

'АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ, ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНКА РИСКОВ'

ПАМЯТИ Ю.А. БЕРЖИНСКОГО

05 – 07 декабря 2023 года

Причины обрушения зданий в Турции 06 февраля 2023 г.

**Бержинская Л.П., к.т.н., Институт земной коры СО РАН; доцент
ИРНИТУ; Eurasian SEISMO Association;**

**Акбиев Р.Т., к.т.н., ЦНИИП Минстроя России; Eurasian SEISMO
Association;**

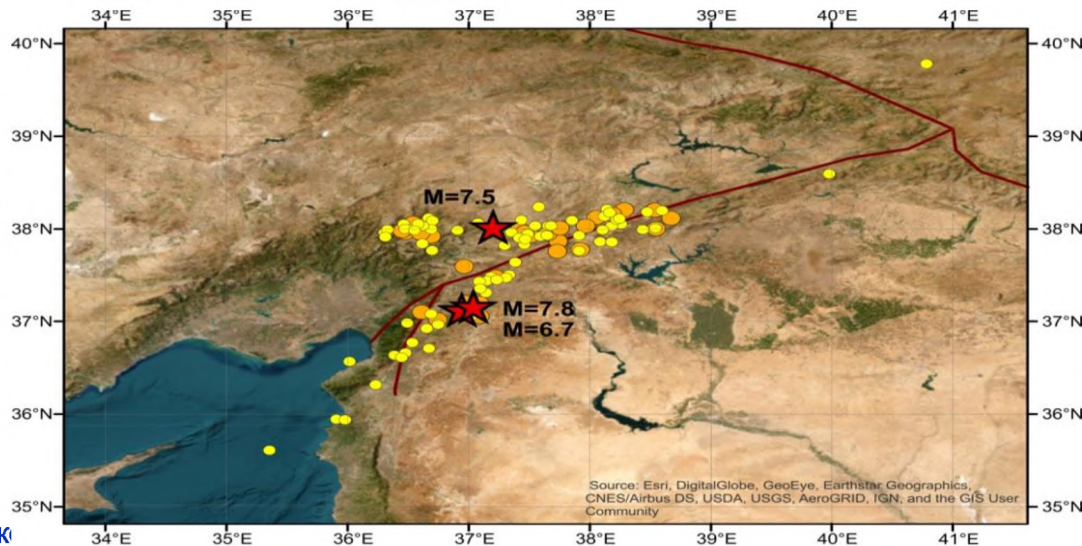
Абаканов М.С., д.т.н., профессор; Eurasian SEISMO Association;



Землетрясение в Турции



6 февраля 2023 г. с интервалом в девять часов на юге Турции произошли два мощных землетрясения. Эпицентр первого с $M=7.8$ находился в районе Шехиткамиль в Газиантепе, эпицентр второго с $M=7.5$ — в р-не Экинёзю в Кахраманмараше. Кроме основных толчков зафиксировано более 1000 последовавших афтершоков с M_{max} до 6.7.



★ 6.0-8.0 ● 5.0-6.0 ● 4.5-5.0

— Границы литосферных плит

Причины обрушения зданий в Турции 06 февраля 2023 г.

- Результат этих событий - полное разрушение 6217 зданий, в том числе: в Адане (24), Адиямане (600), Газиантепе (581), Диярбакыре (20), Килисе (50), Кахраманмараше (310), Малатые (130), Османии (101), Шанлыурфе (201), Хатае (278).

Землетрясения в Турции с $M \geq 7$ в XX веке происходили довольно часто: 1912 г.; 1939 г., 1966 г., 1999 г.

Например, 17.08.1999 г. вблизи города Измит произошли два землетрясения с $M=7.4$ и $M=7.2$, в результате которых было разрушено или сильно повреждено от 50-70% городских строений, которые попали в эпицентральную и близко к ней зону.

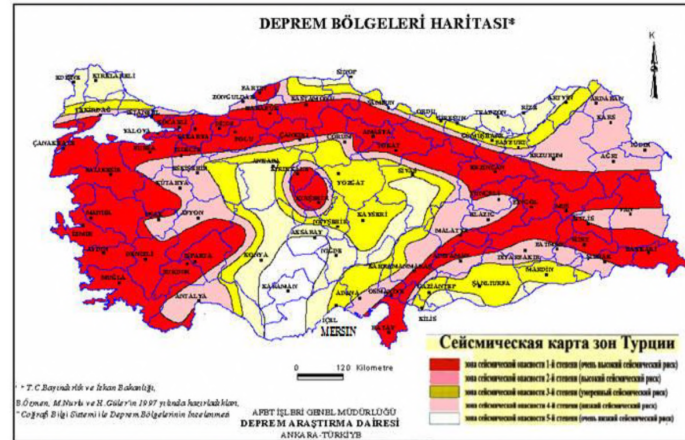


Турция, 6.02.2023 г.



