

УДК 550.34:699.84/(470.62)+(470.621)

ББК 26.217 (2Рос.Ады)

Г 67

**Горбаткова Т.Ф.**

*Старший преподаватель кафедры строительных и общепрофессиональных дисциплин технологического факультета Майкопского государственного технологического университета, Майкоп, тел. (8772) 570504*

**Васильченко Н.П.**

*Старший преподаватель кафедры строительных и общепрофессиональных дисциплин технологического факультета Майкопского государственного технологического университета, Майкоп, тел. (8772) 570504*

## **Вопросы строительства с учетом сейсмологии Краснодарского края и Республики Адыгея** (Рецензирована)

**Аннотация.** Новые данные по сейсмичности в Республике Адыгея и Краснодарском крае требуют мероприятий, при выполнении которых возможно строительство сейсмостойких зданий. Учет сейсмических воздействий, знание требований к сейсмостойкому строительству необходимы для того, чтобы минимизировать повреждение сооружений и материальный ущерб в случае землетрясения.

**Ключевые слова:** сейсмология, сейсмические воздействия, колебания грунта, вид грунта, строительные конструкции.

**Gorbatkova T.F.**

*Senior Lecturer of Department of Construction and General Professional Disciplines of Faculty of Technology, the Maikop State University of Technology, Maikop, ph. (8772) 570504*

**Vasilchenko N.P.**

*Senior Lecturer of Department of Construction and General Professional Disciplines of Faculty of Technology, the Maikop State University of Technology, Maikop, ph. (8772) 570504*

## **Questions of construction with regard to seismology of Krasnodar Region and Adyghea Republic**

**Abstract.** New data on seismicity in the Republic of Adyghea and Krasnodar Region demand actions related to construction of aseismic buildings. The accounting of seismic impacts, and knowledge of requirements to aseismic construction are needed to minimize damages of buildings and property loss in case of an earthquake.

**Keywords:** seismology, seismic influences, soil fluctuations, type of soil, building constructions.

В последнее столетие сейсмическая активность земной коры повысилась [1, 2].

Северный Кавказ, являясь составной частью протяженной Крым-Кавказ-Копетдагской зоны Иран-Кавказ-Анатолийского сейсмоактивного региона, характеризуется самой высокой сейсмичностью в Европейской части России [3–5]. Новые схемы сейсмического районирования Северного Кавказа, разработанные объединенным институтом физики Земли и утвержденные Российской Академией Наук, потребовали соответствующих разработок по учету сейсмичности при проектировании и строительстве, там, где ранее это не приходилось делать [6–8]. Нормативными документами в зону повышенной сейсмичности были включены районы, которые ранее не являлись сейсмичными.

В частности, для Республики Адыгея 1995 год был определен как начало переходного периода для перевода строительного комплекса на сейсмостойкое строительство, а с 1996 года строительство, с учетом требований сейсмобезопасности, стало обязательным. Расчетная сейсмичность района в Республике Адыгея и Краснодарском крае определяется по картам сейсмического районирования, разработанным для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности: карта А – 10%, карта В – 5%, карта С – 1%-ая вероятность в течение 50 лет [9].

Районы с расчетной сейсмичностью 6 баллов и меньше относятся к несейсмическим районам и выполнения дополнительных требований по сейсмобезопасности не требуют.

Проявления различной сейсмической интенсивности имеют разные последствия:

6 баллов – трещины в зданиях, штукатурке;

7 баллов – мебель движется, в зданиях трещины, ветхие строения и некачественные постройки рушатся;

8 баллов – люди с трудом стоят на ногах, трещины в грунте, появляются оползни и обвалы, пожары, трещины в несущих конструкциях;

9 баллов – люди падают с ног, трещины в грунте значительных размеров, оползни, обвалы, многочисленные пожары и далее по нарастающей, интенсивность землетрясений возрастает с уменьшением плотности земли и с увеличением водонасыщения консистенции самого грунта.

На площадках с сейсмичностью более 9 баллов строительство зданий, как правило, не допускается.

Консистенция грунтов – это один из главных показателей при расчете фундаментов, влияющих на прочность и, соответственно, на его стоимость. Грунты по сейсмическим свойствам разделяются на три категории. Среди них самыми опасными являются рыхлые водонасыщенные пески, которые при колебаниях земной коры имеют свойство сильно разжижаться. В то же время грунты с малым расчетным сопротивлением требуют, как правило, укрепления: приходится их уплотнять, устанавливая сваи и даже менять грунт на навозной.

