

П Р И Р О Д Н Ы Е И Т Е Х Н О Г Е Н Н Ы Е Р И С К И

БЕЗОПАСНОСТЬ СООРУЖЕНИЙ

научно-технический журнал

3 (58) | 2022



VIII Международная конференция «ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГОРНЫХ РЕГИОНАХ: МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, ТЕХНОЛОГИИ»

посвященная 20-летию схода ледника Колка в Северной Осетии 20 сентября 2002 года

(РСО-Алания, г. Владикавказ, 3-7 октября 2022 года)

В последние годы во всем мире идет активизация опасных природно-техногенных процессов, нередко обуславливающих тяжелейшие последствия. Активизация опасных экзогенных и эндогенных процессов на Северном Кавказе и высокая плотность населения создают высокую угрозу природно-техногенных катастроф. Особую опасность в этой связи представляют сильные землетрясения, несмотря на определенные достижения в этой сфере, все еще неожиданные по появлению и разрушительные по воздействию в материальном, социальном и психологическом аспектах. Необходимо отметить, что в мире, в том числе, и в России, в настоящее время активно разрабатываются новые научные подходы и реализуются эффективные практические мероприятия с целью смягчения последствий и защиты населения от их воздействия.

Это предполагает необходимость обмена результатами новейших научных исследований в области геологии и геофизики: современной геодинамики, глубинного строения, сейсмологии, гляциологии, различных проблем геоэкологии, природопользования и других фундаментальных вопросов наук о Земле.

Конференция будет способствовать обмену опытом в области разработки новых методов оценок рисков различной природы, управления природным и техногенным риском, в том числе, сейсмическим, и эффективных мероприятий по его снижению.

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Владикавказский научный центр Российской академии наук (г. Владикавказ);
- Геофизический институт — филиал Владикавказского научного центра Российской академии наук (г. Владикавказ);
- Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет) (г. Владикавказ);
- Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН (г. Москва);
- Геофизический центр РАН (г. Москва).

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА:

- Секция 1. Современная геодинамика и глубинное строение Кавказа
- Секция 2. Альпийские магматические комплексы Кавказа: петролого-геохимические, металлогенические особенности и геодинамические реконструкции
- Секция 3. Сейсмическая опасность и риск. Палеосейсмодислокации
- Секция 4. Математическое моделирование опасных природно-техногенных процессов. Карты сейсмического риска территории. ГИС-технологии
- Секция 5. Организация комплексного мониторинга вулканической, сейсмической, гляциологической опасности Северного Кавказа
- Секция 6. Экзогенные процессы. Экологические проблемы горных территорий

Контакты Оргкомитета Конференции:

Тел.: +7 (960) 405-82-12 (Бурдзиева Ольга Германовна)

Тел.: +7 (928) 067-53-69 (Мельков Дмитрий Андреевич)

Факс: +7 (8672) 76-40-84

E-mail: conferences@cglas.ru

Адрес: РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а,

Геофизический институт — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук»
(ГФИ ВНЦ РАН)



КУРБАЦКИЙ Евгений Николаевич — врио председателя совета, д-р техн. наук, проф. кафедры «Мосты и тоннели» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» (РУТ (МИИТ))

УЗДИН Александр Михайлович — заместитель председателя совета, д-р техн. наук, проф. кафедры «Механика и прочность материалов и конструкций» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС)

ЗААЛИШВИЛИ Владислав Борисович — заместитель председателя совета, д-р физ.-мат. наук, проф., научный руководитель Геофизического института — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук» (ГФИ ВЦ РАН)

АБАКАНОВ Миркен Сейткасымович — д-р техн. наук, ст. науч. сотр., советник генерального директора по производственным вопросам Акционерного общества «Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры» (АО «КазНИИСА»)

АЛИЕВ Вугар Амир оглы — д-р физ.-мат. наук, проф., вед. науч. сотрудник Института Физики НАН Азербайджана, ген. директор Международной Компании «AMIR Technical Services LLC»

