

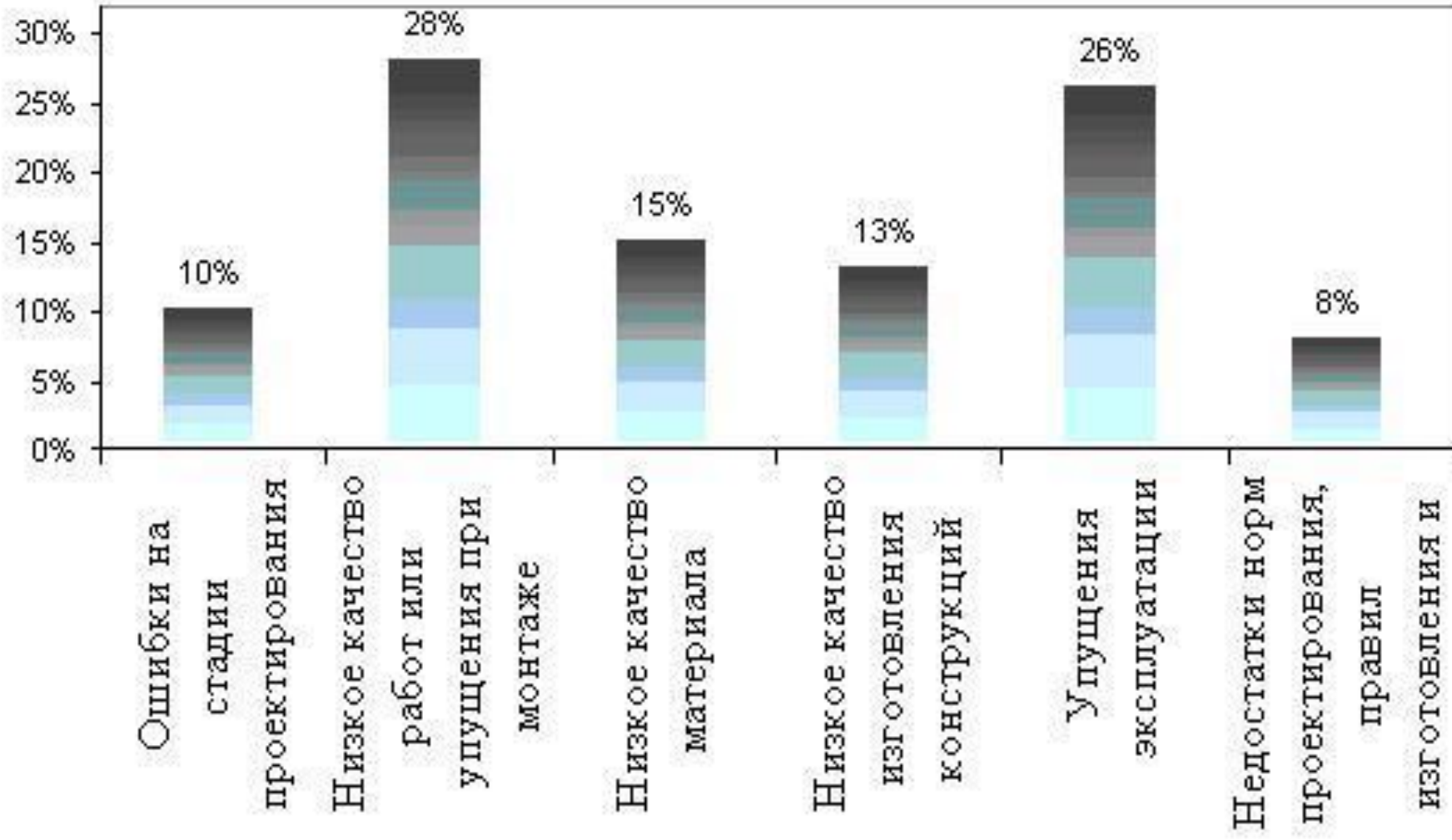
АВАРИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Дублин Юрий Владимирович
к.т.н., доцент СПб ГПУ

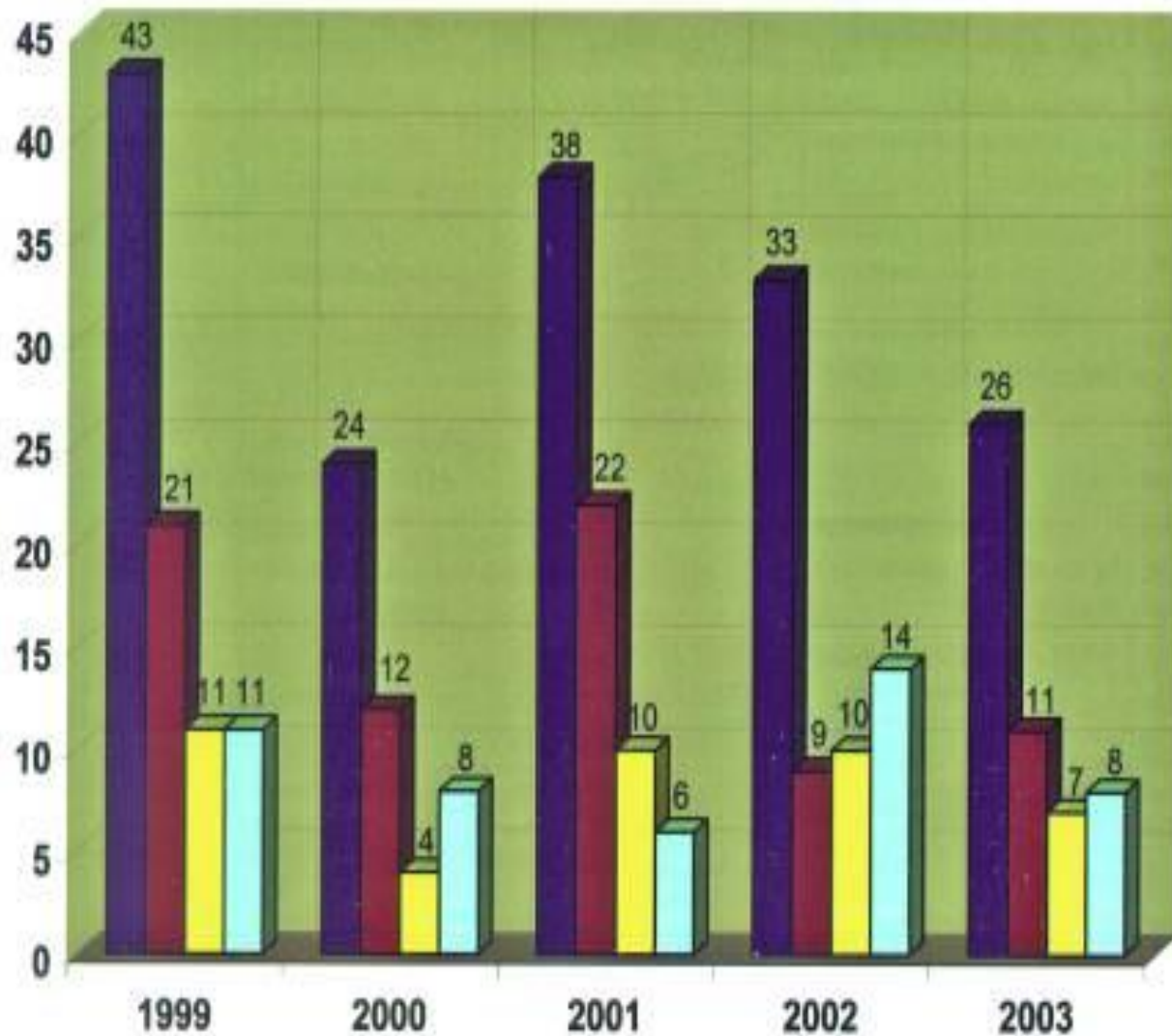
Строительная отрасль, как и любая другая отрасль промышленности, характеризуется наличием аварийных ситуаций. Статистика показывает, что 80% строительных аварий с обрушением несущих конструкций объектов происходит в результате человеческих ошибок, допущенных при проектировании, возведении и эксплуатации зданий и сооружений. Эти ошибки формируют внутренний риск аварии, от величины которого зависит не только срок службы объекта, но и размер ущерба в случае его аварии.