Причины обрушения зданий в Турции 06 февраля 2023 г.

- Турция расположена на территории, где находится большое количество геологических разломов. Вероятность землетрясений можно оценить по карте сейсмического районирования Турции, размещенной на сайте Департамента по стихийным бедствиям и чрезвычайным ситуациям Турецкой Республики [**Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, AFAD**].
- На карте территория Турции разделена на 5 зон в зависимости от уровня сейсмической активности - от максимальной (красный цвет на карте) до минимальной (отмечена белым цветом).
- Впервые нормативные требования по устройству сейсмостойких зданий (строительный Кодекс Турции) были введены в 1940 г. после землетрясения 1939 г., затем нормы неоднократно пересматривались – в 1942, 1975, 1997 гг. и т.д.
- Так, по нормам 1975 г. был возведен значительный объем жилищного строительства в городах, согласно которым в конструктивной части, в основном, здания отвечали мировому уровню того времени, а в части расчета они были «либеральными» по сравнению с нормами других стран, например, СССР (СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах»).
- С середины 90-х годов в Мире стали меняться подходы к обеспечению сейсмической безопасности и ужесточаться требования к застройке городов. Нормы в Турции также были пересмотрены после Измитского землетрясения 1999 г. [**Afet bölgelerinde**].



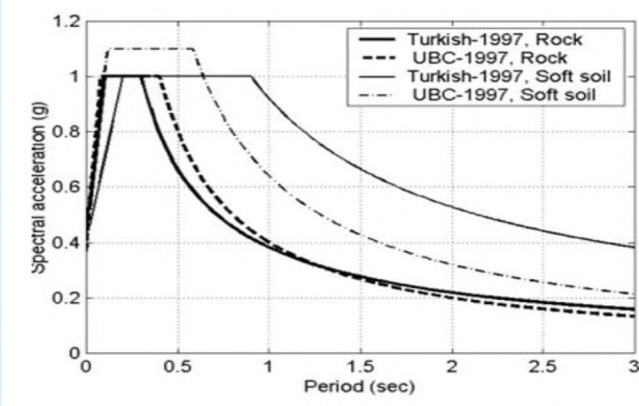
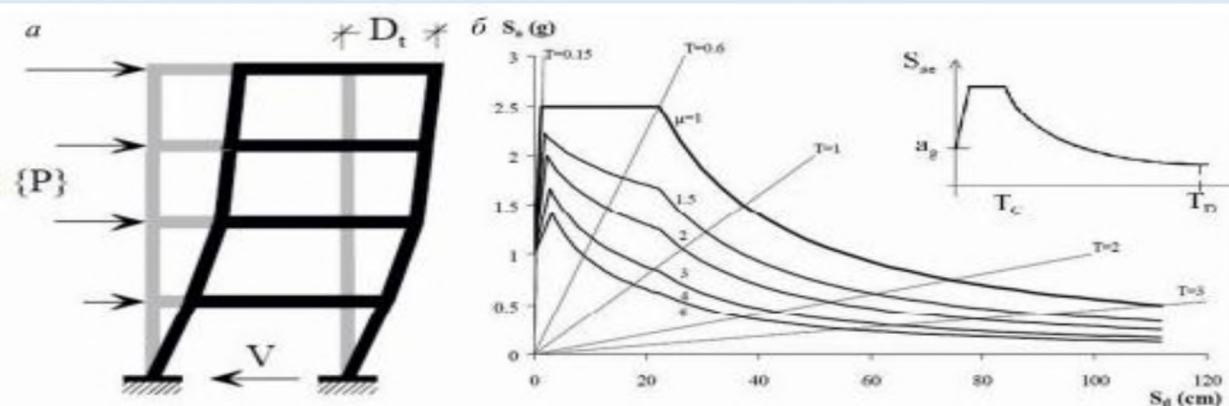
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İZMİR ŞUBESİ
EĞİTİM MERKEZİ

2 Temmuz 1998 tarih, 23.390 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan değişiklikler işlenmiştir.

AFET BÖLGELERİNDE
YAPILACAK YAPILAR
HAKKINDA YÖNETMELİK

Причины обрушения зданий в Турции 06 февраля 2023 г.

