Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС) Госстроя СССР

Рекомендации
по изучению разрывных и складчатых структур для сейсмического микрорайонирования

Москва Стройиздат 1984

gost.e-ecolog.ru

УДК 550.343.4

Рекомендовано к изданию решением секции Геофизики и инженерной сейсмологии НТС ПНИИИС Госстроя СССР

Рекомендовано по изучению разрывных и складчатых структур для сейсмического микрорайонирования /ПНИИИС.–М.: Стройиздат, 1984. – 20 с.

Составлены к главе СНиП II-А. 12-69.

Рассмотрены вопросы методики и техники сейсмического микрорайонирования строительных площадок, пересеченных тектоническими структурами.

Для инженерно-технических работников проектно-изыскательских организаций Госстроя СССР.

Табл. 4

Разработано ПНИИИС Госстроя СССР (кандидаты физ.-мат. наук В.Н.Аверьянов и А.С.Алешин, инж. Бархатов, кандидаты геол.-минерал. наук Ю.И. Баулин, Б.А.Матушкин, В.В.Севастьянов, Г.А.Шмидт, д-р геол.-минерал. наук С.А.Несмеянов). Ответственный редактор д-р геол.-минерал. наук Н.И.Кригер.

3202000000 –477
Р 047(01) –84 Инструкт.-нормат., 2 вып. – 80–83

© Стройиздат, 1984

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Действие Рекомендаций распространяется на производство инженерных изысканий для целей сейсмического микрорайонирования территорий проектируемой и существующей застройки населенных пунктов и объектов промышленного строительства.

1.2. При исследовании тектонических структур в связи с сейсмическим микрорайонированием используются методы геологии (геологическое строение территории, инженерно-геологические свойства пород, склоновые процессы и т.д.), геофизики (структурные задачи, сейсмические свойства пород, приращение сейсмической интенсивности), макросейсмики (изучение сейсмодислокаций и деформации зданий и сооружений при ранее происходивших землетрясениях) и геодезии.

Виды и объемы выполняемых работ определяются классом строительных объектов и сейсмологическими условиями территорий (мощностью покровных отложений, характером тектоники и т.д.).

1.3. Выявление и картирование тектонических (разрывных и складчатых структур), изучение особенностей их строения и состава слагающих их пород при сейсмическом микрорайонировании (масштаб 1:25 000 и крупнее) производится для решения следующих основных задач:

оценки приращения сейсмической интенсивности на участках распространения разрывных структур;

прогноза возможного изменения приращения сейсмической интенсивности на этих участках в результате техногенных воздействий;

прогноза возможной активизации экзогенных геодинамических процессов (оползней, обвалов и т.д.), связанных с разрывными и складчатыми структурами, при сейсмических воздействиях.

1.4. Для решения поставленных задач проводятся тектонические, инженерно-геологические и геофизические работы. В зависимости от класса районируемых объектов используются различные комплексы методов исследования.

1.5. Вопрос об очаговых зонах и возможности рассмотрения тектонических структур, как сейсмогенерирующих элементов земной коры, относится к области обзорного и детального сейсмического районирования и в данных Рекомендациях не рассматривается. В Рекомендациях разрывные структуры (дизъюнктивы) рассматриваются главным образом как объемные геологические тела (разрывные зоны), в пределах которых порода обладает аномальными по отношению к вмещающему массиву сейсмическими и инженерно-геологическими свойствами.

1.6. Наиболее важными характеристиками разрывных структур для сейсмического микрорайонирования служат:

пространственная ориентировка разрывной зоны в массиве и ее соотношение с ориентировкой склонов поверхности рельефа:

строение разрывной зоны;

состав, характер трещиноватости, состояние и свойства пород разрывной зоны;

наличие или отсутствие чехла, перекрывающего разрывную структуру (его мощность, состав, состояние, и свойства пород);

наличие или отсутствие современных тектонических смещений по разрывной структуре;

наличие современных или древних сейсмотектонических дислокаций в разрывных зонах;

строение геологического разреза крыльев разрывной структуры.

1.7. Для складчатых структур при сейсмическом микрорайонировании наиболее важными характеристиками являются:

строение геологического разреза, состав и свойства пород, слагающих складчатую структуру;

соотношение наклона дислоцированных слоев с поверхностью рельефа.

1.8. Рекомендуется классификация тектонических структур по протяженности, км, с использованием следующих приставок:

более 100	- мега
100-1	- макро
1000-10	- мезо
менее 10	- микро

Например: микродизъюнктив, мегантиклиналь и т.д.

1.9. Объекты, для которых проводится сейсмическое микрорайонирование, разделяются на три класса.

I - крупные города (более 100 000 жителей) и промышленные комплексы, наиболее крупные промышленные и гражданские сооружения.