АПТИКАЕВ Феликс Фуадович — д-р физ.-мат. наук, проф. геофизики, гл. науч. сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН)

БЕЛАШ Татьяна Александровна — д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель науки Российской Федерации, зав. кафедрой «Здания» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС)

ИЛЬЧЕВ Вячеслав Александрович — д-р техн. наук, проф., академик РААСН, вице-президент по направлению «Инновации» Федерального государственного учреждения «Российская академия архитектуры и строительных наук» (РААСН)

КОТЕЛЬНИКОВ Владимир Семенович — д-р техн. наук, проф., ген. директор ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», президент Национального лифтового союза

МАЖИЕВ Хасан Нажоевич — д-р техн. наук, проф., академик МАНЭБ, зав. кафедрой «Строительные конструкции» ФГБОУ ВПО ГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, зам. директора ФГБУН Комплексный научно-исследовательский институт им. Х. И. Ибрагимова РАН, президент Фонда поддержки и развития сейсмостойкого строительства «Защита и безопасность города» — «Сейсмофонд»

МЕШАЛКИН Евгений Александрович — д-р техн. наук, проф., председатель правления Федеральной палаты пожарно-спасательной отрасли и обеспечения безопасности

МИРФАТУЛЛАЕВ Мир-Гусейн Мир-Шамиль оглы — д-р техн. наук, Президент Саморегулируемой организации Союз «Межрегиональное объединение инженерно-строительных предприятий» (СРО Союз «МОИСП»)

МИТАСОВ Валерий Михайлович — д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Железобетонные конструкции» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет» (ФГБОУ ВПО «СибСТРИН»)

МОНДРУС Владимир Львович — д-р техн. наук, проф., чл.-кор. РААСН, зав. кафедрой «Строительная и теоретическая механика» (СиТМ) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)

МУСАЕВ Вячеслав Кадыр оглы — д-р техн. наук, проф. кафедры «Техносферная безопасность» (РУТ (МИИТ))

НЕМЧИНОВ Юрий Иванович — д-р техн. наук, проф., Заслуженный строитель Украины, академик Академии строительства и академии инженерных наук Украины, первый зам. директора ГП «Научно-исследовательский институт строительных конструкций» Минрегиона Украины

ПАВЛЕНКО Ольга Витальевна — д-р физ.-мат. наук, вед. науч. сотрудник лаборатории экспериментальной геофизики Института физики Земли О. Ю. Шмидта РАН (ИФЗ РАН)

ПУСТОВИТЕНКО Бэлла Гавриловна — д-р физ.-мат. наук, гл. науч. сотрудник ГАУ «Крымский экспертный совет по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений»; вед. науч. сотрудник Института сейсмологии и геодинамики Крымского Федерального университета им. В. И. Вернадского

ПШЕНИЧКИНА Валерия Александровна — д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой Строительных конструкций, оснований и надежности сооружений Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО ВолГТУ)

РАЙЗЕР Владимир Давидович — д-р техн. наук, проф., научный консультант Ассоциации «Проблемы надежности и безопасности конструкций» (Associations «Problems of reliability and safety of structures»)

СТАВНИЦЕР Леонид Рувимович — д-р техн. наук, проф., начальник Экспертно-аналитического отдела Научно-исследовательского, проектно-изыскательского и конструкторско-технологического института оснований и подземных сооружений (НИИОСП) им. Н. М. Герсманова — АО «НИЦ «Строительство»

ТРАВУШ Владимир Ильич — д-р техн. наук, проф., академик РААСН, Заслуженный строитель РФ, Заслуженный деятель науки РФ, Вице-президент РААСН, зам. ген. директора по научной работе ЗАО «ГОРПРОЕКТ»

ХАЧИЯН Эдуард Ефремович — д-р техн. наук, проф., академик НАН Республики Армения, зав. кафедрой Армянского национального университета архитектуры и строительства

