знаете, у нас уже расхожей фразой стало такое высказывание «сопоставление брони и снаряда». Наверное, многие из нас были в Дубае, в Дохе, может быть, в Малайзии. Видим, как люди стремительно строят здания все выше, выше и выше. Есть обратный эффект — мы бурим все глубже, и для этого бурения уходим на более глубокие моря, например. Технологии улучшаются, а вот технологии защиты и технологии спасения, мне кажется, здорово отстают. Мы с вами 2 года подряд обсуждаем трагедию в Мексиканском заливе, ее долго рассматривали. И вот следующий доклад посвящен этой проблеме, проблеме аварий с очень высокими сооружениями. И на трибуну я приглашаю Михаила Фарфеля, ведущего научного сотрудника Центрального научно-исследовательского института строительных конструкций им. В.А. Кучеренко.

Пожар на Останкинской телебашне в 2000 году: техническое состояние конструкций после пожара и приведение их в работоспособное состояние

Фарфель Михаил Иосифович, ведущий научный сотрудник; Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В.А.Кучеренко (Россия)

Соавтор доклада: Гукова Маргарита Ильинична, ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук

М.И. Фарфель: Перед началом своего доклада я хотел бы выразить благодарность организаторам за приглашение принять участие в работе 11-го международного форума по промышленной безопасности.

Останкинская телебашня высотой 540 метров — это самое высокое свободностоящее сооружение в Европе. Почти 10 лет она была самым высоким сооружением в мире. По функциональной технической оснащенности и мощности она и сейчас не имеет себе равных в мире.

Прежде чем начать рассказ о пожаре, я немножечко расскажу о ее конструктивных особенностях. Останкинская телебашня состоит из основных четырех конструктивных частей. Первая — это железобетонная опорная часть, предварительно напряженный железобетонный ствол, металлическая антенная часть. Относительно отметок железобетонная опорная часть простирается до отметки 63 метра, железобетонный ствол — примерно до отметки 385 метров, и антенный ствол — от 385 до 540 метров.

Остановимся сначала на антенном стволе — он состоит из двух составных частей. От отметки 385 до отметки примерно 478 метров он представляет собой три цилиндрических оболочки, которые соединены между собой конусными вставками. Оболочки имеют диаметры от 21 до 16 метров. Толщина стенки оболочки где-то от 30 до 16 метров, верхняя часть — это более тонкие цилиндрические оболочки, самая верхняя из которых имеет диаметр порядка 70 см. Металлический ствол соединен с железобетонным вот в этом месте, это так называемый опорный узел.

Сейчас я немного расскажу о том, как это сделано. Он закреплен к железобетонному стволу с помощью двух узлов, нижнего опорного узла и верхнего. В нижнем опорном узле с помощью кольцевой диафрагмы, которая приварена с одной стороны к металлической оболочке, с другой стороны к закладным деталям, расположенным на железобетонной оболочке, он соединен здесь. Наверху соединение осуществляется вот в этой консольной части с помощью закладных элементов, и они осуществлены на сварке.

Характерная особенность башни — это то, что внутри железобетонного ствола расположена лифтовая шахта, которая простирается от земли до отметки примерно 385 метров. Причем ее особенность заключается в том, что до отметки 63 метра она опирается на землю, а с отметки 63 метра до отметки 385 метров эта лифтовая шахта висит на оболочке башни (Рис. 1). Каким образом это все происходит?

Что представляет собой эта лифтовая шахта — это совокупность вертикальных элементов, которые опираются на фермы, или балки, расположенные вот где-то здесь, через 42 метра сначала, потом через 21 метр и опираются на утолщение в железобетонной оболочке, они подвешены к ней, и получается, что лифтовая шахта висит. Кроме того, через эту лифтовую шахту проходит кабели. Вот наверху есть антенная часть, здесь расположена антенна. По кабелям передается телевизионный сигнал из антенн в передатчики вниз. Они проходят в этой же лифтовой шахте, и как я расскажу дальше, они и явились источником пожара, который произошел в 2000 году.