II - города (10 000 - 100 000 жителей), промышленные комплексы и ответственные промышленные и гражданские здания и сооружения.

III - поселки (менее 10 000 жителей), рядовые промышленные и гражданские здания и сооружения.

В зависимости от класса объектов сейсмическое микрорайонирование проводится на основе того или иного комплекса методов исследования. Класс объектов сейсмического микрорайонирования устанавливается проектирующими организациями.

2. ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Тектонические исследования при сейсмическом микрорайонировании проводятся с целью: выявить и изучить строение, расположение и взаимоотношение разрывных и складчатых структур, как основу для проведения инженерно-геологических и сейсмических исследований на участке сейсмического микрорайонирования.

2.2. Различаются активное и пассивное влияние тектонических структур на условия строительства:

активное влияние, т.е. влияние движений возможно для обнаженных или неглубоко погребенных структур и заключается в современных тектонических смещениях, связанных или несвязанных с землетрясениями и опасных для сооружения;

пассивное влияние, т.е. влияние особенностей литологии и условий залегания нарушенных пород; оно определяется составом и инженерно-геологическими свойствами дислоцированных пород, размерами, строением, морфологией и орфографическим положением тектонических структур; пассивное влияние может сказываться на приращении сейсмического балла и проявлении гравитационных процессов и сейсмодислокаций; пассивное влияние оказывают структуры как молодые, так и древние; оно свойственно и структурам, обладающим активным влиянием.

2.3. По результатам изучения разрывных и складчатых структур и сейсмодислокаций, расположенных на участках сейсмического микрорайонирования, рекомендуется составлять тектоническую схему (2.36-2.38).

2.4. В тех случаях, когда разрывные структуры на участке сейсмического микрорайонирования обнажены недостаточно, для уточнения их строения и взаимоотношения с другими разрывными и складчатыми структурами рекомендуется проведение геолого-геоморфологического и аэровизуального обследования территории в радиусе не менее 30 км от границ участка сейсмического микрорайонирования.

а) Изучение разрывных структур

2.5. Разрывная структура (дизъюнктив) представляет собой нарушение сплошности пород со смещением слоев или магматических тел по разрывной поверхности или разрывной зоне. Разрывная зона представляет собой трехмерное геологическое тело тектонически передробленных и сильно трещино-

ватых пород со своеобразными инженерно-геологическими и сейсмическими свойствами.

2.6. При картировании дизъюнктива в полевых условиях следует:

отдешифрировать на аэрофотоснимках обнаженные и погребенные дизъюнктивы:

охарактеризовать геоморфологическую выраженность дизъюнктива, выявить возможную ее связь с распространением пород, обладающих различной устойчивостью по отношению к процессам выветривания и денудации;

зарисовать и сфотографировать дизъюнктив;

описать породы в крыльях дизъюнктива;

охарактеризовать форму разрывной поверхности или строение разрывной зоны, наличие в ней вторичных изменений (выветрелость, минеральные новообразования), жильного выполнения, интрузивных внедрений (штоков, даек, силлов), нептунических даек, диапировых тел, зеркал скольжения, явлений будинажа, сланцеватости, приразрывной складчатости и т.п.;

замерить простирание и падение дизъюнктива и контактов передробленных пород, если дизъюнктив обнажен плохо;

по возможности определить направление и амплитуду смещения или приблизительно оценить эту амплитуду по косвенным данным;

проследить дизъюнктив по простиранию и определить его протяженность (прямыми наблюдениями, если это возможно в пределах изучаемой территории, или по литературным данным).

2.7. Картирование дизъюнктивов даже в условиях удовлетворительной обнаженности представляет трудную задачу, поскольку дизъюнктив во многих случаях непосредственно не наблюдается. При этом в качестве косвенных признаков наличия дизъюнктива можно рассматривать следующие явления:

несоответствия в залегании пачек слоев, выходы которых расположены на близком расстоянии один от другого;

выпадение отдельных горизонтов из разреза, особенно горизонтов таких пластичных при повышенных давлениях и температурах пород как каменная соль, гипс, яшмы;

резкие различия в преимущественной ориентировке шлиров, ксенолитов, кристаллов, в близко расположенных один от другого обнажениях в батолитах и плутонах;

отсутствие зоны термального метаморфизма на контакте интрузивных и осадочно-метаморфических пород;

наличие цепочек родников (особенно - выходы термальных, минеральных и газированных вод);

присутствие поясов повышенной трещиноватости и раздробленности пород, их катаклаза;

наличие протяженных уступов рельефа;

линейная вытянутость долин, даже принадлежащих к разным бассейнам (нередко приуроченность долин к дизъюнктивам сильно осложняет наблюдения последних).