ЭКСПЕРТЫ (РЕЦЕНЗЕНТЫ)

БАРАННИКОВ Владимир Георгиевич — канд. техн. наук (ООО «ВостокПромПроект»);

ГРАНОВСКИЙ Аркадий Вульфович — канд. техн. наук, доц. (НИУ МГСУ)

КАЗИЕВ Махач Магомедович — канд. техн. наук, проф. (Академия ГПС МЧС России)

КЛЯЧКО Марк Абрамович — канд. техн. наук (АНО «РАДАР»)

НИГМЕТОВ Геннадий Максимович — канд. техн. наук, доц. (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ))

ПРОНИН Денис Геннадиевич — канд. техн. наук (ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»)

СТРОМ Александр Леонидович — канд. геол.-минерал. наук (ЦСГНЭО — филиал АО «Институт Гидропроект»)

ТОЛОК Алексей Вячеславович — канд. техн. наук, проф. (ИПУ РАН)

ХАКИМОВ Шамиль Абдуллаевич — канд. техн. наук, Заслуженный строитель Узбекистана (ОАО «ToshuyjoyLITI»)

ЭРТЕЛЕВА Ольга Олеговна — канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотрудник (ИФЗ РАН)

03 (58)/2022

ВАК
КОМПЕТЕНТНОСТЬ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ. БЕЗОПАСНОСТЬ СООРУЖЕНИЙ»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор
АКБИНЕВ Рустам Тоғанович,
кандидат технических наук
Шеф-редактор
ЗАБОЛОЦКАЯ Елена Николаевна,
Почетный строитель России
Члены редакционной коллегии:
ЗАБОЛОЦКИЙ Антон Дмитриевич
МАНИН Сергей Петрович
МОРОЗОВА Татьяна Викторовна
НОСОВ Борис Алексеевич
ШОЛЕНБЕРГ Евгения Федоровна

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

Россия, 105037, г. Москва, ул. Первомайская, д. 16-24
Тел.: +7 (906) 066-98-86; +7 (916) 563-23-38
E-mail: akbi1963@gmail.com, ntd-ntpi@mail.ru

Издатель:
Евразийская СЕЙСМО Ассоциация (ЕАСА)
119331, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 29
Тел.: +7 (499) 705-67-12, E-mail: office@seismo.pro

Типография:
АС «СРОСЭКСПЕРТ»
111024, г. Москва, ул. Душинская, д. 9
Тел.: +7 (499) 705-67-17; E-mail: office@spec-expert.ru

Дата выхода журнала: 27 июля 2022 года

Научно-технический журнал «Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений» зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-27300 от 22 февраля 2007 г.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Журнал входит в систему российской научной электронной библиотеки, интегрированной с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) — eLIBRARY.ru

Порядок представления и оформления рукописи статьи на 17 стр.

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ:

Индекс **62009**
Почта России (ФГУП)
Альтернативные подписные агентства —
Урал-Пресс (ООО), Информнаука (ООО) и др.

В редакции можно приобрести комплект или отдельные номера журнала.

Учредители:
Акбиев Р.Т., Заболоцкая Е.Н.

Тираж 300 экз. Свободная цена.
Периодичность 6 (шесть) номеров в год

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов

Обложка: фото из открытых источников

НОВОСТИ

4

СПРАВКА О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

13

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ
И РАЗВИТИЕ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Аптикаев Ф. Ф., Эргелева О. О.

Теория и практика детального сейсмического районирования. Часть 1. Методические основы ДСР

18

БЕЗОПАСНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ,
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Нестерова О. П., Уздин А. М., Ухова Н. Ю., Фролова Е. Д., Фрезе М. В., Гуань Юхай

Об одном способе повышения сейсмостойкости портовых причалов

26

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.
МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

Ким А. Ю., Полников С. В., Нургазиев Р. Б.

**Применение большепролетных мембранно-стержневых сооружений в сейсмоактивных районах
Российской Федерации**

29

РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ,
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Платонова С. В., Ибрагимов Р. Р., Платонов А. В.