- С 2000 года начали действовать повышенные требования по устойчивости зданий в различных сейсмоопасных зонах.
- В XXI веке в Турции принята Национальная стратегия с планом действий по смягчению последствий землетрясений на период 2012-2023 годы.
- В последний раз новые положения введены в 2020 году, они касались учёта грунтовых условий. Но так как расчет зданий в нормах Турции, как России и странах СНГ, основан на положениях СНиП II-7-81*, где принят **линейно-спектральный метод**, то *характер огибающей расчётного (упругого) спектра реакций (коэффициент динамического усиления) не отличается принципиально от установленного в нормах России (СП 14.13330.2018) и Казахстана (СП РК 2.03-30-2017).*





- В нормах Турции, также как и в нормах России и стран СНГ предусмотрена **возможность учёта нелинейной работы конструкций** путём введения понижающих коэффициентов к расчётной нагрузке. Однако, если развитие пластических деформаций для отдельных конструкций по СП 14.13330-2018 и СП РК 2.03-30 предполагает понижение нагрузок **в 3-4 раза**, то в нормах Турции для конструкций из железобетона и металла расчётная нагрузка может быть снижена **в 5 - 8 раз!**
- В нормах Турции при проектировании зданий и сооружений отсутствуют такие обязательные требования, как в п.4.1 СП 14.13330.2018, например:
 - **принимать регулярные конструктивные системы в плане и по высоте;**
 - **обеспечивать пространственный характер работы сооружения, равномерное распределение нагрузок на перекрытия, масс и жёсткостей конструкций в плане и по высоте;**
 - **обеспечивать устойчивость сооружений с учётом работы элементов и узлов соединений конструкций в области пластических деформаций.**

Причины обрушения зданий в Турции 06 февраля 2023 г.

- В соответствии с Законом № 4708 от 12.07.2007 «О строительном надзоре» любая строительная деятельность в Турции подлежит специальному надзору, который должен осуществляться как за проектами на стадии их разработки, так и за возведением объектов в целях обеспечения высокого качества проектирования, безопасности строительства и эксплуатации зданий.
- Проверку осуществляют агентства строительного надзора, действующие совместно с администрациями муниципалитетов на основании разрешений, полученных от Министерства окружающей среды, градостроительства и изменения климата.
- Агентства реализуют свою деятельность на основании договоров об оказании услуг, заключаемых непосредственно с владельцами (вероятно, заказчиками) строительства.



ВСЕРОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ

Анализ рынка архитектурных и инжиниринговых услуг в Турции

возможности продвижения услуг российских экспортеров



ВСЕРОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ

Анализ рынка строительных услуг в Турции

возможности продвижения услуг российских экспортеров

Причины обрушения зданий в Турции 06 февраля 2023 г.

- С 50-х годов прошлого столетия в Турции начался период «неконтролируемой урбанизации», когда заплатив за регистрацию определенную сумму можно было легализовать (узаконить) построенные ранее здания.
- «Зональная амнистия предполагала выдачу свидетельства о регистрации здания тем застройкам, которые не отвечали требованиям нормативной документации и нарушали законодательство». Причем, такие амнистии зданиям, возведенным без разрешения или с нарушением строительных норм, в том числе и по сейсмостойкости, периодически объявлялись в стране, начиная с середины 1980-х годов.
- Строительный бум, который серьезно способствовал экономическому росту в стране, стал причиной «либерального» подхода к строительству, когда скорость возведения жилья стала приоритетом по сравнению с обеспечением безопасности путем выполнения жестких требований норм.
- Турецкие эксперты отмечали, что «хотя почти два десятилетия, как страна привела свои строительные нормы в соответствие с современными стандартами – еще много было старых слабых зданий, а дома, построенные в последнее время, были неустойчивыми, в них применялись некачественные материалы и технологии, часто не соответствующие государственным стандартам»
- Неконтролируемая урбанизация привела в городах к росту плотности застройки, повышению этажности строений, перепланировкам без разрешений, в том числе во вновь возводимых зданиях.



Причины обрушения зданий в Турции 06 февраля 2023 г.

- В 2021 году Палата инженеров Турции обнародовала ряд отчетов, которые вызвали тревогу в отношении и существующих зданий, и нового строительства. Эксперты заявили, что почти 50% обследованных зданий имеют высокий риск обрушения, даже без землетрясения. Большое беспокойство вызывают также самовольно построенные жилые массивы, возведенные предельно быстро и без разрешения. Палата призывала проводить постоянное обследование зданий на соответствие действующим нормам и предупредила, что «безразличие к безопасности от стихийных бедствий приведет к большому количеству человеческих жертв».



2023 г.

Основные замечания: Фундаменты зданий часто выполнялись в виде монолитных железобетонных лент, а на площадках со слабыми или обводнёнными грунтами - в виде сплошных ж/б плит. Землетрясение показало, что заглубления фундаментов не всегда были достаточными.

Причины обрушения зданий в Турции 06 февраля 2023 г.