В условиях сложной тектоники на контакте пород с различной деформируемостью (например, диабаз и яшмы, известняки и гнейсы, песчаники и каменная соль и т.д.) следует подозревать наличие дизъюнктива.

2.8. При формировании особо крупных оползней образуются разрывные поверхности и зоны, иногда сходные с поверхностями и зонами тектонических дизъюнктивов. В ряде случаев дизъюнктивные смещения, считающиеся тектоническими, близки к оползневым по своей природе, т.к. имеют не эндогенное, а экзогенное (гравитационное) происхождение. На практике для разделения оползневых и тектонических явлений гравитационного генезиса часто используется масштабный критерий (к тектоническим относятся смещения массивов объемом в кубические километры и более). Формирование тектонических покровов (шарьяжей) часто объясняется гравитационными процессами, сходными с оползневыми. Такова же природа многих тектонических отторженцев (экзотических глыб, клиппенов, олистолитов). Отмечается приурочен-

ность сместителя крупных гравитационных дислокаций к толщам пластичных и обводненных пород. При сейсмических воздействиях может иметь место активизация процессов гравитационного смещения больших масс. Для обозначения всех подобных явлений используется термин "гравитационная тектоника".

2.9. Современные тектонические или гравитационно-тектонические смещения, зафиксированные инструментально, учитываются при выборе строительных площадок и размещении зданий и сооружений. Крупноамплитудные новейшие, особенно голоценовые или четвертичные движения, получившие отражение в рельефе, вызывают подозрение возможности современных смещений и могут потребовать (особенно, для строительных объектов 1 класса) специального изучения.

Примечание. Новейшими (неотектоническими) считаются тектонические движения, активизировавшиеся в неогеновом и четвертичном периодах. В некоторых районах новейшая активизация тектонических движений началась в палеогене или середине миоцена.

2.10. Для изучения пассивного влияния дизъюнктива на условия строительства наибольшее значение имеют:

различия в строении крыльев дизъюнктива (2.11);

строение (2.12-2.22) и ширина (2.23) разрывной зоны;

морфологический тип дизъюнктива (2.24) и характер соотношения разрывной зоны со склонами поверхности рельефа (3.13);

мощность ненарушенного чехла, перекрывающего погребенный дизъюнктив.

2.11. Строение крыльев дизъюнктива может быть одинаковым или различным. Опущенные крылья у многих новейших дизъюнктивов перекрыты рыхлыми отложениями. Увеличение амплитуды перемещения, как правило, благоприятствует появлению различий в строении крыльев дизъюнктива.

2.12. При изучении строения разрывной зоны описываются:

число и характер сочетания подзон (2.14);

наличие в разрывной зоне инородного материала (например, жильного выполнения, магматических внедрений, диапировых тел, нептунических даек, минеральных новообразований, осадков из грунтовых вод, в частности глинистого материала);

наличие или отсутствие пустот, образовавшихся вследствие выщелачивания, суффозии и т.п.

2.13. В разрывных зонах могут выделяться три типа подзон:

подзоны сместителя (2.15);

подзоны тектонических клиньев (2.20);

краевые подзоны аномальной (повышенной по отношению к вмещающему массиву) трещиноватости (2.19).

2.14. Разрывные зоны делятся по строению на простые и сложные:

простые разрывные зоны включают одну подзону сместителя и две краевые подзоны аномальной трещиноватости: ширина таких зон зависит от литологии пород крыльев, протяженности дизъюнктива и амплитуды смещений; в частности, у макродизъюнктивов они обычно не превышают первых сотен метров, а у мегадизъюнктивов могут достигать несколько километров;

сложные разрывные зоны включают одну или несколько подзон тектонических клиньев, чередующихся с подзонами сместителя, а также две краевые подзоны аномальной трещиноватости; такие зоны более свойственны мегадизъюнктивам и могут достигать ширины в несколько километров.

2.15. Подзона сместителя состоит из интенсивно передробленных или перетертых пород, рассекаемых субпараллельными или расположенными кулисообразно трещинами. Иногда присутствуют зеркала скольжения. В сложных разрывных зонах следует различать:

подзону главного сместителя, которая разделяет тектонические клинья из разных крыльев дизъюнктива и в строении которой присутствует материал обоих крыльев;

одну или несколько подзон второстепенных сместителей, разделяющих тектонические клинья, образовавшиеся из одного крыла дизъюнктива.

Если крылья сложного дизъюнктива сложены одинаковыми породами и строение тектонических клиньев не позволяет установить из какого крыла они образовались, то подзоной главного сместителя считается та , которая характеризуется максимальной амплитудой смещений.

2.16. Ширина подзоны сместителя в простой разрывной зоне, как правило, в несколько раз или на порядок величин меньше ширины разрывной зоны. Ширина подзоны сместителя может варьировать; иногда эта подзона приобретает четко видную форму. У мезодизъюнктивов в сужениях крылья могут смыкаться по разрывной поверхности, а подзона сместителя фиксируется тогда в расширениях.