Диагностика прочности сооружений в сейсмических районах

34

АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ.
ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ

Иванова Ж. В., Уздин А. М., Филимонов Д. С.

Оценка экономической эффективности сейсмоизолированных зданий со скользящим поясом

37

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Венцюлис Л. С., Пименов А. Н., Чусов А. Н., Селиванова С. В.

**Экономическая и экологическая эффективность систем сжигания твердых коммунальных отходов
в странах региона Балтийского моря за последние 25 лет**

41

КОНФЕРЕНЦИИ. СИМПОЗИУМЫ. СОВЕЩАНИЯ

**VIII Международная конференция «Опасные природные и техногенные процессы в горных
регионах: модели, системы, технологии», посвященная 20-летию схода ледника Колка
в Северной Осетии 20 сентября 2002 года
(3-7 октября 2022 года, г. Владикавказ, РСО-Алания)**

обл.

АВТОРЫ НОМЕРА

обл.

4		NEWS
13	SUMMARY ON EMERGENCIES ON THE RUSSIAN FEDERATION TERRITORY	
	TECHNICAL REGULATION AND DEVELOPMENT OF DESIGN CODES	
18	Theory and practice of detailed seismic zoning. Part 1. Methodological foundations of the DSR	Aptikaev F. F., Erteleva O. O.
	SAFETY OF COMPONENTS, BUILDINGS AND STRUCTURES	
26	About one way to increase seismic resistance of port berths	Nesterova O. P., Uzdin A. M., Ukhova N. Yu., Frolova E. D., Frese M. V., Guan Yuhai
	THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES. TEST METHODS	
29	Application of Large Span Membrane Rod Structures in Seismically Active Areas of the Russian Federation	Kim A. Yu., Polnikov S. V., Nurgaziev R. B.
	DESIGN ANALYSIS, DESIGN OF COMPONENTS, BUILDINGS AND STRUCTURES	
34	Diagnostics of the strength of structures in seismic areas	Platonova S. V., Ibragimov R. R., Platonov A. V.
	SAFETY AUDITING. RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT	
37	Evaluation of the economic efficiency of seismic isolated buildings with a sliding belt	Ivanova Zh. V., Uzdin A. M., Filimonov D. S.
	ENVIRONMENTAL SAFETY	
41	Economic and environmental efficiency of municipal solid waste incineration systems in the Baltic sea region over the past 25 years	Ventsyulis L. S., Pimenov A. N., Chusov A. N., Selivanova S. V.
	CONFERENCES. SYMPOSIA. MEETINGS	
folder	VIII International Conference «Dangerous Natural and Man-made processes in mountainous regions: models, systems, technologies» dedicated to the 20th anniversary of the collapse of the Kolka glacier in North Ossetia on September 20, 2002 (October 3-7, 2022, Vladikavkaz, RSO-Alania)	
folder	AUTHORS OF THE ISSUE	

Платонова С. В., канд. техн. наук, доц.,
Ибрагимов Р. Р., асп.
(ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, Кемеровская область)
Платонов А. В., обучающийся
(Колледж ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, Кемеровская область)

ДИАГНОСТИКА ПРОЧНОСТИ СООРУЖЕНИЙ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

Поиск и определение зон возникновения очагов землетрясений, а также определение их сейсмических параметров является самым сложным и наиболее ответственным этапом исследований сейсмического районирования. Связано это с тем, что от точности этих исследований в последующем зависит надежность зданий и сооружений. Нами исследовано влияние сейсмической нагрузки на проектируемое здание.