Желание застройщиков иметь в нижних этажах зданий просторные помещения и свободную планировку под офисы и магазины, привело к тому, что большинство многоэтажных зданий в Турции имеют монолитный ж/бетонный каркас без диафрагм жёсткости или с недостаточным их числом в уровне нижних «гибких этажей».

Подобная конструктивная схема является весьма уязвимой в отношении восприятия сейсмических нагрузок. Кроме того, высота нижних этажей достигает 4-5 м, что существенно выше остальных типовых жилых этажей.

Отсюда, жесткость нижних «гибких» этажей значительно меньше жесткости верхних типовых этажей.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
**'АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ,
ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНКА РИСКОВ'**

Причины обрушения зданий в Турции 06 февраля 2023 г.



**Повреждение
каркасных зданий
в результате
землетрясения,
2023 г.**



При возведении междуэтажных перекрытий в Турции используется пенопласт. При этом Турецкие специалисты заверяют, что пенопласт в междуэтажных перекрытиях *«ни в коей мере не снижает*

несущей способности и прочности конструкций, а лишь облегчает ее и улучшает тепло- и звукоизоляционные свойства»

Выявлены массовые нарушения при изготовлении конструкций - низкое качество бетона, отсутствие поперечной арматуры, недостаточная площадь сечения колонн.



Для кладки наружных стен и перегородок применяются пеноблоки или кирпич с пустотностью более 50%. Высота кирпича 15 см, толщина стенок между пустотами - ≈ 1 см.



Выявлено:

- Качество изготовления кирпича - очень низкое; хрупкость высокая.
- Кирпичная кладка не армировалась и не имела соединения с конструкциями каркаса.

- Колонны ж/б каркасов часто не квадратного, а прямоугольного сечения размером (25-30)×25-70) см;
- Ригели каркасов сечением (20-30)×(40-60) см.
- Монолитные ж/б перекрытия - плоские или ребристые.
- Характеристики рабочей арматуры колонн и ригелей, часто сопоставимы с классом А-I в России. Продольная арматура Ø14-16 мм – гладкая или стержневая; поперечная (хомуты) Ø6-8 мм. Шаг хомутов 200-300 мм, что не всегда обеспечивает потерю устойчивости при сжатии вертикальным стержням.
- Стержни рабочей арматуры большего диаметра, как и стержни периодического профиля встречается намного реже, т.к. такая арматура стоит дороже.



Причины обрушения зданий в Турции 06 февраля 2023 г.

Среди обследованных каркасных зданий встречались такие, которые в плане имели несколько вертикальных железобетонных стен (ДЖ) в количестве 2-3 шт. на этаж. Длина каждой из диафрагм от 1.5 до 3.0 м, а толщина 20-25 см. Армирование ДЖ осуществлялось аналогично колоннам - гладкой стержневой арматурой $\varnothing 12-14$ мм. Шаг вертикальных и горизонтальных стержней по длине 15-20 см. Такие ДЖ не могли существенно повысить жёсткость здания.

Расчётно-конструктивный анализ каркасных зданий показал, что здания обладали значительной гибкостью. Расчётные периоды колебаний по основному тону:
у 4-этажных каркасных зданий - в пределах $T=0.6-0.8$ с;
у 8-этажных каркасных зданий от $T \geq 1.0$ с.





Выводы (Причины):

- Одними из важных факторов масштабных разрушений застройки в городах, расположенных близко к эпицентральной зонам, являются: высокая интенсивность, повторяемость сейсмических толчков, а также спектральные характеристики частотного состава сейсмических воздействий.
- Легализация или «зональная амнистия» зданий и сооружений, возведенных без разрешения на строительство или не соответствующих требованиям норм сейсмостойкого строительства.
- Пренебрежение участниками градостроительной деятельности своей (да и чужой) ответственности за соблюдением норм.
- Отсутствие должного контроля и эффективной (жесткой) системы надзора за качеством при возведении зданий и сооружений, использовании качественных материалов и современных технологий при строительстве.
- Недостаточный надзор за техническим состоянием зданий при эксплуатации.

Еще после землетрясений 1999 г. было установлено, что в наиболее пострадавших от землетрясения районах Турции, не менее 90% зданий существующей застройки имели конструктивные решения, противоречащие принципам сейсмостойкого строительства.



Нормы строительства зданий в сейсмических районах в разных странах имеют свои особенности, но комплекс основных правил и требований, позволяющий существенно смягчить последствия землетрясений, отработан в мировой практике достаточно полно.

Опыт последствий землетрясений показывает, что соблюдение норм и правил строительства способствует существенному уменьшению масштабов разрушений и сохранению человеческих жизней.



г. Иркутск,
ул. Клары Цеткин №36

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
**'АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ,
ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНКА РИСКОВ'**

ПАМЯТИ Ю.А. БЕРЖИНСКОГО

05 – 07 декабря 2023 года