2.17. Породы подзоны сместителя называются тектонитами. Выделяются следующие виды тектонитов по размеру преобладающих фракций, мм,

тектоническая глинка (глинка трения)	менее 0,05
" мука	0,05-0,5
" крошка	0,5-20
" орешник	20-200
" брекчия	более 200

Заполняющий материал в тектонических брекчиях, орешнике или крошке может быть базальным, когда обломки не соприкасаясь рассеяны в нем, или поровым, когда он заполняет промежутки между соприкасающимися обломками.

2.18. Под микроскопом породы в подзоне сместителя разделяются на какириты (порода, нарушенная микротрещинами), катаклазиты (однородная масса деформированных кристаллов и их обломков, характеризующихся волнистым угасанием и т.п. и милониты (микрозернистая масса со сланцеватой или волокнистой структурой).

2.19. Краевые подзоны аномальной трещиноватости характеризуются убыванием густоты трещин к периферии разрывной зоны. Ширина таких подзон достигает несколько сотен метров. Поэтому краевые подзоны аномальной трещиноватости могут районироваться с использованием различных количественных характеристик трещиноватости, которые выбираются в зависимости от инженерно-геологических и гидрогеологических задач.

2.20. Подзоной тектонического клина (целика) считается ненарушенный блок пород, находящийся в разрывной зоне. В каждой подзоне тектонического клина наблюдается убывание густоты трещин к ее середине. В центре широкой подзоны тектонического клина густота трещин может не превышать их густоту за пределами разрывной зоны (фоновая трещиноватость). Наиболее мелкие тектонические клинья отличаются от глыб тектонической брекчии тем, что тектонический клин смещается вдоль дизъюнктива, а глыба развернута относительно крыла, из которого она выколота, и часто отличается неправильной формой.

2.21. Ширину тектонических клиньев целесообразно соотносить с размерами объектов сейсмического микрорайонирования, выделяя, например, клинья шириной, м:

мелкие - до 10 м;

средние - 10-100 м, соизмеримые с отдельными инженерными сооружениями;

крупные - 100-1000 м, соизмеримые с очень большими инженерными сооружениями или с группами таких сооружений;

гигантские - от одного до нескольких километров, соизмеримые с участками сейсмического микрорайонирования, поселками и частями городов.

2.22. Форма тектонических клиньев учитывается при размещении сооружений. Она зависит от планового расположения подзон второстепенных сместителей, обусловленного морфологическим типом дизъюнктива:

у сбросов, взбросов и сдвигов преобладают тектонические клинья линзовидной формы, но при наличии сложного разрывного оперения подзоны главного сместителя (ветвящиеся разрывы, структуры типа "конского хвоста" и т.д.

т.д.) могут присутствовать тектонические клинья треугольной, четырехугольной и многоугольной формы;

у надвигов обычны тектонические клинья сложной извилистой формы, а также клинья в форме сегментов и трапеций.

2.23. Ширина разрывных зон и подзон у дизъюнктивов одинаковой протяженности может меняться от нескольких раз до порядка величин в зависимости от состава пород, степени их метаморфизма и выветрелости.

2.24. Морфологический тип дизъюнктива определяется наклоном его сместителя и относительным перемещением крыльев (пп. 2.25-2.28), что сказывается на строении их разреза или обуславливает сдваивание разреза на участках надвиговых перекрытий.

2.25. Направление смещения крыльев дизъюнктива определяется:

по смещению маркирующих слоев, даек, границ осадочных и магматических пород, поверхностей выравнивания, террас и т.п.;

по направлению загиба слоев, которые обычно подворачиваются у разрыва в сторону смещения противоположного крыла;

по расположению зеркал скольжения, которые на неровных разрывных поверхностях чаще образуются у изгибов, препятствовавших смещению:

по бороздам и шрамам на поверхности зеркал скольжения (шрамы по направлению смещения становятся широкими и мелкими);

по складкам волочения; смещение крыла разрыва направлено в сторону острого угла, который образуется осевыми поверхностями складок волочения с разрывной поверхностью:

по трещинам оперения (п. 2.26).

Примечание. Борозды на зеркалах скольжения отражают ориентировку частых подвижек и могут не совпадать с общим направлением смещения по дизъюнктиву.

2.26. Вдоль сместителя дизъюнктивов обычно прослеживаются системы оперяющих трещин; трещины образуют с поверхностью сместителя острый угол, вершина которого направлена в сторону движения разбитого этими трещинами блока пород. По ориентировке трещин оперения можно определить направление и ориентировку плоскости сместителя разрыва.