КЛАССИФИКАЦИЯ АВАРИЙ

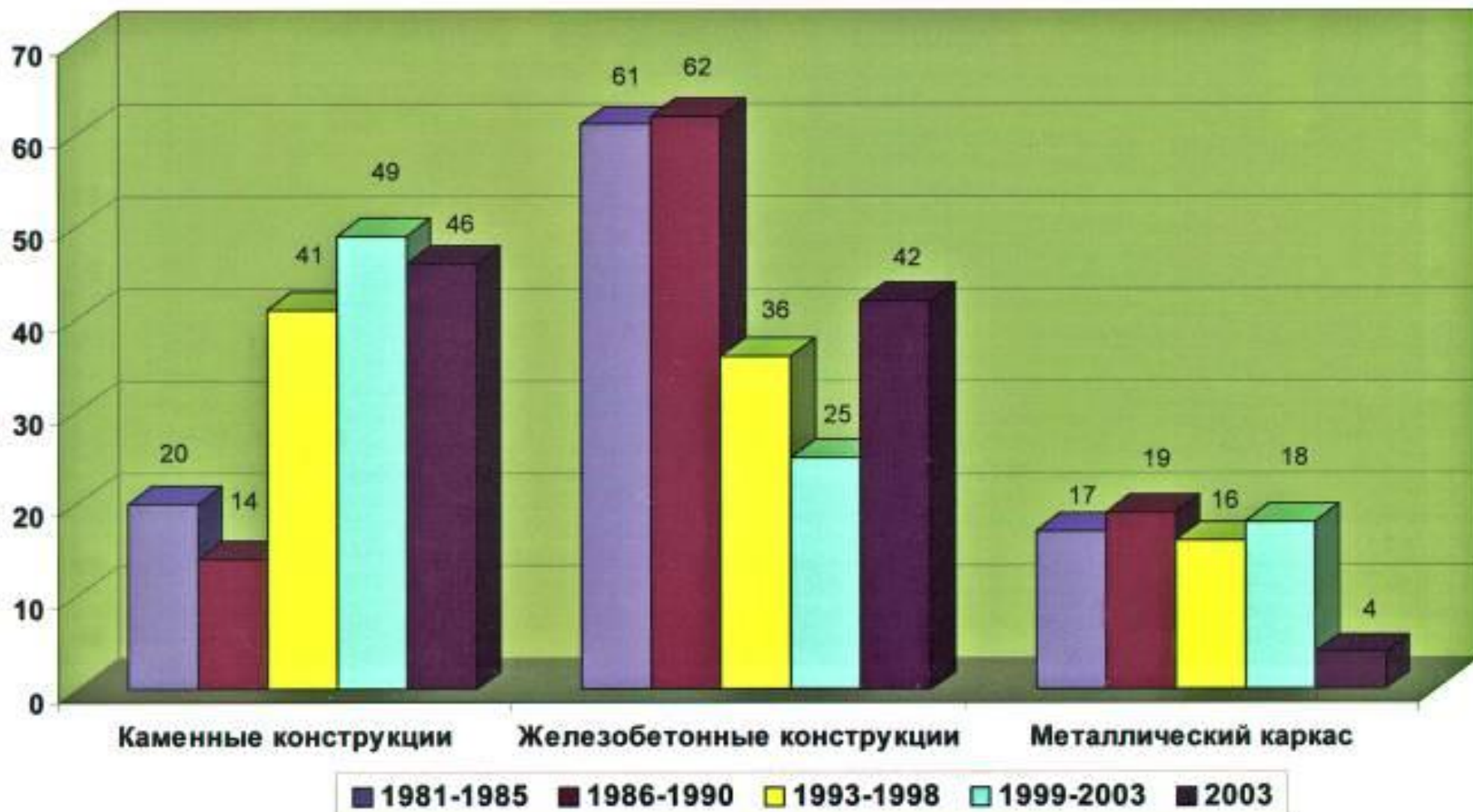
- вызванные дефектами, связанными с ошибками проектирования;
- вызванные дефектами, возникшими в процессе производства работ;
- вызванные дефектами, связанными с эксплуатацией;
- вызванные недостаточно изученными условиями работы и свойствами применяемых материалов.