Город Майкоп до 1995 г. имел сейсмичность 6 баллов, но после землетрясения в Спитаке балльность увеличилась до 7–8 баллов, и было принято решение о прекращении крупнопанельного домостроения, так как все конструкции и расчеты «серии 90» разработаны на 6 баллов [10]. В настоящее время расчет зданий и сооружений производится с учетом сейсмических воздействий, которые могут иметь любое направление в пространстве. Общепринятые расчетные схемы учитывают как вертикальные, так и горизонтальные дополнительные нагрузки, возникающие от сейсмической волны [11]. Сейсмические и ветровые нагрузки при расчете строительных конструкций учитываются одновременно.

При назначении этажности здания следует иметь в виду, что с увеличением высоты увеличивается и величина сейсмических воздействий. Причем здания и сооружения с различной конструктивной схемой: каркасные, панельные, с несущими стенами из кирпича или блоков – ограничиваются по высоте нормативным документом СП14.13330.2014 «Строительство в сейсмических повышенных районах» [12]. Задача строителей: уменьшение веса конструкций, назначение размеров зданий в плане наименее подверженных разрушениям.

В грунтах во время прохождения сейсмической волны возникают усилия, передающиеся на здание, поэтому перед строителями возникает новая задача – это выбор эффективных материалов, простота плана здания в продольном и поперечном направлении, разрезка протяженных зданий антисейсмическими швами, исключив кручение. Наилучшая форма плана здания – это круг. На сегодняшний день в строительстве преобладает монолитность конструкций: в плитах перекрытий перерасход арматуры по сравнению с плитами несейсмически заводского изготовления. При расчете на сейсмостойкость железобетона учитывается коэффициент  $M_{крит}$ , так как сейсмичность Адыгеи 7–8 баллов и более.

Землетрясения имеют всегда силу затухания, которая может продолжаться несколько суток. На Кубани и в Адыгее районы с наибольшей сейсмичностью: Гузерипль, Хамышки, Дагомыс, Лагонаки, Сочи, где сейсмичность 9 баллов. Красная поляна – 10 баллов. В нашей зоне не рекомендуются каркасные здания с сеткой колонн более 6,0 метров. А для газового оборудования – отдельная документация СНиП 42-01-2002, которая указывает сейсмичку 10 баллов, и соответственно увеличивается расход материалов, ширина и глубина фундаментов, меняется технология монтажа, дабы свести к минимуму аварийные ситуации.

Сила землетрясения зависит от глубины произошедшего (см. табл. 1). Мнение ученых – это закон повторяемости, проходящий по схеме отображения: Адыгея и Краснодарский край входят в Евразийскую зону [4].

Хозяйственная деятельность человека приводит к так называемым наведенным землетрясениям; причиной служат: заполнение крупных водохранилищ, откачка газа, нефти, хотя наведенные землетрясения не могут нести разрушительный характер.

## Ускорение грунта при сейсмических колебаниях

Интенсивность, в баллах	Ускорение грунта, см/с <sup>2</sup> ( $T \geq 0,1$ с)	Скорость колебаний грунта, см/с	Смещение маятника сейсмографа, мм
6	30–60	3–6	1,5–3
7	61–120	6,1–12	3,1–6
8	121–240	12,1–24	6,1–12
9	241–480	24,1–48	12,1–24

До 1995 года строительство в большинстве районов Краснодарского края велось по 6-балльной шкале Рихтера, которая разрабатывалась в 1975 году. В 1996 году были откорректированы карты сейсмического районирования, и площадь сейсмических районов увеличилась, а в некоторых районах балльность повысилась. В строительстве это привело к удорожанию: расхода материалов, трудозатрат, людских ресурсов. Подрядчики, заключающие договоры на строительство зданий и сооружений I и II категорий (склады токсичных веществ, резервуары для нефти и нефтепродуктов емкостью 20000 м<sup>3</sup>, плотины, магистральные продуктопроводы), должны иметь опыт не менее трех лет работы в сейсмических районах. При Кубанском государственном аграрном университете находится крупная лаборатория инженерной геоэкологии оснований и фундаментов, где можно пройти курсы инженера-строителя для получения лицензии на строительство в сейсмических районах (ЛИГОФ).

До 1993 года фундаменты зданий, строящихся в Республике Адыгея, армировались только в горизонтальном направлении, то есть давление на подошву фундамента плюс глубина промерзания почвы, учитывалась ветровая нагрузка, вид грунта. К этому теперь добавилась горизонтальная сила (М) критическая, которая привела к 30% удорожанию строительства объектов I, II, III категорий. Требования повысились к архитекторам, проектировщикам, геологическим группам, монтажникам, отделочникам и т.д. Здания и сооружения I группы разрешается проектировать только после выполнения дополнительных условий по сейсмобезопасности [9].

