

# СЕЙСМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СНИЖЕНИЕ РИСКА И УМЕНЬШЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

УДК 539.3; 550.34

**В.А. БАБЕШКО**

*Кубанский государственный университет, г.Краснодар*

## МЕХАНИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Работа посвящена разработке теоретических основ и математических моделей расчета концентрации напряжений в литосферной плите с учетом широкого спектра воздействий на плиту, а также ее характеристик и параметров, которые могут повлиять на точность оценки.

The work is aimed at the development of theoretical fundamentals and mathematical models for calculating stress concentrations in a lithosphere plate taking into account a wide range of actions on the plate, as well as its characteristics and parameters, which may affect the precision of calculations.

Проблема прогноза землетрясений, поиск путей снижения риска сейсмических явлений приводит к необходимости глубокого изучения формирования условий подготовки землетрясений как процесса аккумуляции значительной упругой энергии в литосферных плитах с последующим ее освобождением. В настоящей работе проводится исследование проблемы с позиций механики разрушения с учетом комплексного воздействия на литосферную плиту различных факторов.

С точки зрения происходящих сейсмических событий, кору Земли нельзя рассматривать как крупномасштабный объект, поскольку сейсмические события носят локальный характер. Максимальные, зарегистрированные разломы Земли, появляющиеся при землетрясениях, не превосходят 100 км в длину. Проявления сейсмических событий в одних местах, как правило, не влекут за собой подобных событий в других, удаленных. В связи с этим при изучении сейсмического события в литосферной плите анали-

зируются мелкомасштабные особенности, разломы, включения, неоднородности, воздействия, а сама литосферная плита представляется горизонтально протяженной и даже неограниченной трехмерной плитой, имеющей сложное строение.

Для литосферных плит необходимо учитывать преднапряженность, сильную анизотропию, необязательно ортотропного характера, термоэлектоупругость, хотя и слабо проявляющуюся, а также вязкоупругость, по крайней мере верхних слоев, где известны поднятия и опускания геологических структур.

Еще больше проблем представляет описание внешних факторов, влияющих на напряженно-деформированное состояние литосферных плит. К их числу относятся центробежные силы, связанные с вращением Земли, наиболее значительные на экваторе и, возможно, наиболее значимые при подготовке землетрясений, атмосферное давление, притяжение Луны и возникающие приливы, выпадение осадков и волнения

морей и океанов, смена времен года, солнечная активность, техногенные воздействия, связанные с деятельностью человека. Важнейшим фактором является медленно происходящий по границе Мохоровичича дрейф литосферных плит, сопровождающийся их деформацией.

Таким образом, землетрясение – это разрушение литосферной плиты, происходящее с высвобождением упругой энергии, накопившейся в литосферной плите за счет внешних воздействий. Места разрушения расположены в зонах наибольшей концентрации напряжений. Процессы разрушения происходят при максимальных касательных напряжениях, если зона не имеет неоднородностей. Разрушения проявляются в вершинах трещин, включений или иных структур сложного строения, состоящих из совокупностей неоднородностей (вирусов вибропрочности). Могут иметь место упруго-пластические разрушения при наличии больших нелинейных деформаций.

В основу механической концепции прогноза землетрясений, разрабатываемой в Кубанском университете, положены расчет напряженно-деформированного состояния литосферной плиты как деформируемого механического объекта, оценка концентраций напряжений в особых зонах, наиболее подверженных разрушению. К числу таких зон относятся содержащиеся в плите разломы, полости-трещины, неоднородности, остроугольные призмоподобные края плиты, зоны утончений и другие области, допускающие увеличение концентрации напряжений. Внешние воздействия участвуют в описании поведения литосферной плиты интегрированно, как объемные и поверхностные.

Анализ тектонодинамических и сейсмических особенностей территории Краснодарского края позволил выявить основные региональные закономерности в распределении сейсмичности и их последующей локализации. Можно утверждать, что распределение очагов землетрясений по региону не хаотично, а закономерно приурочено к известным тектоническим структурам, что они тяготеют к узлам пересечения общекавказских тектонических структур с аномальными к ним антикавказскими разрывами или вытягивается цепочкой вдоль диагональных сдвиговых структур. Наиболее сейсмичными и, вследствие этого, опасными являются узлы пресечения кавказских структур с Пшехско-Адлерской и Анапско-Джигинской поперечной зонами, в первую очередь, и с Туапсинской и Геленджикской, во-вторую.

Сформулированы краевые задачи различных уровней сложности для описания напряженно-деформированного состояния литосферной плиты территории [4]. Разработан метод решения краевых задач – метод факторизации, который позволяет строить общее решение краевой задачи, сравнительно просто осуществлять варьирование входными параметрами, а при необходимости служит инструментом для проведения численных расчетов [1-3].

Развит математический аппарат быстрого сведения краевых задач динамической теории упругости для сред с неоднородностями к системам функционально-матричных уравнений [5]. Разработанная схема позволяет рассматривать случаи плоскопараллельных трещин-полостей или включений с любым их количеством, как по этажности плоскостей их расположения, так и по количеству в каждой плоскости. При этом наращивание числа неоднородностей при необходимости исследования их в условиях возникновения новых разломов не вызывает значительных затруднений [6].

Получила дальнейшее развитие теория вирусов вибропрочности, введенных для упорядочения систем совокупностей неоднородностей разной природы: включений, трещин, дефектов, полосковых линий передач и т.д. – в сплошных средах независимо от их физических свойств для выявления закономерностей их поведения. Вирусы локализуют физические процессы, приводят к резонансам [7].

Разработаны методы построения условий, при которых вирус вибропрочности локализует волновой процесс, т.е. до 80 % всей энергии волн, распространяющихся в упругой среде, в ограниченной зоне. Выяв-

лено влияние на локализацию волнового процесса некоторых факторов: расстояния между трещинами по вертикали, заглубления системы трещин в случае полупространства, расстояния системы трещин от верхней и нижней границ слоя, расстояния между трещиной и включением в случае вируса вибропрочности смешанного типа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабешко В.А.* Метод факторизации решения некоторых краевых задач / В.А.Бабешко, О.М.Бабешко // ДАН РФ. 2003. Т.389. № 2.
2. *Бабешко В.А.* Обобщенная факторизация в краевых задачах в многосвязных областях / В.А.Бабешко, О.М.Бабешко // ДАН РФ. 2003. Т.392. № 2.

3. *Бабешко В.А.* Метод факторизации в теории вирусов вибропрочности / В.А.Бабешко, О.М.Бабешко // ДАН РФ. 2003. Т.393. № 4.

4. *Бабешко В.А.* Исследование возможности расчета сейсмической напряженности литосферных плит / В.А.Бабешко, О.М.Бабешко, Р.Вильямс (США) // Труды 3-й Всерос. конф. по теории упругости с международным участием. Ростов-на-Дону: Новая книга, 2004.

5. *Бабешко В.А.* Динамические задачи для сред с нарушением сплошности / В.А.Бабешко, О.Д.Пряхина, А.В.Смирнова // Прикладная механика. 2004. № 3.

6. *Павлова А.В.* К исследованию «вирусов» вибропрочности смешанного типа / А.В.Павлова, С.В.Ратнер // Труды 3-й Всерос. конф. по теории упругости с международным участием. Ростов-на-Дону: Новая книга, 2004.

7. *Ратнер С.В.* Математическое моделирование волновых процессов в геологических средах // Компьютерное моделирование – 2004: Труды 5-й Междунар. науч.-техн. конф. СПб: Нестор, 2004.