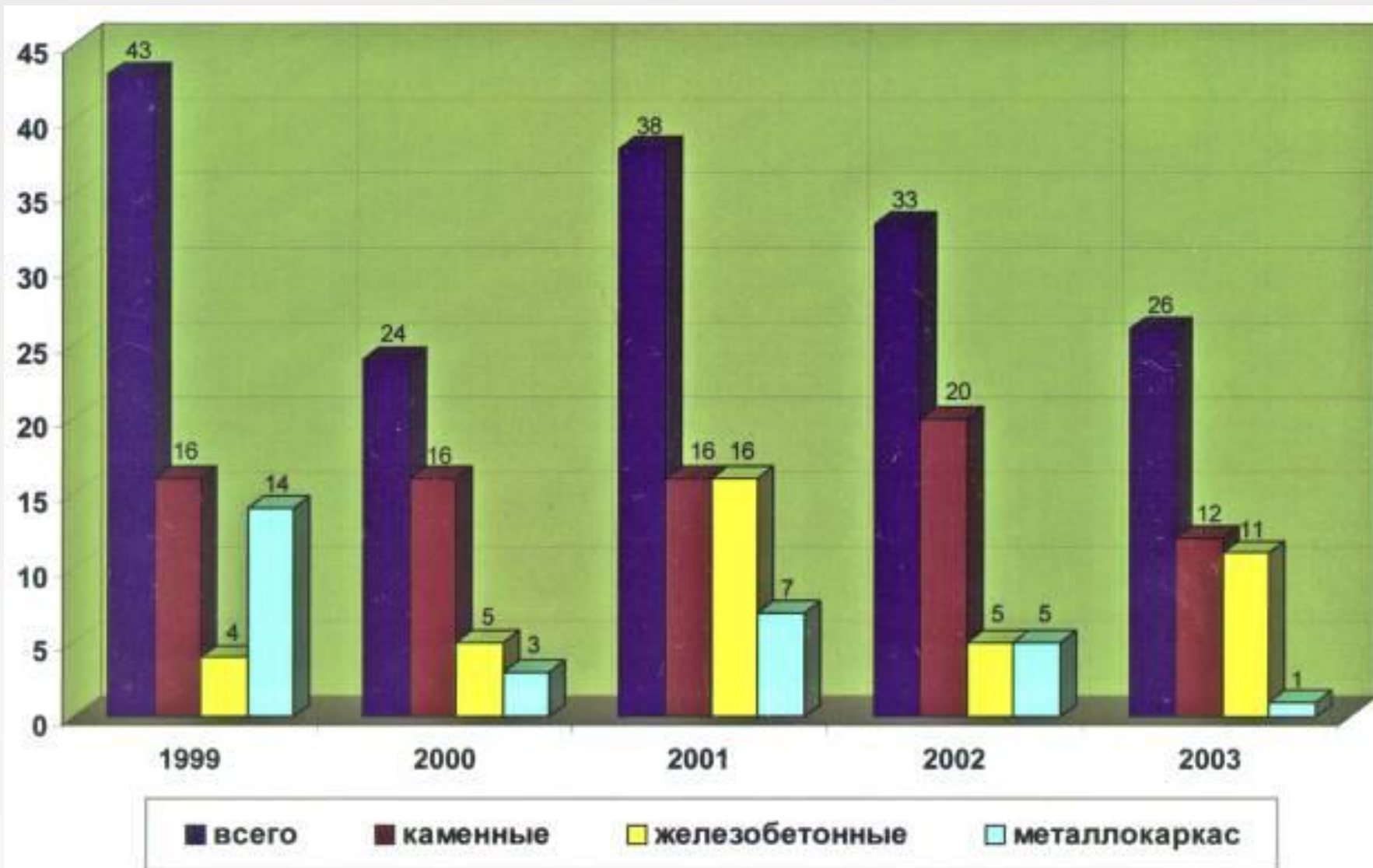
Количество аварий, произошедших на территории Российской Федерации за период 1999-2003 г.г.



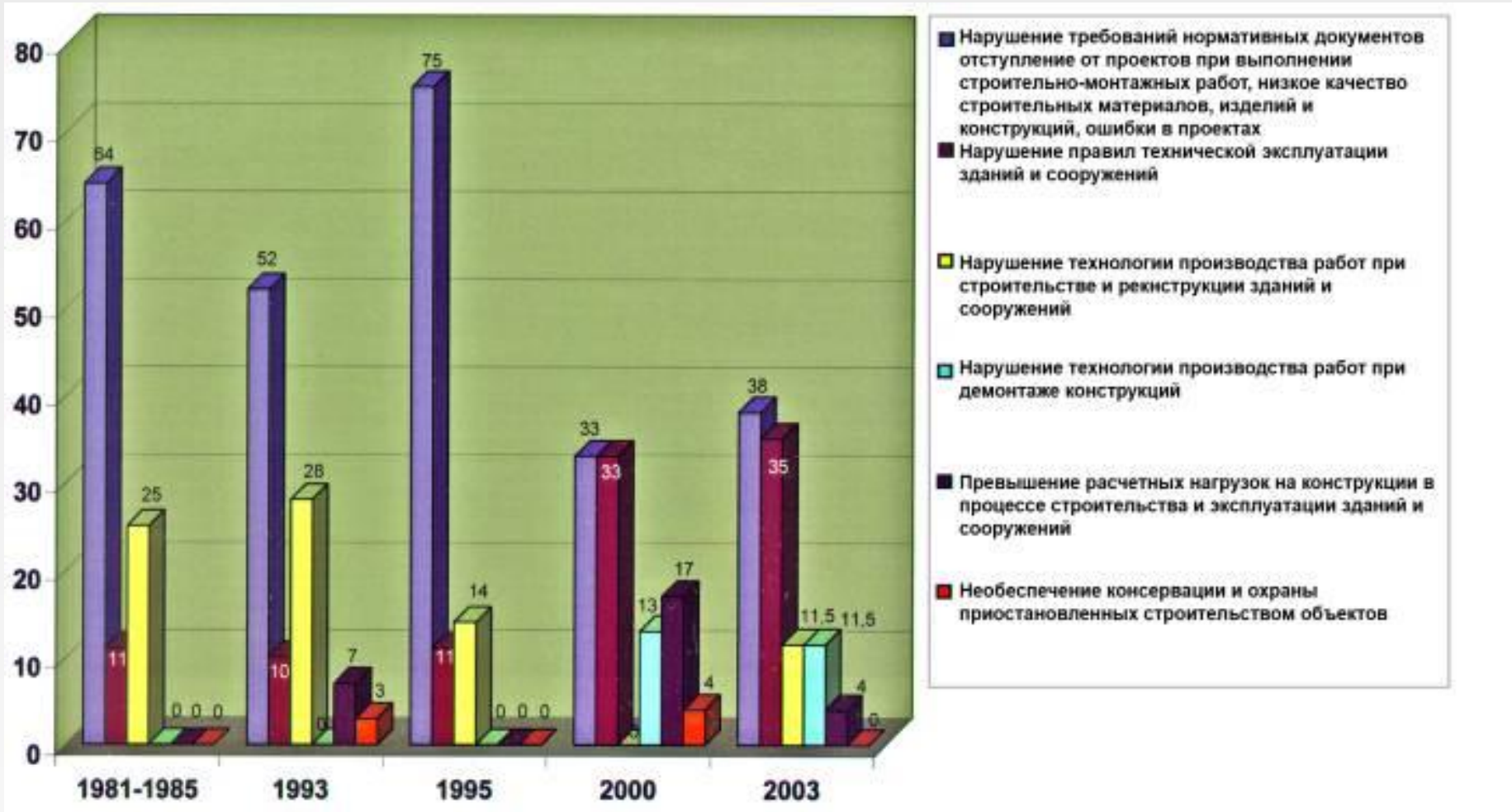
Аварии зданий и сооружений в различных конструктивных решениях, произошедшие за период 1981-2003 г.г.(в % к общему количеству аварий)



Аварии зданий и сооружений в различных конструктивных решениях, произошедшие за период 1999-2003 г.г.



Динамика изменения причин аварий (в % к их общему количеству)



Распределение аварий, произошедших в 2003 году, по основным причинам их возникновения



ЦНИИПРОМЗДАНИЙ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ НАДЁЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПО ВНЕШНИМ ПРИЗНАКАМ

МОСКВА 2001 г.