Ключевые слова: ЛИРА-САПР, комплексное математическое моделирование, расчетные программные комплексы

Наибольшая сейсмичность отмечается в зоне Альпийско-Гималайского пояса, а именно в Северо-Восточном Байкальском его ответвлении [1]. Северная часть этой зоны проходит в пределах Алтае-Саянской области, где сильная сейсмичность стремительно угасает, но рассеянная сейсмичность при этом может распространяться до г. Новосибирска. За один год станции по регистрации сейсмической активности фиксируют около 100 толчков от очень слабой мощности 1 балл до достаточно ощутимой мощности 8 баллов (по шкале MSK-64) [2]. Наибольшая активность фиксируется на юге области, который находится на границе горных образований: Кузнецкого Алатау, Горной Шории и Салаира. Через Кемеровскую область проходят «транзитные» сейсмические волны, которые образуются на Алтае и распространяются в разные стороны [3]. Крупное техногенное землетрясение Кемеровской области зафиксировано 19 июня 2013 года. Произошло оно на территории угледобывающего карьера Бачатский Беловского района. Сила толчков составила 5,6 на глубине 4 км.

Программный комплекс ЛИРА — САПР имеет развитую графическую среду. Изополя, схемы деформации, изображение форм колебаний — это результаты, которые представляются в визуальном отображении программным комплексом ЛИРА [4]. Расчетные сочетания усилий, сочетания нагрузок, перемещения, на-

пряжения, результаты подбора сечения металлических элементов — представляются в форме таблицы. Возможен режим вариативного проектирования, что облегчает и ускоряет процесс подбора экономически и технически рационального решения.

Суперэлементное проектирование ускоряет решение задачи и снижает влияние плохой обусловленности большеразмерной матрицы. Проверка прочности по усилиям в сечениях производит проверку по различным теориям прочности. Учет геометрической нелинейности, позволяет рассчитывать, как конструкции изначально геометрически неизменяемые (гибкие плиты и балки, гибкие фермы и др.) так и конструкции изначально геометрически изменяемые, для расчета которых необходимо определить равновесную форму под заданный вид нагрузки. Учет нелинейной зависимости $\sigma - \epsilon$, обеспечивает возможность компьютерного моделирования с прослеживанием развития трещин, проявлением деформаций ползучести и текучести, вплоть до разрушения конструкции.

Задача о распределении напряжений в ряде случаев упрощается, если ее удастся свести к так называемой плоской задаче, т.е. такому состоянию, когда напряжения распределяются в одной плоскости и не зависят от координат, перпендикулярных рассматриваемой плоскости [5]. При этом предполагается, что в направле-

нии, перпендикулярном рассматриваемой плоскости, нагрузка не меняется.

Следует отметить весьма важное свойство плоской задачи, заключающейся в том, что составляющие напряжений в рассматриваемой плоскости не зависят от деформационных характеристик линейно-деформируемого полупространства и будут справедливы для всех тел, для которых зависимость между напряжениями и деформациями может быть принята линейной.

Рассматриваемая площадка строительства располагается вблизи поселка Осиновое Плесо Новокузнецкого района Кемеровской области. Климатические особенности данной территории определяются ее географическим положением: на востоке находится Восточно-Сибирская возвышенность, на западе — Уральский хребет. Благодаря таким барьерам и движениям воздушных масс над территорией происходит меридиональная форма циркуляции. На данной территории установился резко-континентальный климат. Сейсмичность района обуславливается его расположением на Алтае-Саянской сейсмоактивной областью [2].

Расчетную сейсмичность района принимаем 7 баллов [6]. Сейсмические воздействия на каркас промышленного здания определяются в автоматическом режиме в программном комплексе LIRA SAPR 2016 R5 с использованием специального загружения [4]. В качестве ис-

Т а б л и ц а 1

Наименование	Нормативная нагрузка, кгс/м ²	Коэффициент надежности, γ_f	Расчетная нагрузка, кгс/м ²
Собственный вес конструкций	Определяется автоматически в ПК LIRA SAPR		
Кровельные сэндвич-панели	40	1,2	48
Снеговая нагрузка	200	1,4	280
Ветровая нагрузка	Определена в п. 3.3.3		
Крановая нагрузка	Определена в п. 3.3.4		
Сейсмические воздействия	Задаются в ПК LIRA SAPR		

следуемой конструкции были выбраны конструкции покрытия. Для сравнения приняты три вида конструкций покрытия: ферма с параллельными поясами, двускатная ферма и балка покрытия (рисунк 1).