Пожар у нас случился 27–28 августа 2000 года вследствие замыкания в одном из силовых фильтров, которое случилось примерно на отметке 430–450 метров, и распространялся пожар не как обычно — снизу вверх, а сверху вниз. Ну, если кто-то вспомнит детство и когда, собственно, поджигали линейки, то вот эта расплавленная горящая жидкость спускалась вниз. Здесь произошло то же самое. Дело в том, что оболочка фидерного кабеля была сделана из горючего материала, на тот момент, когда башню строили, порядка 1964–1967 гг., еще таких материалов, как сейчас, не было. Поэтому когда это все загорелось, то горящая оболочка кабеля капала вниз и зажигала все за собой.

Пожар, как вы понимаете, на таких высотных сооружениях потушить очень сложно. С ним боролись около полутора дней, и он достиг отметки примерно 65 метров. Когда мы прибыли на место после пожара, то сотрудники башни нам сказали, что пожар им удалось погасить благодаря водопроводу, который доставлял воду на смотровую площадку и в ресторан «Седьмое небо». Они его просто просверлили, потому что пожарники уже отчаялись, они просто ничего не смогли сделать, потому что туда добраться очень тяжело, сами понимаете, какая высота. Я из своего собственного опыта могу сказать, что подъем на башню без лифта занимает примерно 2 часа, потому что силы организма не выдерживают, примерно метров через 60 нужно отдыхать.

29 августа, когда это все было потушено, появилось распоряжение Госстроя, что для детального обследо-

вания основных несущих конструкций Останкинской башни, а также для выяснения причин возникновения пожара следует создать комиссию. В состав комиссии входило руководство Госстроя России, специалисты нашего института ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, представители МЧС и противопожарные службы Северо-Западного округа Москвы. На выездном заседании Госстроя, которое состоялось после первого осмотра башни, было принято решение возобновить телевизионные трансляции, я, кстати, не сказал, что телевизионные трансляции были прерваны, и вы все это прекрасно помните, примерно 1,5 дня у нас телевидение молчало.

После первого осмотра, на котором, собственно, присутствовал я и сидящая в зале Маргарита Ильинична Гукова, мы выяснили, что техническое состояние башни позволяет включить телевизионные трансляции по временной схеме. Дело в том, что все фидеры были вышедшими из строя, антенны не работали, поэтому на кольцевых площадках, которые были на башне, поставили временные антенны, и в течение 1–2 дней вещание было восстановлено. Мы же, в свою очередь, в течение двух дней в три смены проводили обследование башни на предмет того, чтобы выяснить ее техническое состояние и что с ней делать дальше.

Отчет выпустили буквально через два дня. За это время мы успели посмотреть полностью железобетонный ствол башни, стальные канаты, о которых было очень много пересудов, общая длина которых составляет около 45 километров. Нижнюю часть антенны, потому что сам