Изложена методика - для быстрой оценки надежности стальных, железобетонных, каменных и деревянных конструкций на основе имеющихся в них повреждений и дефектов, а также оценка технического состояния зданий или сооружений по состоянию отдельных конструкций.

Повреждения в конструкции разделяются в зависимости от причин их возникновения на две группы: от силовых воздействий и от воздействия внешней среды. Последняя группа повреждений снижает не только прочность конструкции, но и уменьшает ее долговечность.

В зависимости от имеющейся поврежденности и надежности, техническое состояние конструкций разделяется на 5 категорий: нормальное, удовлетворительное, не совсем удовлетворительное, неудовлетворительное, аварийное.

При оценке величин повреждений учитывают их максимальную величину, так как авария здания или сооружения обычно происходит из-за наличия критического дефекта в отдельно взятой конструкции.

Коэффициенты значимости конструкций устанавливаются на основании экспертных оценок, учитывающих социально-экономические последствия разрушения отдельных видов конструкций, характера разрушения (разрушение с предварительным оповещением посредством развития пластических деформаций или мгновенное хрупкое разрушение). При отсутствии данных коэффициенты значимости α_i принимаются: для плит и панелей перекрытия и покрытия $\alpha = 2$, для балок $\alpha = 4$, для ферм $\alpha = 7$, для колонн $\alpha = 8$, для несущих стен и фундаментов $\alpha = 3$, для прочих строительных конструкций $\alpha = 2$.

КАТЕГОРИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Таблица 1

Категория технического состояния	Описание технического состояния	Относительная надежность $y = \gamma/\gamma_0$	Поврежденность $\varepsilon = 1 - y$	Стоимость ремонта С, %
1	2	3	4	5
1	Нормальное исправное состояние. Отсутствуют видимые повреждения. Выполняются все требования действующих норм и проектной документации. Необходимости в ремонтных работах нет.	1	0	0
2	Удовлетворительное работоспособное состояние. Несущая способность конструкций обеспечена, требования норм по предельным состояниям II группы и долговечности могут быть нарушены, но обеспечиваются нормальные условия эксплуатации. Требуется устройство антикоррозийного покрытия, устранение мелких повреждений.	0,95	0,05	0 - 11
3	Не совсем удовлетворительное, ограниченно работоспособное состояние. Существующие повреждения свидетельствуют о снижении несущей способности. Для продолжения нормальной эксплуатации требуется ремонт по устранению поврежденных конструкций.	0,85	0,15	12 - 36
4	Неудовлетворительное, (неработоспособное) состояние. Существующие повреждения свидетельствуют о непригодности к эксплуатации конструкций. Требуется капитальный ремонт с усилением конструкций. До проведения усиления необходимо ограничение действующих нагрузок. Эксплуатация возможна только после ремонта и усиления.	0,75	0,25	37 - 90
5	Аварийное состояние. Существующие повреждения свидетельствуют о возможности обрушения конструкций. Требуется немедленная разгрузка конструкции и устройство временных креплений, стоек, подпорок, ограждений опасной зоны. Ремонт в основном проводится с заменой аварийных конструкций.	0,65	0,35	91 - 130

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ВНЕШНИМ ПРИЗНАКАМ

Таблица 2

Категория состояния конструкции	Признаки силовых воздействий на конструкцию	Признаки воздействия внешней среды на конструкцию
1	Нет	Нет
2	Нет	Местами разрушено антикоррозионное покрытие. На отдельных участках коррозия отдельными пятнами с поражением до 5 % сечения. Местные погнутости от ударов транспортных средств и другие повреждения, приводящие к ослаблению сечения до 5 %.
3	Прогибы изгибаемых элементов превышают 1/150 пролета.	Пластинчатая ржавчина с уменьшением площади сечения несущих элементов до 15 %. Местные погнутости от ударов транспортных средств и другие механические повреждения, приводящие к ослаблению сечения до 15 %. Погнутость узловых фасонок ферм.
4	Прогибы изгибаемых элементов более 1/75 пролета. Потеря местной устойчивости конструкций (выпучивание стенок и поясов балок и колонн). Срез отдельных болтов или заклепок в многоболтовых соединениях. Наличие трещин во второстепенных элементах.	Коррозия с уменьшением расчетного сечения несущих элементов до 25 %. Трещины в сварных швах или околошовной зоне. Механические повреждения, приводящие к ослаблению сечения до 25 %. Отклонения ферм от вертикальной плоскости более 15 мм. Расстройство узловых соединений от проворачивания болтов или заклепок.
5	Прогибы изгибаемых элементов более 1/50 пролета. Потеря общей устойчивости балок или сжатых элементов. Разрыв растянутых элементов ферм. Наличие трещин в основном материале элементов.	Коррозия с уменьшением расчетного сечения несущих элементов более 25 %. Расстройство стыков со взаимным смещением опор.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ВНЕШНИМ ПРИЗНАКАМ

Таблица 3

Категория состояния конструкции	Признаки силовых воздействий на конструкцию	Признаки воздействия внешней среды на конструкцию
1	Волосяные трещины (до 0,1 мм).	Имеются отдельные раковины, выбоины.
2	Трещины в растянутой зоне бетона не превышают 0,3 мм.	На отдельных участках с малой величиной защитного слоя проступают следы коррозии распределительной арматуры или хомутов. Шелушение ребер конструкций. На поверхности бетона мокрые или масляные пятна, изменение цвета бетона.
3	Трещины в растянутой зоне бетона до 0,5 мм.	Продольные трещины в бетоне вдоль арматурных стержней от коррозии арматуры. Коррозия арматуры до 10 % площади стержней. Бетон в растянутой зоне на глубине защитного слоя между стержнями арматуры легко крошится. Снижение прочности бетона до 20 %.
4	Ширина раскрытия нормальных трещин в балках не более 1 мм и протяженность трещин более 3/4 высоты балки. Сквозные нормальные трещины в колоннах не более 0,5 мм. Прогибы изгибаемых элементов более 1/75 пролета.	Отслоение защитного слоя бетона и оголение арматуры. Коррозия арматуры до 15 %. Снижение прочности бетона до 30 %.
5	Ширина раскрытия нормальных трещин в балках более 1 мм при протяженности трещин более 3/4 их высоты. Косые трещины, пересекающие опорную зону и зону анкеровки растянутой арматуры балок. Сквозные наклонные трещины в сжатых элементах. Хлопающие трещины в конструкциях, испытывающих знакопеременные воздействия. Выпучивание арматуры в сжатой зоне колонн. Разрыв отдельных стержней рабочей арматуры в растянутой зоне, разрыв хомутов в зоне наклонной трещины. Раздробление бетона в сжатой зоне. Прогибы изгибаемых элементов более 1/50 пролета при наличии трещин в растянутой зоне более 0,5 мм.	Оголение всего диаметра арматуры стержня. Коррозия арматуры более 15 % сечения. Снижение прочности бетона более 30 %. Расстройство стыков.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ВНЕШНИМ ПРИЗНАКАМ