2.27. Новейшие смещения крыльев в вертикальном и горизонтальном направлении определяются раздельно:

амплитуда вертикальных новейших движений по дизъюнктиву $A_{отн}$ определяется как разность амплитуд неотектонических движений поднятого крыла разрыва $A_п$ и его опущенного крыла $A_о$, т.е. $A_{отн} = A_п - A_о$;

горизонтальная составляющая свойственна большинству дизъюнктивных нарушений. Надвиговые смещения определяются по величине перекрытия крыльев. Выявление сдвиговых горизонтальных движений обычно затруднительно. Наиболее определенно устанавливаются современные горизонтальные движения с помощью инструментальных измерений.

2.28. В метаморфизованных и сложно дислоцированных толщах часто неясна принадлежность дизъюнктивов к сдвигам, сбросам, взбросам и т.п. В данном случае можно определить направление разрывного смещения по отношению к земной поверхности (вертикальное, горизонтальное, наклонное); объектам в крыльях дизъюнктивов, например, к слоям, дайкам, контактам и т.п. (согласное, секущее); простирание сместителя (нормальное, горизонтальное и косое, которое может быть нисходящим или восстающим и сходящим или ныряющим).

2.29. В отдельных случаях при землетрясениях интенсивностью более 8 баллов к разрывным зонам тяготеют сейсмотектонические дислокации (сейсмосбросы, сейсмонадвиги, сейсмосдвиги, сейсмосрывы, зоны кулисных сейсмотрещин и т.п.).

б) Изучение складчатых структур

2.30. На участке сейсмического микрорайонирования изучаются главным образом мезо- и микроскладки. Мегаскладки и большинство макроскладок попадают на площадь сейсмического микрорайонирования частями, в которых слои пород моноклинальны или смяты в мезо- и микроскладки.

2.31. При изучении складчатых структур в полевых условиях следует:

отдешифрировать складки на аэрофотоснимках;

описать возрастную последовательность дислоцированных пород;

замерить элементы залегания одинаково дислоцированных пород в разных обнажениях и пачек по-разному дислоцированных пород в каждом обнажении;

проследить пачки и наиболее представительные пласты компетентных (твердых) пород, определяющих характер (размеры и морфологию) главных складчатых структур;

охарактеризовать геоморфологическую выраженность складчатых структур;

выявить соотношение наклона слоев с главными склонами.

2.32. Складчатые структуры могут оказывать пассивное влияние на условия строительства за счет различной дислоцированности пород, определяемой морфологией структур и степенью подобия деформации отдельных слоев, а также различного характера орографического проявления этих структур и соотношения наклона слоев со склонами.

2.33. Замки складок часто отличаются повышенной трещиноватостью и нарушенностью дизъюнктивами. Для сводов куполовидных структур, особенно диапировых, характерна сложная сетка радиальных и концентричных дизъюнктивов, чаще всего сбросов (черепаховая структура, структура "битой тарелки"). При изоклинальной складчатости замки складок осложняются параллельными взбросами, у которых наклон сместителей близок к наклону осевых поверхностей складок. Лежачие и опрокинутые складки могут нарушаться надвигами. В сложно дислоцированных толщах, особенно высокометаморфизованных, расшифровка структур затруднительна.

2.34. При смятии толщ наблюдается их тонкое рассланцевание - кливаж, который может вызвать анизотропию свойств пород. По отношению к складчатым структурам выделяется несколько типов кливажа: послойный, веерообразный (ориентирован вкрест слоистости), осевой поверхности (именуемый также кливажем течения или главным кливажем), раскола и др. Кливаж раскола ориентирован обычно так же, как и веерообразный, перпендикулярно к слоистости, но проявляется самостоятельно в каждом слое.

в) Составление тектонической схемы

2.35. Тектоническая схема служит вспомогательным материалом для карты сейсмического микрорайонирования и составляется в том же масштабе, для участков с обнаженными или неглубоко залегающими дислоцированными породами. Схема сопровождается профилями, на которых разрывные и складчатые структуры наносятся с учетом имеющихся геофизических данных и результатов бурения.

2.36. Для разрывных структур на тектоническую схему наносятся:

разрывные зоны и их подзоны;

наиболее крупные трещины;

морфологический тип дизъюнктива;

характер выражения дизъюнктива в рельефе ;

мощность ненарушенного чехла, перекрывающего погребенный дизъюнктив;

участки распространения современных и древних сейсмодислокаций;

данные по характеру оперяющей трещиноватости дизъюнктивов;

данные о различии строения крыльев дизъюнктива;

особенности строения, история развития и возраста дизъюнктивов, соотношения дизъюнктивов между собой; условными знаками рекомендуется от-

мечать: наличие современных смещений, их скорость и вероятность активного характера влияния дизъюнктива на условия строительства; данные о возрасте наиболее молодых смещений, о длительности развития дизъюнктива и о наличии знакопеременных смещений; ориентировку и амплитуду новейших, особенно наиболее молодых смещений.