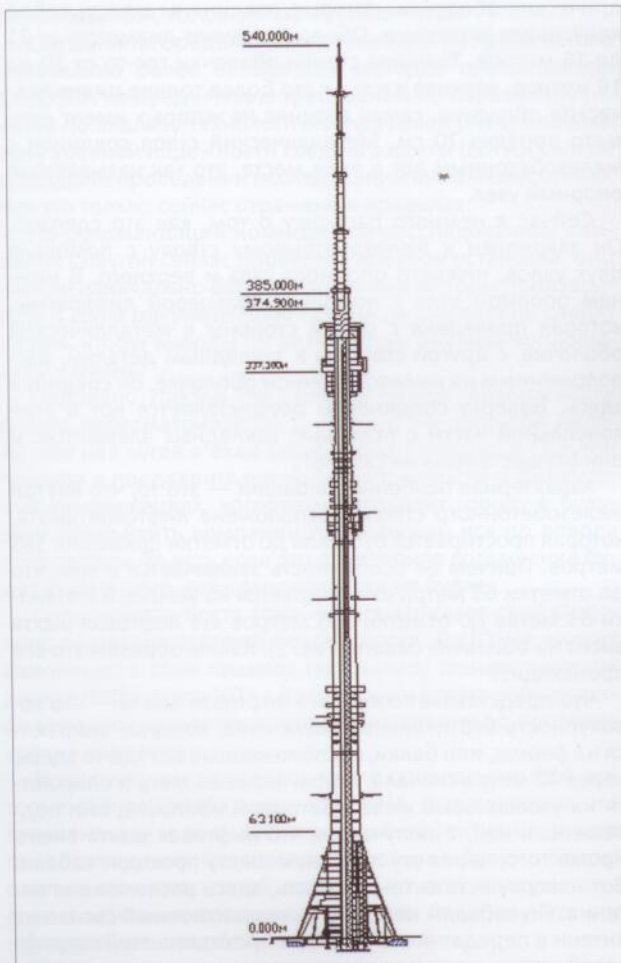


Рис. 1.



Рис. 2.



Рис. 3.



ствол нагрелся до температуры 50 °С и проводить что-то там, пока он не остыл, мы были просто не в состоянии. Поэтому мы осмотрели это все с приблизительно этой отметки, 385, там площадка есть, и до отметки 420. Дальше я покажу фотографии того, в каком состоянии находилась эта башня. Затем мы осмотрели металлические конструкции в эвакуационной лестнице, которая нам и служила путем для обследования, и осмотрели те самые несущие фермы и балки, на которых держалась лифтовая шахта.

Теперь расскажу немного о том, что мы увидели. Первым делом мы осмотрели железобетонный ствол, так как он составляет большую часть башни, видимых трещин и таких серьезных повреждений мы не нашли, за исключением локальных мест повреждения защитного слоя железобетона как раз вот в этой зоне, в зоне опоры металлической части на железобетон. Далее специалистами нашего института были сделаны измерения по определению собственных частот колебаний башни, чтобы мы смогли оценить потерю жесткости конструкции в результате теплового воздействия пожара. На наше счастье, эти изменения были незначительны и частоты упали всего лишь на 2,5 %.

Следующая часть нашего обследования, это было обследование стальных канатов. Здесь все обстояло несколько хуже. Вот фотографии того момента, когда башня горела, ну, а это фотография ночная (Рис. 2).

При осмотре стальных канатов вот что мы обнаружили. (Рис. 3).

На этой фотографии изображена отметка 60 метров, и здесь мы увидели обрывы канатов, то, что они провис-

ли вот такими петлями, а участок с отметки с 67 до 112 метров показал, что из 150 канатов, которые существовали на башне, предварительно напряженными (Рис. 7) оказались всего лишь 28. Определили мы это, за неимением приборов, потому что все это делалось в экстренном порядке, с помощью молотка, такой вот находчивый способ — канат звенит, значит, он цел, канат дребезжит, значит, он лопнул. Кстати, с нами принимал участие на тот момент первый заместитель председателя Госстроя Маслов.

Вот это отметка 112 метров — видите, канаты здесь как бы в виде колец (Рис. 4).

Дальше следующая отметка была 169 метров. Здесь у нас проволоки вышли вообще из сечения канатов, и в некоторых случаях мы видели просто разрушение (Рис. 5).

Та же ситуация была и на отметке 340 и 370 метров. Наши результаты обследования совпали с результатами службы мониторинга Останкинской телебашни, она, на наше счастье, работала, и мы убедились, что мы на правильном пути и видим картину такой, какая она есть.

Чтобы вам было понятно — это схема всех канатов Останкинской телебашни (Рис. 6). Черным цветом обозначены канаты, на которых предварительно напряжение сохранено, обычные — это то, что вышло из строя. На наше счастье, авторы Останкинской башни оказались мудрыми людьми. Это было не единственное армирование, которое присутствовало в башне. Основное все-таки было с телебашни. Это внешнее армирование, оно увеличивало жесткость башни, и мы получали дополнительный запас. Так что то, что канаты разрушились, нас это не особенно огорчило, потому что у нас было время для того, чтобы все это восстановить, и башня продолжала работать, давая телевизионный сигнал, для чего она была создана.

Это табличка сравнения наших результатов с результатами службы мониторинга Останкинской башни (Рис. 7).