Таблица 4

Категория состояния конструкции	Признаки силовых воздействий на конструкцию	Признаки воздействия внешней среды на конструкцию
1	Трещины в отдельных кирпичах, не пересекающие растворные швы.	Нет
2	Волосные трещины, пересекающие не более двух рядов кладки (длиной 15 - 18 см).	Выветривание раствора швов до 1 см.
3	Трещины, при пересечении не более четырех рядов кладки.	Размораживание и выветривание кладки, отслоение облицовки на глубину до 15 % толщины.
4	Вертикальные и косые трещины в несущих стенах на высоту более четырех рядов кладки. Образование вертикальных трещин между продольными и поперечными стенами, разрывы или выдергивание отдельных стальных связей и анкеров крепления стен к колоннам и перекрытиям. Местное (краевое) повреждение кладки на глубину до 2 см под опорами ферм, балок и перемычек в виде трещин и лещадок; вертикальные трещины по концам опор, пересекающие не более трех рядов кладки	Размораживание и выветривание кладки, отслоение облицовки на глубину до 25 % толщины. Наклоны и выпучивание стен и фундаментов в пределах этажа не более чем на 1/6 их толщины. Смещение плит перекрытий на опорах не более 1/5 глубины заделки, но не более 2 см.
5	Вертикальные и косые трещины в несущих стенах и столбах на высоту всей стены. Отрыв продольных стен от поперечных в местах их пересечения, разрывы или выдергивание стальных связей и анкеров, крепящих стены к колоннам и перекрытиям. Повреждение кладки под опорами ферм, балок и перемычек в виде трещин, раздробления камня, образование вертикальных или косых трещин, пересекающих более трех рядов кладки, в месте примыкания пилястры к стене	Размораживание и выветривание кладки на глубину до 40 % толщины. Наклоны и выпучивание стен в пределах этажа на 1/3 их толщины и более, смещение (сдвиг) стен, столбов и фундаментов по горизонтальным швам. Смещение плит перекрытий на опорах более 1/5 глубины заделки в стене. Полная потеря прочности раствора (раствор легко разбирается руками).

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ВНЕШНИМ ПРИЗНАКАМ

Таблица 5

Категория состояния конструкции	Признаки силовых воздействий на конструкцию	Признаки воздействия внешней среды на конструкцию
1	Нет	Волосные усадочные трещины в конструкциях
2	Ослабление креплений отдельных болтов, хомутов, скоб	Большие щели между досками наката и балками перекрытия
3	Продольные трещины в конструкциях. Сдвиги и отслоения в швах и в узлах конструкций заметные на глаз. Прогибы изгибаемых элементов превышают предельные значения СНиП II-26-80	Следы протечек, мокрые пятна в конструкциях. Гниль в мауэрлате и в концах стропильных ног, снижающая прочность до 15 %
4	Глубокие трещины в элементах. Трещины, в работающих на скалывание торцах по ширине более 25 % от толщины элемента. Сильное обмятие и зазоры более 3 мм в рабочих поверхностях врубок. Смятие древесины вдоль волокон по линии болтов и нагелей на 1/2 их диаметра. Потеря местной устойчивости элементов конструкций. Прогибы изгибаемых элементов более 1/75 пролета	Гниль в местах заделки балок в наружные стены. Гниль в мауэрлате, стропилах, обрешетке, накате, снижающая прочность до 25 %
5	Прогибы изгибаемых элементов более 1/50 пролета. Быстроразвивающиеся деформации. Сквозные трещины в накладках стыков по линии болтов ферм. Трещины в растянутых элементах, выходящие на кромки. Надломы и разрушения отдельных конструкций. Скалывание врубок. Потеря устойчивости конструкций (поясов ферм, арок, колонн)	Поражение гнилью и жучком строительных конструкций, приводящее к снижению их прочности более 25 %





26 февраля 2007 года. На одной из улиц на севере гватемальской столицы произошел обвал почвы - в разверзнувшуюся пропасть провалились до 20 жилых зданий, несколько автомобилей





«Образовавшаяся пропасть имеет 20 метров в ширину и 150 - в длину. В настоящий момент ее глубина равняется 150 метрам







Обрушение перекрытия строящегося паркинга в
Москве











В ночь на понедельник, 16 марта 2009 , в микрорайоне Вильнюса Шяшкинес обвалилась стена торгового центра. ЧП произошло около часа ночи. С пятиметровой высоты упала бетонная терраса и развалилась часть стены. Пострадавших удалось избежать только из-за времени суток - днем в этих павильонах идет оживленная торговля. Здание постройки 1980 года, не ремонтировалось.



По рассказам местных жителей, власти давно были предупреждены, что здания в аварийном состоянии: бетонные перекрытия в трещинах, а арматура разъедена коррозией



ИА REGNUM



19 октября 2009 г., в Антраците (Украина) произошло обрушение подъезда 2-этажного жилого дома. Жертв и пострадавших нет. В результате обрушения частично разрушено 4 квартиры, в которых проживали 7 человек.





На стадионе американского города Ростравер в штате Пенсильвания во время хоккейного матча произошло частичное обрушение крыши стадиона (5 тыс. зрителей)







Здание коммерческого центра (8 эт.), где проводились отделочные работы, располагалось рядом с отелем Ramada Continental Hotel в районе Абу-Хейл. Рабочие, находившиеся на площадке, заподозрили неладное около 15.00, когда здание начало трясти. Вскоре на первых этажах из окон начали вылетать стекла и до коробки пробежали трещины.