2.37. На тектоническую схему рекомендуется наносить границы и оси складчатых структур. Морфология этих структур может изображаться изогипсами, отражающими рельеф поверхности наиболее представительного (обычно наиболее компетентного) пласта и самостоятельно дислоцированной пачки, отпрепарированной денудацией или изученной с помощью геофизических методов, горных выработок или бурения. Условными знаками целесообразно отразить морфологию (когда для проведения изогипс материала недостаточно) и характер орографического проявления пликативных структур.

3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Наличие разрывных структур по большей части ухудшает инженерно-геологические и инженерно-сейсмические условия строительства зданий и сооружений по следующим причинам:

выветрелые и передробленные породы разрывной зоны в основании сооружения могут снижать прочность основания, вызывать неравномерные осадки сооружений;

особые грунтовые условия в разрывных зонах, вызванные повышенной раздробленностью; выветрелостью, обводненностью пород и т.д., обычно ухудшают сейсмические условия в пределах таких зон:

пересечение склонов и откосов разрывными структурами при определенных условиях снижает их устойчивость и при сейсмических воздействиях могут привести к появлению опасных для сооружений сейсмогравитационных процессов (обвалы, оползни и т.д.).

3.2. В состав инженерно-геологических работ при сейсмическом микрорайонировании входит:

изучение общих инженерно-геологических и гидрогеологических условий на участках развития разрывных структур;

изучение состава, физико-механических свойств пород и гидрогеологических условий в зонах разрывных структур;

выявление участков, малопригодных для строительства вследствие возможной активизации склоновых геодинамических процессов, связанных с сейсмическим воздействием на массив горных пород, пересеченный разрывными структурами;

определение приращения сейсмической интенсивности на участках, пересеченных разрывными структурами, по инженерно-геологическим данным для объектов III класса.

3.3. Результаты инженерно-геологических исследований обобщаются на инженерно-геологической карте, составляемой в масштабе сейсмического микрорайонирования.

3.4. Изучение общих инженерно-геологических и гидрогеологических условий участков, на которых при тектонических исследованиях выделены разрывные структуры, включает:

уточнение геологического разреза с использованием буровых и шурфовочных работ;

изучение состава, состояния и свойств рыхлых и скальных пород участка;

определение положения УГВ непосредственно в разрывной зоне и на прилегающих участках.

3.5. При инженерно-геологическом изучении разрывных структур могут применяться следующие виды работ:

инженерно-геологическая съемка;

проходка выработок (скважин, шурфов), глубина которых определяется мощностью изучаемой толщи пород (п. 4.02);

режимные и опытные гидрогеологические работы;

опытные полевые исследования деформационных, прочностных и упругих свойств пород в массиве с применением как инженерно-геологических, так и геофизических методов;

стационарные наблюдения с помощью геодезических методов за деформациями склонов и откосов, пересеченных разрывными структурами;

изучение состава и инженерно-геологических свойств пород в лабораторных условиях.

3.6. При инженерно-геологической съемке для выделенных разрывных зон уточняется их положение в плане и в разрезе, мощность разрывной зоны и ее изменение по простиранию, мощность и состояние перекрывающих разрывную зону рыхлых отложений в случае погребенных разрывов.

3.7. Для инженерно-геологической характеристики свойств пород в разрывной зоне и вмещающем массиве рекомендуется:

описание, зарисовка, фотографирование пород и количественная характеристика трещиноватости в штольнях и шурфах;

описание керна скважин, оценка прочности пород по скорости бурения;

ориентировочная оценка прочности пород по коэффициенту крепости пород Протодьяконова (табл. 1) или коэффициенту прочности (коэффициенту выветрелости) Швеца (табл. 2).

Таблица 1

Категория породы	Степень крепости породы	Породы	Коэффициент крепости
I	В высшей степени крепкие	Наиболее крепкие, плотные, вязкие кварциты и базальты. Исключительные по крепости другие породы	20
II	Очень крепкие	Очень крепкие гранитные породы. Кварцевый порфир, очень крепкий гранит, кремнистый сланец, менее крепкие, нежели указанные выше. Самые крепкие песчаники и известняки	15
III	Крепкие	Гранит и гранитные породы. Очень крепкие песчаники. Кварцевые рудные жилы. Крепкий конгломерат. Очень крепкие железные руды.	10
IIIа	"	Известняки (крепкие). Некрепкий гранит. Крепкие песчаники. Крепкий мрамор, доломит. Колчедан.	8
IV	Довольно крепкие	Обыкновенный песчаник. Железные руды	6
IVа	То же	Песчанистые сланцы. Сланцеватые песчаники	5
V	Средние	Крепкий глинистый сланец. Некрепкий песчаник и известняк, мягкий конгломерат	4
Va	"	Разнообразные сланцы (некрепкие). Плотный мергель	3