Теперь немного пройдемся по остальным конструкциям. Мы обследовали стальные эвакуационные лестницы, здесь было все хорошо. Единственное, что повредился защитный антикоррозионный слой, который вы здесь видите (Рис. 8).

Следующая фотография — это наше обследование того, что случилось с антенным стволом. Мы осмотрели антенный ствол. И какие выводы были сделаны: мы не увидели остаточных пластических деформаций и повреждений в виде складок и местных клапанов, никаких искривлений мы тоже не увидели, мы увидели тотальное повреждение защитного лакокрасочного слоя. Я вам скажу, какая была противопожарная защита в металлическом антенном стволе. Во-первых, он был оцинкован, во-вторых, он был покрыт светлым светоотражающим слоем, достаточно прочным к воздействию пожара краски. Собственно говоря, отметка 374 метра — это как раз отметка нижнего опорного узла металлического ствола к железобетону (Рис. 9). Вы видите, какую картину представляет из себя этот разрушенный антикоррозионный слой.

Это на отметке 385. Это верхний опорный узел (Рис. 10).

Далее я хочу вам рассказать, какие выводы мы сделали по состоянию металла. В первую очередь нам нужно было выяснить, в каком состоянии оказалось цинковое защитное покрытие. Вот вы здесь видите наши исследования. Мы сняли слой краски и увидели, что цинковое защитное покрытие не пострадало. Это позволило нам сделать вывод, что температура пожара или нагрева этой металлической оболочки не превышала 475 °С, тобиш температуру плавления цинка. Слой защитного

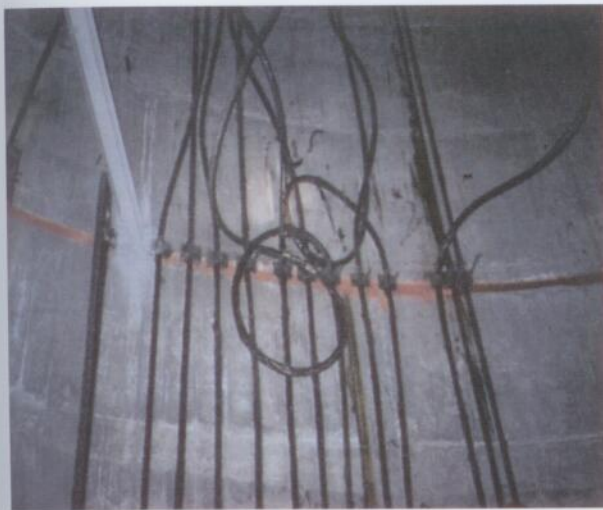


Рис. 4.



Рис. 5.

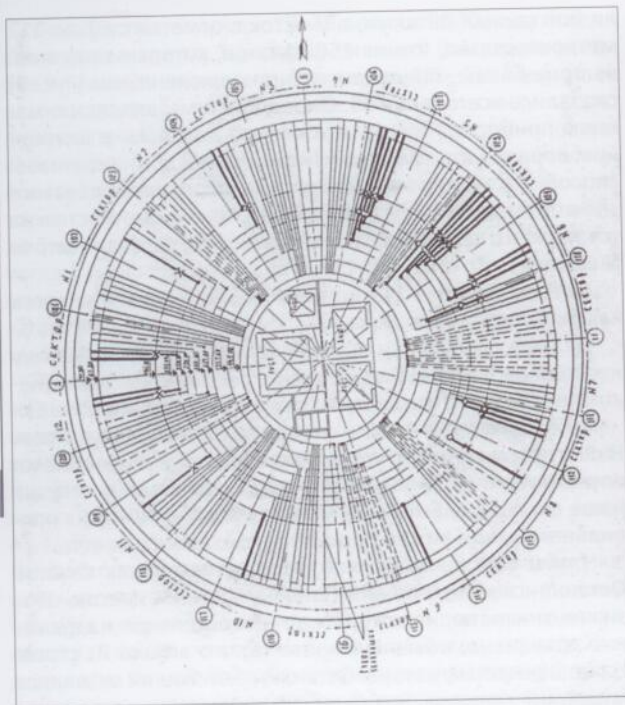


Рис. 6.