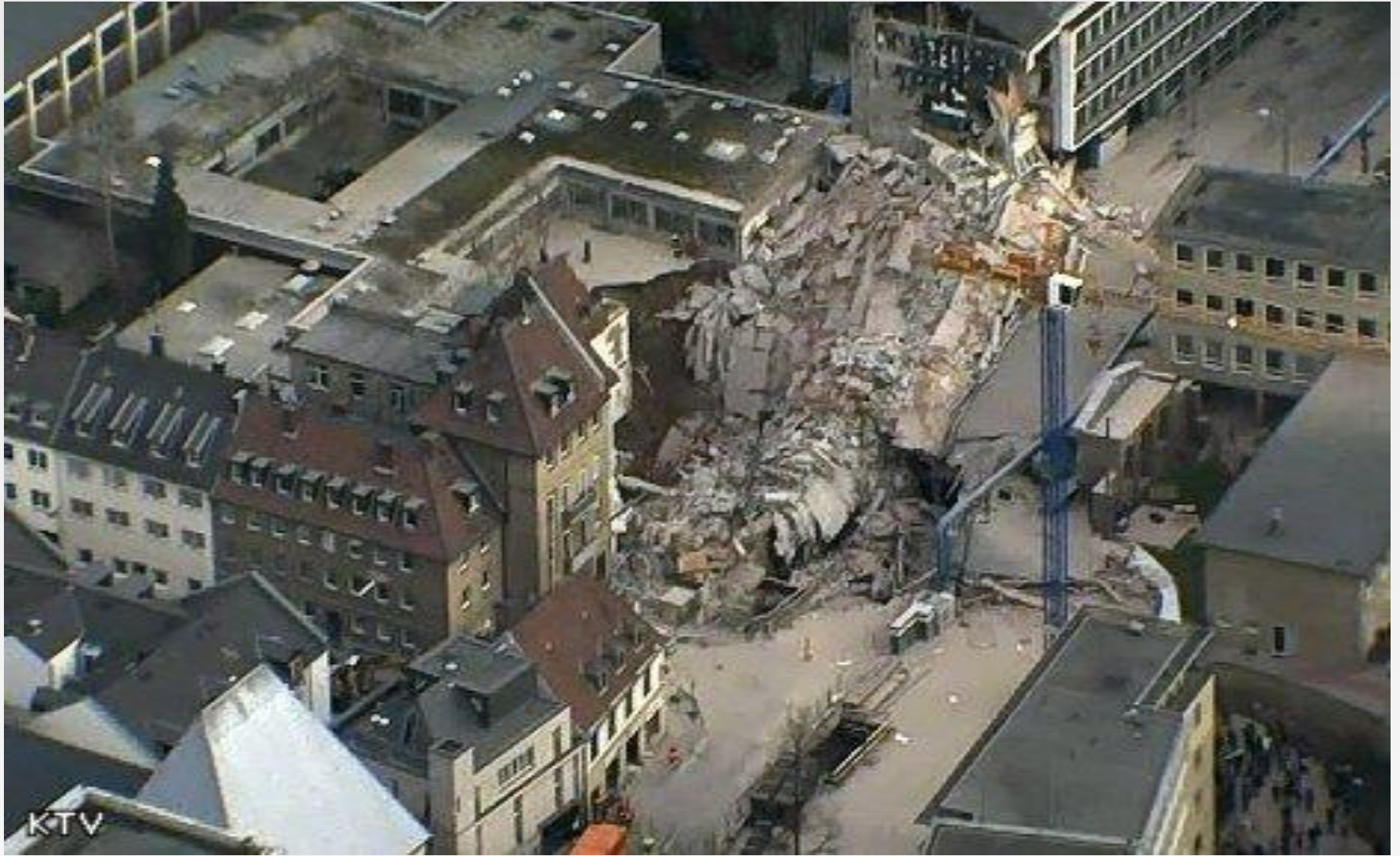
На месте обрушения нескольких этажей в гостинице Son Moll на Майорке спасатели извлекли из-под обломков тела двух рабочих. Верхние этажи 9-этажной гостиницы обрушились во вторник, 16 декабря 2008 г., около 9 утра по местному времени. В момент аварии в здании не было ни туристов, ни персонала: гостиница находилась на реконструкции, и внутри были только рабочие.



Разрушение 9-ти этажного
жилого дома в Смоленске.
Дом заселён.



Частичное обрушение жилого дома в городе Выборг Ленинградской области произошло из-за перепланировки внутреннего помещения здания, проведенной жильцами без согласования.



Бывшее здание городского архива рухнуло 3 марта в немецком Кельне. В момент обрушения в нем, вероятно, находились люди.



KTV



KTV



KTV





KTV



16 марта 2010 года рано утром на проспекте Правды в центре Харькова обвалилось здание, примыкающее к гостинице «Харьков».





15.02.2010. Иркутск. Обрушение плиты перекрытия.

Этот дом, как и большинство других в Университетском, был сдан 15 лет назад. Жители не исключают, что в непростые 90-е годы брак в производстве панелей был не такой уж и редкостью. Строители могли и не знать о дефекте в плите.





23 марта 2010 г. около 13:00 фасадная стена Одесского механического завода (улица комитетская), построенного в 1946 году, обрушилась на автомобильную стоянку кооператива «Автомобилист».







Обрушение крыши железобетонного подземного резервуара №49 емкостью 10000м3 на ПНБ "Грушовая" ОАО "Черномортранснефть"



Обрушение подпорной стенки эксплуатационной дороги газопровода "Россия-Турция" (в районе ст.Северской)