Здание оборудовано двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 12,5/2 т. Отметка головки кранового рельса +14,000 м. Конструктивная система для проектируемого здания принята рамно-связевая.

Перечень воздействий и нагрузок [7], приложенных к каркасу здания приведен в таблице 1.

Схемы деформации конструкций от нагрузок и суммарные эпюры внутренних усилий в элементах конструкции здания (рисунк 1).

Колонны выбраны двухветвевые, внешняя ветвь которой выполнена из парного уголка, соединенного пластинами, а внутренняя из прокатного двутавра. Между собой ветви соединены решеткой из горячекатаных уголков. Для изготовления металлических конструкций используются следующие профили: равнополочные уголки, прокатные двутавры, листы, профильные трубы [8].

Согласно Техническому регламенту о безопасности зданий и сооружений [9] здание относится к нормальному уровню ответственности. В связи с этим расчет каркаса выполнен на основные и особые сочетания нагрузок с учетом следующих коэффициентов:

- коэффициент надежности по ответственности γ_n равный 1;
- коэффициент K_α , учитывающий допустимые повреждения здания, равен 0,22.

Благодаря системе рам и вертикальных связей по колоннам и системе горизонтальных и вертикальных связей по покрытию обеспечивается пространственная жесткость здания как в продольном, так и в поперечном направлении соответственно.

В результате статических и динамических расчетов были получены следующие результаты:

- элементы каркаса, их размеры и сечения определены на основные и особые расчетные сочетания усилий. При этом были учтены гибкости элементов, предельно допустимые напряжения в них и перемещения;

- в поперечном направлении максимальные перемещения наблюдаются в продольных наружных стенах в районе зоны опирания конструкции покрытия и достигает 135 мм.

Предельные перемещения рассматриваемых конструкций от статических нагрузок не должны превышать $h/500$, что для данного здания составляет 39 мм (где h — высота здания). Горизонтальные перемещения от сейсмических воздействий превышают предельные нормативные перемещения при статической нагрузке в 3,5 раза.

никают от сейсмических воздействий, максимальные перемещения превышают нормативные перемещения при статической нагрузке в 3,5 раза. При работе здания в режиме сейсмических воздействий, возникают значительные растягивающие усилия, которые могут привести к разрушению конструкций. С целью обеспечения эксплуатационной надежности отдельных конструкций и здания в целом от сейсмических воздействий необходимо выполнить мероприятия по обеспечению сейсмостойкости здания:

- создать железобетонный диск покрытия;
- монтажная устойчивость должна обеспечиваться постановкой специальных монтажных креплений в процессе установки конструкций в проектное положение в порядке, определяемом в проекте производства работ, разрабатываемом отдельно;

- анкеровка несущих конструкций к фундаментам должна выполняться с помощью анкерных болтов, принятых по ГОСТ 24379.1-2012 [10]. Монтажные болты выполняются из круглой стали марки ВСт3пс2 (ГОСТ 380-2005 [11]), фундаментные болты из стали 09Г2С-6 согласно ГОСТ 2590-2006 [12];

- при монтаже необходимо применять постоянные болты класса точности В по ГОСТ 7798-70 [13] и классом прочности 5.6 по ГОСТ ISO 898-1-2014 [14]. Не допускается применение автоматной стали и облегченных болтов. После установки конструкций в проектное положение и их выверки гайки фундаментных болтов должны быть закреплены контргайками;

- торцы замкнутых профилей должны быть заварены с помощью заглушек из листа сплошным сварным швом;

- монтажные и заводские соединения принимать согласно усилиям, указанным в ведомости конструкций, кроме оговоренных в документации, а также в зависимости от толщин свариваемых деталей.