Рис. 9.

Таблица 1 –
Результаты осмотра канатов ствoла телебашни

Отметка, м	Количество канатов, шт (по результатам осмотра)		Количество установленных канатов, шт (по данным службы мониторинга)	
	Всего	Хорошо натянутые	Всего	Предварительно напряженные
+ 67.0	150	28	149	29
+ 112.0	150	28	149	29
~ + 196.0	141	21	141	21
+ 238.0	123	11	128	11
+ 370.0	44 (часть периметра)	-	60	1

Рис. 7. Результаты осмотра каналов ствoла телебашни.



Рис. 10.



Рис. 8.

антикоррозионного покрытия тоже практически не разрушился, он только закоптился. Поэтому мы сделали вывод, что температура пожара не превысила 350 °С. Наш вывод подтвердился и после того, как мы взяли пробу металла, провели химический анализ, испытание образцов и спектральный анализ, мы увидели, что структура металла осталась прежней.

Чтобы быть спокойными, остальную часть металлического ствoла мы обследовали с помощью бинокля с хорошим разрешением, начиная с отметки 420 метров, потому что эта отметка была уже выше, чем была отметка начала пожара. Конечно, это обследование было не последнее, оно продолжалось, об этом я расскажу дальше. А для того, чтобы сделать первоначальные выводы, этого было достаточно.

Это более детальный вид опорных узлов, это нижний узел, это верхний (Рис. 11).

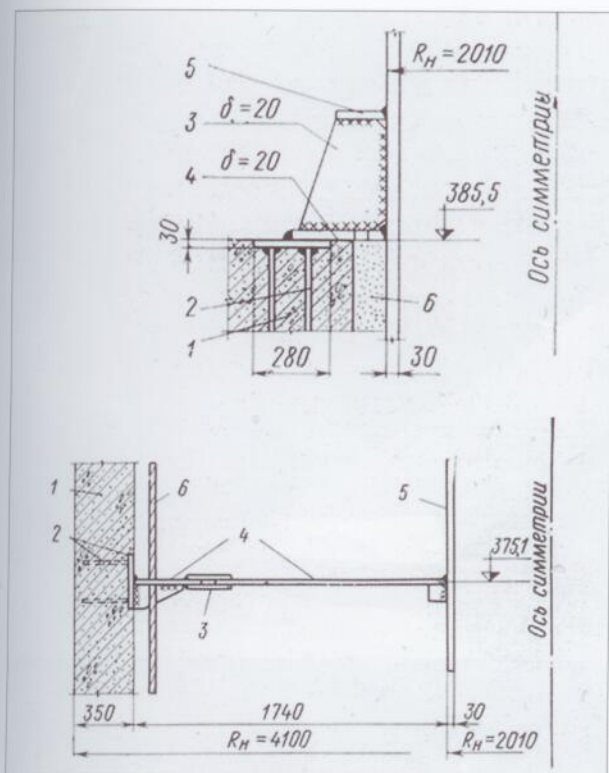


Рис. 11.