В большей степени на проектирование фундаментов влияет не только вид грунта, но и его влажность, показатели текучести в замоченном состоянии, причины, вызвавшие намокание: грунтовые воды, наводнения, ливни, таяние снега в горах.

В основном грунты нашей местности, где указана балльность 8 и более, – это гравий, глина. Они не должны подтопляться, так как разжижение грунтов приводит к колебаниям и осадкам (в расчетах – это плавающее состояние). Дешевле обходится строительство, если под всем сооружением грунты однородны, площадка ровная, без склонов, косогоров (СНиП 10-01-94 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения»).

При прокладке трубопроводов в местах с высокой балльностью предусматривают дополнительные мероприятия, обеспечивающие надежность – это глубина прокладки труб. Местами прокладку труб вынуждены вести над землей, на определенных участках (дороги, реки) и далее углубляться в грунты. Это увеличивает расходы на технику, материалы, обслуживающий персонал.

Согласно СНКК 22-301-2000, строительные растворы должны быть изготовлены из «портландцемента» (хотя ближайшие поставки – из г. Новороссийска), из других цементов, таких как шлакопортландцемент, – недопустим; если в шестибалльной шкале арматура внахлестку имела не менее 20 диаметров, то теперь, согласно СНиП 2.03.01 «Нормы проектирования», на 30% это значение больше [12]. При строительстве дорог применяются дорожные катки для уплотнения грунтов, а это очень дорогая почасовая оплата. Даже в оконных перемышках опирание увеличено в 3 раза на несущую стену, а соответственно – и расход арматуры, цемента.

На сегодняшний день в Краснодарском крае улучшилось качество дорог, и это заметно, но и требование, согласно сейсмике, усилилось – это высота и длина подпорных стен, хорошо это прослеживается на объездной трассе с Гавердовского на Апшеронск [9] (табл. 2).

## Влияние расчетной сейсмичности на устойчивость склона

Расчетная сейсмичность, балл	Увеличение угла наклона склона, $\Delta\beta$
7	2°
8	4°
9	7°

В основном грунты территории Республики Адыгея можно считать достаточно хорошими для строительства. Сине-неоновые глины имеют высокую плотность, гравелистые грунты выдерживают на 1 см<sup>2</sup> 4 кг, поэтому в основном фундаменты – это монолит. Легкие перегородки, вместо штукатурки – гипсокартон, это легче штукатурного слоя (вес 1 м<sup>2</sup> оштукатуренной стены 28 кг при ее толщине в 2 см), на фасадах – шпаклевочный слой, на крышах отсутствует тяжелая черепица – это не для наших краев: да, долговечна, но тяжелая. Для соблюдения требований сейсмобезопасности необходимо выполнять ряд дополнительных работ: армопояса в фундаментах, армирование кирпичной кладки, железобетонные обрамления проемов, монолитные железобетонные пояса в уровне перекрытий и т.д. (СНиП II-7-81\* «Строительство в сейсмических районах»).

Применение оптимальных конструктивных схем зданий, выбор эффективных строительных материалов, учет инженерно-геологических условий района строительства, расчет с помощью современных программных комплексов позволяют добиться результата, при котором строительные конструкции от сейсмического воздействия получают повреждения с сохранением безопасности людей.

**Примечания:**

1. Уломов В.И. О глобальных изменениях сейсмического режима Земли в период 1965–2005 гг. // Доклады РАН. Геофизика. 2007. Т. 414, № 3. С. 398–401.
2. Галанин А.В. Землетрясения: Земля расширяется? 2010. URL: <http://ukhtoma.ru/puls6.htm>
3. Уломов В.И. Сейсмичность // Национальный атлас России. Т. 2. Природа. Экология. 2004. С. 56–57.
4. К оценке сейсмической опасности на Северном Кавказе / В.И. Уломов, Т.И. Данилова, Н.С. Медведева, Т.П. Полякова, Л.С. Шумилина // Физика Земли. 2007. № 7. С. 31–45.
5. Анализ сейсмической опасности Северного Кавказа и Крыма в составе общего сейсмического районирования территории Российской Федерации / В.И. Уломов, М.И. Богданов, Б.Г. Пустовитенко, С.А. Перетокин, А.Л. Стром, К.Н. Акатова, Т.И. Данилова, Н.С. Медведева // Инженерные изыскания. 2015. № 13. С. 12–27.
6. Уломов В.И., Богданов М.И. Новый комплект карт общего сейсмического районирования // Инженерные изыскания. 2013. № 8. С. 30–39.
7. Уломов В.И. Об инженерно-сейсмологических изысканиях в строительстве // Инженерные изыскания. 2009. № 9. С. 28–39.
8. Уломов В.И. На пути к снижению разрушительных последствий землетрясений // Инженерная защита. 2016. № 2 (13). С. 32–40.
9. Карты сейсмического районирования (для Краснодарского края с учетом Республики Адыгея) СНКК 22-301-2000 (Шкала MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности – А (10%), В (5%), С (1%) в течение 50 лет; О межведомственной комиссии по сейсмобезопас-