Продолжение табл. 1

Категория породы	Степень крепости породы	Породы	Коэффициент крепости
V	Довольно мягкие	Мягкий сланец, мягкий известняк, мел, каменная соль, гипс. Мерзлый грунт, антрацит. Обыкновенный мергель. Разрушенный песчаник, сцементированная галька и хрящ, каменистый грунт	2
Va	То же	Щебнистый грунт. Разрушенный сланец, слежавшаяся галька и щебень, крепкий каменный уголь (f = 1,4-1,8), отвердевшая глина	1,5
IV	Мягкие	Глина плотная. Средний каменный уголь (f = 1-1,4). Крепкий глинистый грунт	1
IVa	"	Легкая песчанистая глина, лесс, гравий. Мягкий уголь (f = 0,6--1)	0,8
III	Землистые	Растительная земля, торф. Легкий суглинок, сырой песок	0,6
II	Сыпучие	Песок, осыпи, мелкий гравий, насыпная земля, добытый уголь	0,5
I	Плывучие	Плывуны, болотистый грунт, разжиженный лесс и другие разжиженные грунты (f = 0,1-0,3)	0,3

Таблица 2

Значения коэффициента выветренности $K_в$	Оценка прочности обломков по сопротивлению разламыванию в состоянии природной влажности
$K_в < 0,5$	Не разламываются руками
$0,5 < K_в < 0,75$	Разламываются руками, но не растираются
$0,75 < K_в < 1$	Растираются руками и размягчаются в воде

3.8. Поскольку инженерно-геологические свойства скальных пород в образце неполно характеризуют эти же свойства в массиве, то в ряде случаев следует отдавать предпочтение более трудоемким полевым работам по сравнению с лабораторными. В случае высокой передробленности и выветрелости скальных пород, что характерно для разрывных зон, рекомендуется комплексное использование различных полевых методов исследований пород в массиве:

опытная нагрузка штампами большого размера для определения статического модуля деформации;

опытные сдвиги призмы скальной породы с основанием на трещине или прослойке слабой породы;

опытные откачки и нагнетания в скважинах для характеристики трещиноватости (удельного водопоглощения) пород.

3.9. Лабораторные исследования пород, слагающих разрывные структуры, дополняют полевые наблюдения и могут включать:

петрографический анализ породы в прозрачных шлифах (определения минералогического состава породы, микротрещиноватости, состава продуктов выветривания, структуры и текстуры породы);

определение минералогического состава глинистых образований в разрывных зонах (глинка трения, глинистый заполнитель трещин, отдельные глинистые тела и т.д.);

определение влажности, пределов пластичности, набухания, размокания, прочностных свойств глинистых пород (глинка трения, аллювиированные тектониты) в разрывной зоне. Определение угла внутреннего трения и удельного сцепления проводится по возможности на образцах ненарушенного сложения при естественной влажности, а также в водонасыщенном состоянии. (В каждом случае набор полевых и лабораторных методов исследования определяется специальной программой в соответствии с конкретными условиями и задачами).

3.10. Изучение гидрогеологических условий в разрывных зонах и на прилегающих участках имеет следующие цели:

характеристику особенностей гидрогеологических условии, которые могут состоять в повышенной водопроницаемости и водоносности пород, резких колебаниях гидростатического и гидродинамического давлений, своеобразии химического состава и температурного режима воды и т.д.

оценку увеличения сейсмической интенсивности в результате обводненности передробленных пород разрывной зоны, что может быть ориентировочно достигнуто по табл. 1 или более точно устанавливется геофизическими методами:

прогноз активизации при сейсмических воздействиях склоновых процессов, связанных с изменением гидрогеологического режима в разрывных зонах (изменением гидростатического и гидродинамического давлений, изменением положения уровня грунтовых вод и т.д.);

характеристику инженерно-геологических условий строительства, прогноз изменения гидрогеологических условий участка, вызванных строительством и эксплуатацией сооружений.

3.11. Для выявления особенностей гидрогеологических условий в разрывных зонах рекомендуется проведение следующих работ:

изучение родников и выходов воды в подземных выработках;

проведение опытных откачек или нагнетаний для оценки водообильности и степени трещиноватости пород в разрывной зоне (следует иметь в виду, что притоки воды в скважины могут меняться в разрывных зонах на коротких расстояниях, что заставляет проявлять осторожность при оценке полученных материалов по малому числу опробованных скважин);

наблюдения за направлением и скоростями движения подземных вод в разрывных зонах с помощью различных индикаторов;

режимные наблюдения за сводовым и пьезометрическим уровнем подземных вод в разрывных зонах;

определение химического состава и температуры грунтовых вод.