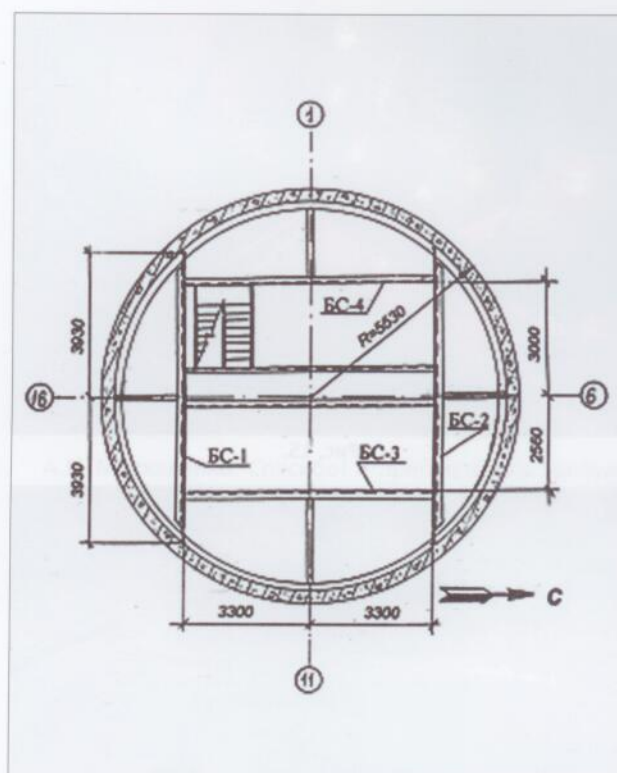


Рис. 13.



Рис. 12.



Рис. 14.

Вот, собственно говоря, вид сварных швов на отметке 374 метра — это присоединение к железобетонной оболочке, это присоединение к металлической оболочке (Рис. 12).

Это разрез, который показывает, как устроена металлическая шахта (Рис. 13). Все держится на этих двух фермах. В них подвешенные подвески, и они раскреплены такими вот вспомогательными балками.

Вот повреждения, которые мы увидели в результате действия пожара, видите, выпучивание стенки балок и разрушение защитного лакокрасочного слоя (Рис. 14).

Это вид шахты уже после восстановления. Как вы видите, канаты все натянуты, все замечательно (Рис. 15).

Это повреждение балок. Как видите, стенка вышла из плоскости (Рис. 16).

А вот это повреждение вертикальных подвесов (Рис. 17). Некоторые повреждения доходили до 5–10 см,

поэтому лифтовую шахту пришлось очень сильно ремонтировать и очень много менять.

Это вид балки после падения лифта на отметке порядка 0 метров, потому что два лифта упало, и как вы знаете, было 3 жертвы (Рис. 18). Сама шахта устроена таким образом, что нужно обеспечить ее совместную работу с железобетонным стволом. Вот эти распорки позволяют деформироваться лифтовой шахте вместе с железобетонной оболочкой (Рис. 19).

А это у нас самая пострадавшая балка (Рис. 19). Тут вы видите значительные изгибно-крутильные деформации. Это вид сверху на отметке 357 метров, это примерно там, где была самая большая температура пожара. А это вид ее сверху (Рис. 20).

Это приямок, это фидерная шахта, в которой для пропуска фидеров сделаны вырезы, по которым, собствен-

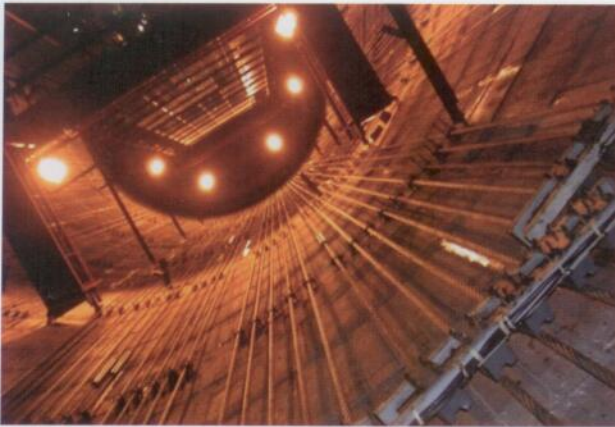


Рис. 15.



Рис. 19.



Рис. 16.



Рис. 20.



Рис. 17.



Рис. 18.



Рис. 21.



Рис. 22.

но, распространение пожара шло, то есть была сильная тяга (Рис. 21).

Все работы, которые мы наметили по ремонту, были выполнены. Я вкратце расскажу об этом.

Во-первых, была восстановлена лифтовая шахта, была сделана гидрофобизация тела башни, отремонтирован защитный слой, все работы приблизительно были выполнены с 2003 по 2008 гг. В 2010 году на радость всем гостям столицы и москвичам открыли смотровую площадку.

Вот как она выглядит сейчас (Рис. 22).

Ну вот и все, спасибо за внимание!