18.02.2004, 08:52:08 "Трансвааль Парк« Москва

Аварии гидротехнических сооружений







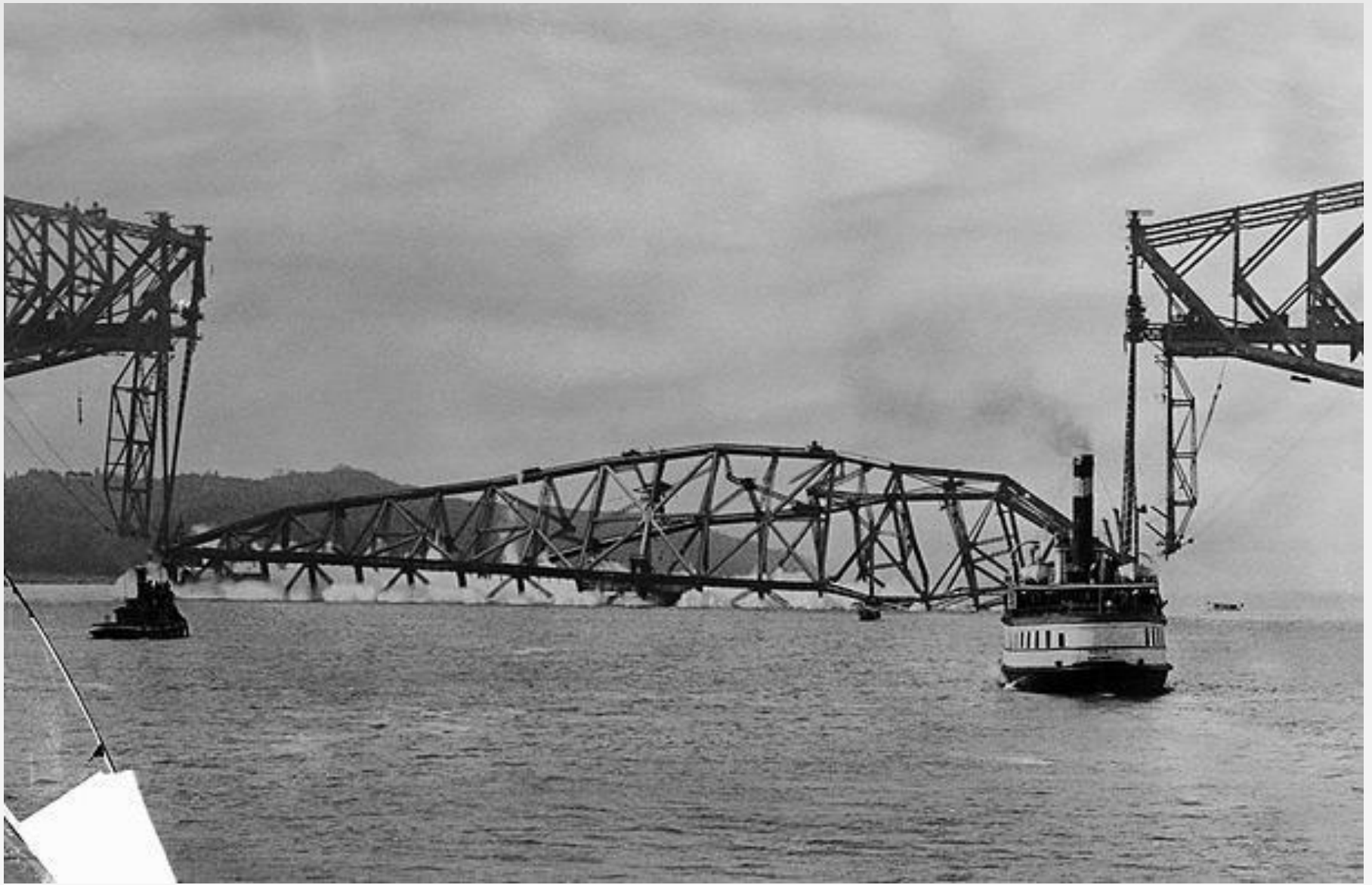








АВАРИИ МОСТОВ



11 сентября, 1916. Мост Квебек(Канада)

Это не первое разрушение этого моста. В первый раз трагедия произошла в 1907 году. Погибло: 95 человек(за обе трагедии)



15 декабря, 1967. Мост Сильвер(США). Погибло: 46 человек.



28 июня, 1983. Мост Мианиус(Коннектикут, США). Погибло: 3 человек



7 ноября, 2005. Испания. Погибло: 6 человек



2 августа, 2007 года. Миннеаполис(США).



Хакасия, 08 сентября 2008, 13:49 — На федеральной трассе "Кавказ" рухнул мост через реку Аргун (постройки 1959 года)



12 июля 2007 года в столице Индии рухнул строящийся метроост





lj.mginet.ru

Мост висячий (вантовый) трех-пролетный. Общая длина 1662 м, средний пролет 854 м, два боковых — по 335 м, береговой— 137 м, ширина моста 11,9 м. Мост подвешен на двух стальных канатах \varnothing 438 мм каждый. Стрела провеса 70,66 м. Пилоны стальные на бетонных быках. Мост имел очень малую высоту балки жесткости — 2,44 м, что составляло 1/100 пролета, и в связи с этим был подвержен сильным колебаниям.



lj.mginet.ru



Аварийные разрушения памятников архитектуры



Тбилиси, 19 ноября 2009 г. В полночь обвалилась армянская церковь Сурб Геворг, называемая в народе Мугнецоц.



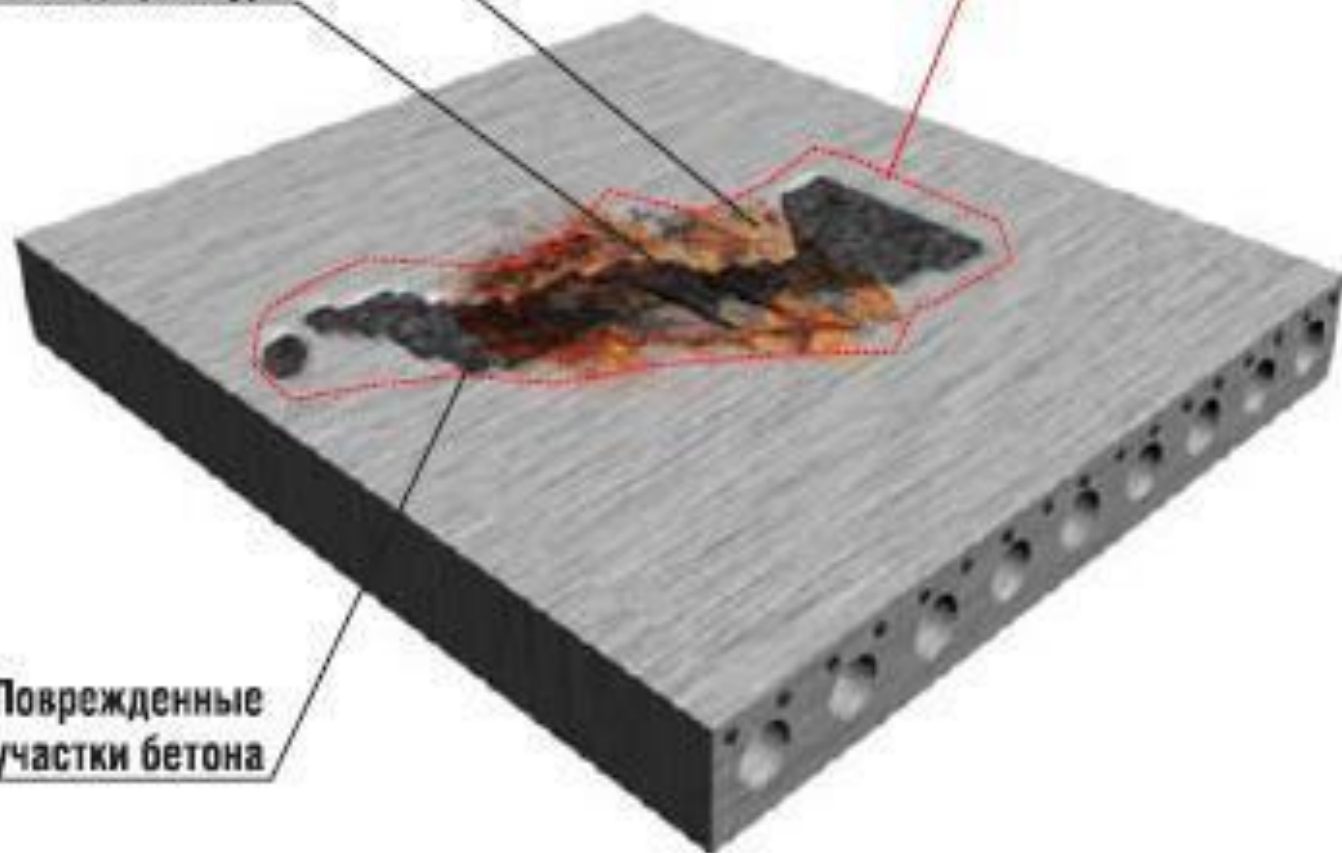
ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Грязь, ржавчина