**References:**

1. Ulomov V.I. On the global changes of the Earth seismic regime in the period of 1965–2005 // Reports of the Russian Academy of Sciences. Geophysics. 2007. Vol. 414, No. 3. P. 398–401.
2. Galanin A.V. Earthquakes: Is the Earth expanding? 2010. URL: <http://ukhtoma.ru/puls6.htm>
3. Ulomov V.I. Seismicity // The National Atlas of Russia. Vol. 2. Nature. Ecology. 2004. P. 56–57.
4. On the assessment of seismic danger in the North Caucasus / V.I. Ulomov, T.I. Danilova, N.S. Medvedeva, T.P. Polyakova, L.S. Shumilina // Physics of the Earth. 2007. No. 7. P. 31–45.
5. Analysis of the seismic danger of the North Caucasus and Crimea as a part of general seismic zoning of the territory of the Russian Federation / V.I. Ulomov, M.I. Bogdanov, B.G. Pustovitenko, S.A. Peretokin, A.L. Strom, K.N. Akatova, T.I. Danilova, N.S. Medvedeva // Engineering Survey. 2015. No. 13. P. 12–27.
6. Ulomov V.I., Bogdanov M.I. A new set of maps of general seismic zoning // Engineering Survey. 2013. No. 8. P. 30–39.
7. Ulomov V.I. On the engineering and seismological surveys in building // Engineering Survey. 2009. No. 9. P. 28–39.
8. Ulomov V.I. On the way to reducing the devastating effects of earthquakes // Engineering protection. 2016. No. 2 (13). P. 32–40.
9. Seismic zoning maps (for Krasnodarsky krai including the Republic of Adygheya) SNKK 22-301-2000 (MSK-64 scale for medium soil conditions and three degrees of seismic danger – A (10%), B (5%), C (1%) for 50 years; On the interdepartmental commission on seismic-resistant construction and thermal protection of buildings and constructions of the department of

- ному строительству и теплозащите зданий и сооружений при департаменте строительства Краснодарского края: постановление Главы администрации Краснодарского края от 25.04.2001 № 328 (ред. от 21.05.2009); Территориальные строительные нормы Краснодарского края СНКК 22-301-2000 (ТСН 22-302-2000 Краснодарского края) «Строительство в сейсмических районах Краснодарского края» (введены в действие постановлением главы администрации Краснодарского края от 4 апреля 2001 г. № 244)
10. Амосов А.А., Синицын С.Б. Основы теории сейсмостойкости сооружений: учеб. пособие. М.: Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2010. 136 с.
11. Синицын С.Б., Фролов А.А. Система расчета строительных конструкций RADIUS // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2000. № 3.
12. Синицын С.Б. Расчет на сейсмостойкость пространственных стержневых конструкций, не соответствующих консольной схеме // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2002. № 4.
- Krasnodar Krai: the decision of the Head of administration of Krasnodar Krai of 25.04.2001 No. 328 (ed. of 21.05.2009); Territorial building norms of Krasnodar Krai SNKK 22-301-2000 (TSN 22-302-2000 of Krasnodar Krai) "Construction in seismic regions of Krasnodar Krai" (introduced by the Decree of the head of Krasnodar Krai administration of April 4, 2001 No. 244)
10. Amosov A.A., Sinitsyn S.B. Fundamentals of the theory of earthquake resistance of constructions: a manual. M.: Publishing House of Association of Engineering Universities, 2010. 136 pp.
11. Sinitsyn S.B., Frolov A.A. RADIUS system for calculation of building constructions // Earthquake-resistant Engineering. Security Facilities of Constructions. 2000. No. 3.
12. Sinitsyn S.B. Calculation of seismic resistance of spatial core constructions not appropriate for console scheme // Earthquake-resistant Engineering. Security Facilities of Constructions. 2002. No. 4.