Выводы

Наибольшие горизонтальные перемещения воз-

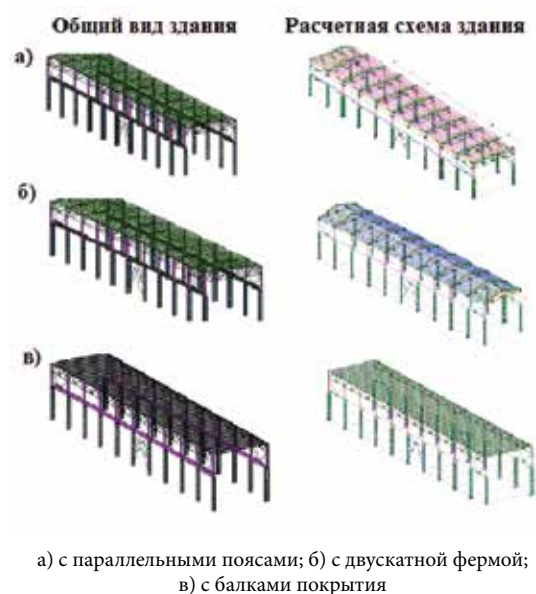


Рисунок 1 — Виды конструкций покрытия

Библиография

1. Бабушкин С. М., Неведрова Н. Н., Селезнев В. С., Лисейкин А. В. Электромагнитные исследования на территории Алтае — Саянской горной области. // Российский сейсмологический журнал. 2021. Т. 3. № 2. С. 7-19.
2. Соловьев В. М., Селезнев В. С., Еманов А. Ф., Лисейкин А. В., Галева Н. А. Глубинное сейсмическое строение Алтае — Саянской складчатой области. / Результаты комплексного изучения сильнейшего Алтайского (Чуйского) землетрясения 2003 г., его место в ряду важнейших сейсмических событий XXI века на территории России: Мат-лы XXI Научно-практической Щукинской конференции с международным участием. — Москва: ИФЗ РАН. 2018. С. 363-368.
3. Градусов В. А. Статический анализ сейсмичности Альпийско-Гималайского пояса. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 2. С. 225-227.
4. Платонова С. В., Александрова Е. А. Моделирование системы «здание-основание» в расчетном программном комплексе ЛИРА-САПР с применением системы грунт./Проблемы строительного производства и управления недвижимостью: Мат-лы VI Междунар. науч.-практ. конф. — Новокузнецк. 2020. С. 267-274.
5. Егорова А. В., Пеншина Е. Е., Платонова С. В. Особенности проектирования зданий и сооружений в сейсмических районах. / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. — Новокузнецк. 2020. С. 189-192.
6. Пеншина Е. Е., Платонова С. В. Применение метода сейсмических жесткостей для оценки сейсмической интенсивности на участке строительства. / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. — Новокузнецк. 2021. С. 164-167.
7. СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия»
8. Алешин Н. Н., Алешин Д. Н., Колесников А. В. Обследование технического состояния строительных конструкций общественного здания в городе Новокузнецке с учетом требований норм сейсмостойкого строительства. // Вестник Сибирского государственного промышленного университета. 2015. № 2 (12). С. 53-60.
9. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
10. ГОСТ 24379.1-2012 Болты фундаментные. Конструкция и размеры
11. ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки
12. ГОСТ 2590-2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сор-тамент
13. ГОСТ 7798-70 Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры
14. ГОСТ ISO 898-1-2014 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 1. Болты, винты и шпильки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы

eng

Platonova S. V., Ibragimov R. R., Platonov A. V.

DIAGNOSTICS OF THE STRENGTH OF STRUCTURES IN SEISMIC AREAS

Searching and determining the zones of earthquake origins, as well as determining their seismic parameters is the most difficult and the most responsible stage of seismic zoning studies. It is connected with the fact that the reliability of buildings and structures depends on the accuracy of these studies. We investigated the influence of seismic loading on the designed building.