А.В. Москаленко: Вопросы, коллеги! Если позволите, у меня вопрос. Я понимаю, не ваша епархия, но все-таки: а что у пожарных было в арсенале помимо ресторанного водопровода, как они тушили этот пожар?

М.И. Фарфель: Вы знаете, так как я не присутствовал при этом, расскажу со слов главного инженера Останкинской башни. Он говорит, что они вроде бы так рьяно взялись за тушение, а потом смотрят, что ничего не получается, и они просто сели и стали ждать. И получилось, что пожар в итоге потушила сама техническая служба Останкинской башни. А вообще это большая проблема — тушение пожара таких вот высотных зданий. Я знаю, что совсем недавно были пожары на «Сити», и там было очень много проблем на эту тему. В Грозном вообще все сгорело, похоже, вся обшивка. Я думаю, что это исследовательская работа для пожарных организаций.

Вопрос из зала: Уважаемый коллега! Вы, конечно, провели колоссальную работу, особенно когда вы говорили о полутора днях исследований, и дали результат. Это, конечно, вызывает, при том оборудовании, которое вы имели, маленький технический вопрос. Как вы оцени-

ли собственные частоты такого сооружения так быстро и при вашем оборудовании?

М.И. Фарфель: Во-первых, у нас есть собственная лаборатория динамики, и я, собственно, не специалист по динамике, у них есть источники колебаний, и они, забравшись на определенные высоты, определили собственные частоты и формы колебаний.

А.В. Москаленко: Давайте еще раз поблагодарим, это был последний вопрос. Спасибо большое за доклад! В общем, все на башне безопасно.

М.И. Фарфель: Да, безопасно, единственное, что у нас осталось не восстановленным, это знаменитый ресторан «Седьмое небо». Там все упирается в инвесторов. Они никак не решатся.

А.В. Москаленко: Спасибо! Я приглашаю на трибуну Александра Евгеньевича Волкова, Профессиональный союз работников нефтяной и газовой промышленности и строительства.

Трагедия с плавучей буровой платформой «Кольская»

Волков Александр Евгеньевич, заведующий отделом охраны труда, здоровья и экологии, главный технический инспектор труда профсоюзов; Профессиональный союз работников нефтяной, газовой отраслей промышленности и строительства (Россия)

А.Е. Волков: Добрый день, уважаемые коллеги! Понятно, что вы устали, но мы сейчас немножко отвлечемся и поговорим, конечно, о тех проблемах, которые существуют, они копят, потому что с одной стороны несовершенство нашего законодательства, с другой стороны у нас несогласованность органов государственного контроля и надзора. Проблемы множатся, вы сегодня были свидетелями того, что был принят 22-ФЗ — это изменения и дополнения к закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Говорилось о проблемах, проблемы большие, и не обо всех этих проблемах было сказано. У нас множество объектов 1-го и 2-го классов опасности, по первому классу — около 2500 объектов, по второму классу — 13 тыс. объектов. Это те, которые подвергаются постоянному контролю со стороны органов Ростехнадзора. Плюс к этому, если объекты расположены в арктической зоне, если они расположены в особо уникальных охраняемых объектах, таких как озеро Байкал, если у них на этих объектах добывается сырье с содержанием сероводорода, о котором мы только сейчас слышали, свыше 6 % объема, они тоже автоматически должны переквалифицироваться в 1-й и 2-й классы опасности.

У нас столько инспекторов нет. Кто будет их контролировать? Все эти вопросы возникают только тогда, когда уже принимаются какие-то нормативные или законодательные акты. Давайте поговорим о тех проблемах, которые высветила авария в Охотском море.

Сначала посмотрим короткий фильм, а я потом подробнее расскажу.

Идет трансляция видеозаписи.

Уважаемые коллеги, вы просмотрели вот этот анимационный фильм, которых характеризует ту обстановку, которая была. На этом слайде вы прекрасно видите платформу «Кольская», она сфотографирована в порту Мурманска, это перед выходом на Магадан (Рис. 1), как раз на те мероприятия, которые закончились трагически. Вот ее фотография, видны ее опоры.