Выход арматуры

Участки бетона,
подлежащие удалению

Поврежденные
участки бетона



Подготовленная поверхность



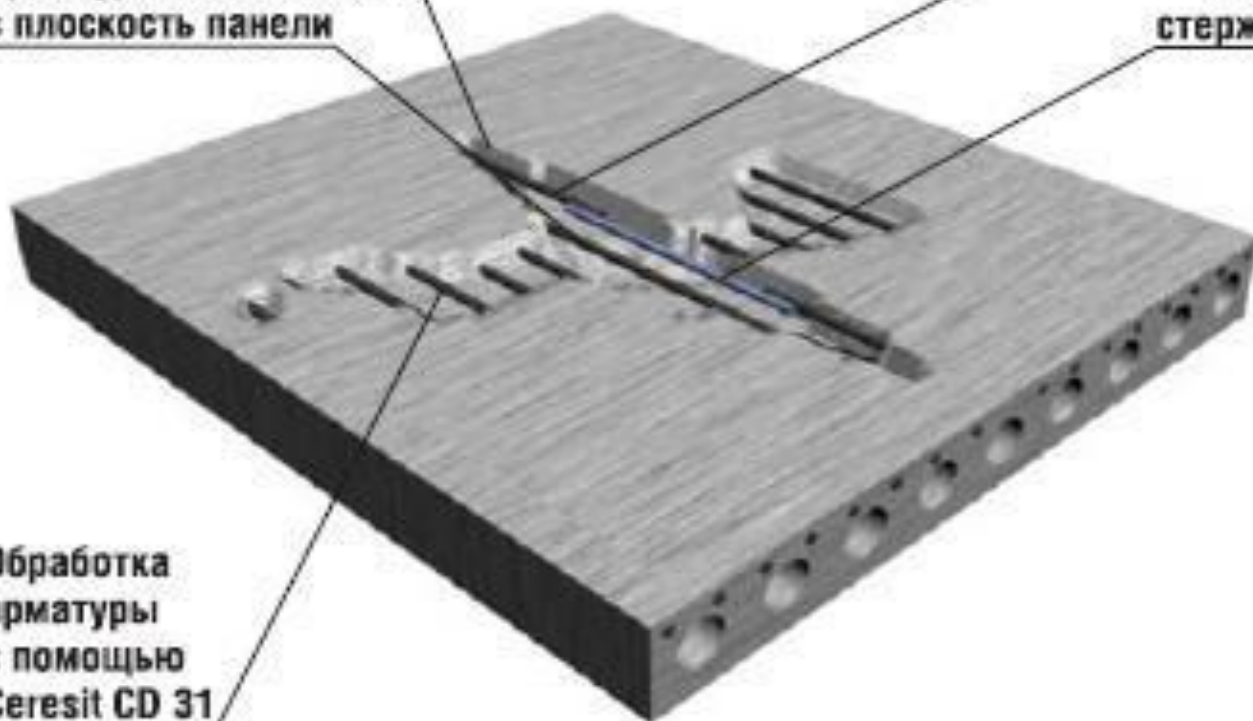
Углубление в бетоне по стержню арматуры

Арматура, вдавленная в плоскость панели

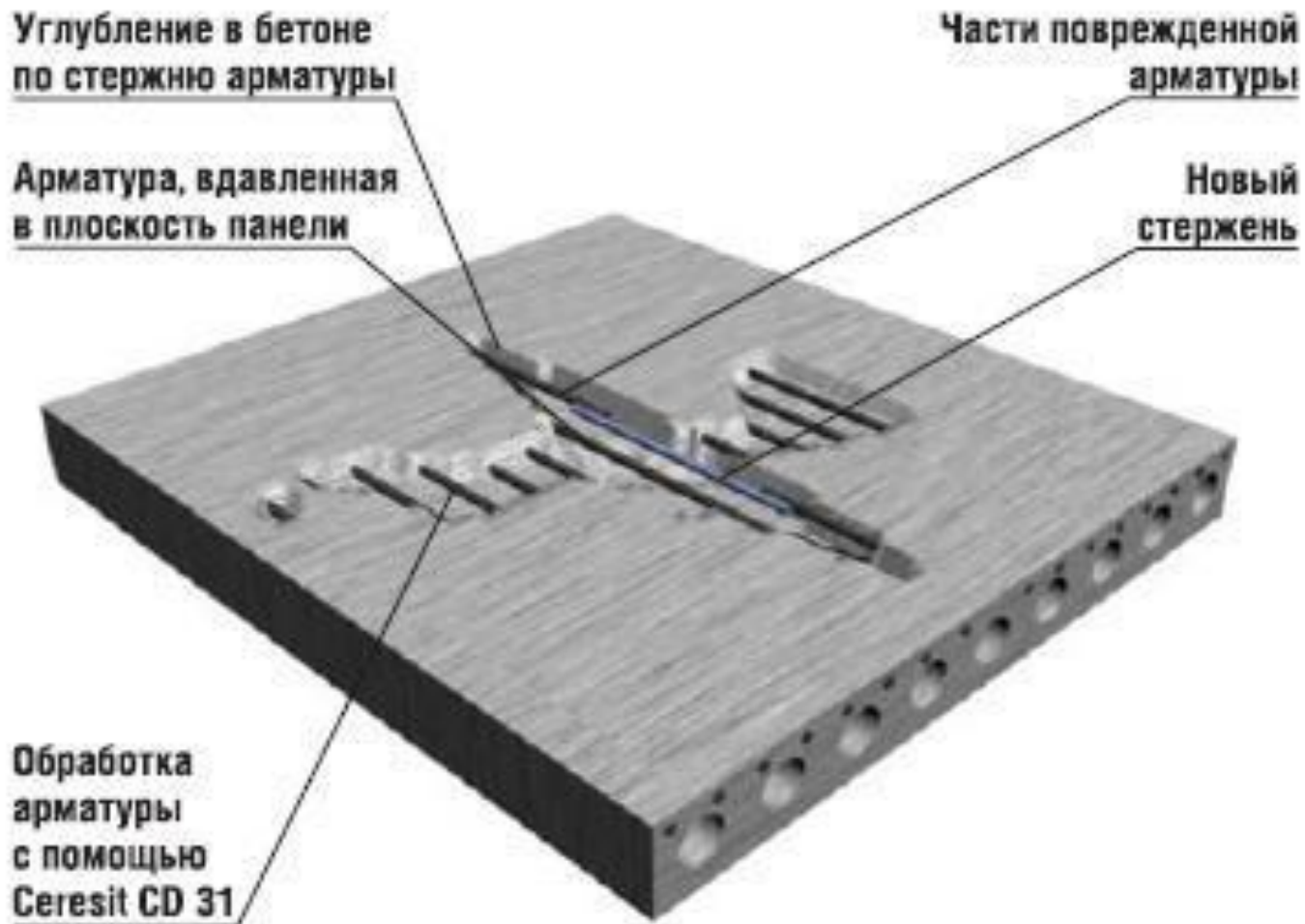
Части поврежденной арматуры

Новый стержень

Обработка арматуры с помощью Ceresit CD 31



Стержни, которые подверглись коррозии, вырезают и заменяют на новые подобного диаметра внапуск со старыми. Напуск новых стержней должен составлять не менее 30 диаметров.



Уже через 2-3 часа после очистки и удаления пыли со всей поверхности на металл следует нанести слой эпоксидного двухкомпонентного антикоррозионного материала Ceresit CD 31 . Рабочий материал получают, смешивая компоненты А и В в соотношении 81 к 19.