Key words: LIRA-SAPR, complex mathematical modeling, calculation program complexes

References

1. Babushkin S. M., Nevedrova N. N., Seleznev V. S., Lisejkin A. V. Elektromagnitnye issledovaniya na territorii Altae — Sayanskoy gornoj oblasti. // Rossijskij sejsmologicheskij zhurnal. 2021. T. 3. № 2. Pp. 7-19. (in Russian)
2. Solov'ev V. M., Seleznev V. S., Emanov A. F., Lisejkin A. V., Galeva N. A. Glubinnoe sejsmicheskoe stroenie Altae — Sayanskoy skladchatoy oblasti. / Rezul'taty kompleksnogo izucheniya sil'nejshogo Altajskogo (CHujkskogo) zemletryaseniya 2003 g., ego mesto v ryadu vazhnejshih sejsmicheskikh so-bytij HKHI veka na territorii Rossii: Mat-ly XXI Nauchno-prakticheskoy SHCHukinskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. — Moskva: IFZ RAN. 2018. Pp. 363-368. (in Russian)
3. Gradusov V. A. Sticheskiy analiz sejsmichnosti Al'pijsko-Gimalajskogo poyasa. // Gornyy informacionno-analiticheskij byulleten'. 2007. № 2. Pp. 225-227. (in Russian)
4. Platonova S. V., Aleksandrova E. A. Modelirovanie sistemy «zдание-osnovanie» v raschetnom programnom komplekse LIRA-SAPR s primeneniem sistemy grunt./Problemy stroitel'nogo proizvodstva i upravleniya nedvizhimost'yu: Mat-ly VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. — Novokuzneck. 2020. Pp. 267-274. (in Russian)
5. Egorova A. V., Pen'shina E. E., Platonova S. V. Osobennosti proektirovaniya zdaniy i sooruzhenij v sejsmicheskikh rajonah. / Nauka i molodezh': problemy, poiski, resheniya: Trudy Vserossijskoj nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchennyh. — Novokuzneck. 2020. Pp. 189-192. (in Russian)
6. Pen'shina E. E., Platonova S. V. Primenenie metoda sejsmicheskikh zhestkostej dlya ocenki sejsmicheskoy intensivnosti na uchastke stroitel'stva. / Nauka i molodezh': problemy, poiski, resheniya: Trudy Vserossijskoj nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchennyh. — Novokuzneck. 2021. Pp. 164-167. (in Russian)
7. SP 20.13330.2016 «SNiP 2.01.07-85* Nagruzki i vozdeystviya» (in Russian)
8. Aleshin N. N., Aleshin D. N., Kolesnikov A. V. Ob-sledovanie tekhnicheskogo sostoyaniya stroitel'nykh konstrukcij obshchestvennogo zdaniya v gorode Novokuznecke s uchetoм trebovanij norm sejsmos-tojkogo stroitel'stva. // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo industrial'nogo universiteta. 2015. № 2 (12). Pp. 53-60. (in Russian)
9. Federal'nyj zakon ot 30 dekabrya 2009 g. № 384-FZ «Tekhnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij» (in Russian)
10. GOST 24379.1-2012 Bolty fundamentnye. Kon-strukciya i razmery (in Russian)
11. GOST 380-2005 Stal' uglerodistaya obyknoven-nogo kachestva. Marki (in Russian)
12. GOST 2590-2006 Prokat sortovoj stal'noj goryachekatanyj kruglyj. Sortament (in Russian)
13. GOST 7798-70 Bolty s shestigrannoй golovkoй klas-sa tochnosti V. Konstrukciya i razmery (in Russian)
14. GOST ISO 898-1-2014 Mekhanicheskie svojtva krepezhnyh izdelij iz uglerodistyh i legirovannyh stalej. CHast' 1. Bolty, vinty i shpil'ki ustanovlen-nyh klassov prochnosti s krupnym i melkim shagom rez»by (in Russian)