3.12. Влияние разрывных структур на инженерно-геологические условия в наибольшей мере проявляется на склонах и откосах, поскольку при определенных условиях разрывные зоны, сложенные ослабленными, тектонически раздробленными породами, нередко становятся благоприятными поверхностями скольжения, по которым при сейсмических воздействиях могут происходить смещения значительных горных масс. Поэтому, в условиях расчлененного рельефа при сейсмическом микрорайонировании рекомендуется выделять участки, на которых наиболее вероятны сейсмогравитационные смещения пород.

3.13. При выборе строительных площадок рекомендуется предварительная качественная оценка благоприятных и неблагоприятных факторов для проявления сейсмогравитационных процессов, связанных с разрывными структура-

Таблица 3

Факторы, способствующие развитию сейсмогравитационных смещений по разрывным структурам	Факторы, способствующие устойчивости горных массивов, пересеченных разрывными структурами
Разрывная зона обнажается на крутых склонах	Разрывная зона обнажается или погребена на пологих склонах или горизонтальных участках
Плоскости трещин в разрывной зоне наклонены в сторону основания склона	Плоскости трещин в разрывной зоне наклонены в глубь склона или их простирание близко к нормальному по отношению к поверхности склона
В породах разрывной зоны обнаруживается значительное количество глинистого материала в виде примазок, заполнителя трещин, отдельных глинистых тел	Передробленная порода в разрывной зоне сцементирована прочным слаборастворяющимся цементом (кварц, кальцит и т.д.)
Глинистые образования в разрывной зоне при увлажнении проявляют значительное набухание.	Глинистые образования в разрывной зоне отсутствуют или редки. В минералогическом составе глинистых образований преобладает каолинит
В минералогическом составе глинистых образований преобладает монтмориллонит	
Атмосферные осадки периодически проникают в породы разрывной зоны на значительную глубину	Породы в разрывной зоне имеют слабую водопроницаемость, рельеф склона не способствует скоплению осадков в разрывной зоне. Увлажнение породы в разрывной зоне происходит лишь на незначительную глубину
В обводненных разрывных зонах возможны резкие колебания гидродинамического и гидростатического давлений при выпадении осадков или при колебании уровня грунтовых вод во время паводков	В обводненных разрывных зонах гидродинамическое и гидростатическое давление изменяется незначительно

ми по табл. 3. Данные табл. 3 могут быть использованы главным образом при оценке мезодизъюнктивов с шириной разрывной зоны от долей метра до первых десятков метров.

3.14. Наличие пликативных структур на участке микрорайонирования в большинстве случаев не вызывает непосредственного резкого ухудшения сейсмических и инженерно-геологических свойств пород. Вместе с тем при определенных условиях складчатые структуры могут благоприятствовать возникновению склоновых сейсмогравитационных процессов. В складчатых структурах проявление подобных процессов наиболее вероятно в следующих случаях:

поверхность естественного склона параллельна напластованию пород в крыльях складки либо имеет больший угол падения;

переслаивание в крыльях складок пород с различными физико-механическими и сейсмическими свойствами;

наличие в дислоцированной пачке слоев пластичных пород и водоносных горизонтов.

3.15. При проектировании строительства на участках, пересеченных разрывными структурами, следует учитывать, что наличие разрывной зоны непосредственно в основании сооружений в общем случае снижает прочность

основания, обусловливает неравномерные осадки сооружений и благодаря этому увеличивает сейсмическую опасность. Это связано прежде всего с повышенной передробленностью и выветрелостью пород в таких зонах, контактированием пород с различными физико-механическими и сейсмическими свойствами, особой гидрогеологической обстановкой. В связи с этим при компоновке генплана желательно избегать расположения сооружений на основании, пересеченном разрывной зоной. Если зона разрыва широкая и нет возможности расположить строительную площадку иначе, то обязательным требованием является детальное инженерно-геологическое, гидрогеологическое и геофизическое изучение площадки для уточнения возможного приращения сейсмической интенсивности в разрывной зоне.

3.16. При оценке разрывных структур в районах развития вечной мерзлоты следует учитывать, что в зонах крупных разрывов в ряде случаев за счет особого термического режима мерзлые породы могут иметь неодинаковую мощность по сравнению с вмещающим горным массивом.

3.17. Высокая раздробленность и пустотность скальных пород разрывных зон на склонах, откосах, в основаниях сооружений может потребовать дополнительного упрочнения таких участков горного массива и снижения их водопроницаемости. Для этого может быть рекомендована цементация разрывных зон.

Для проекта цементации тектонитов необходимо описание геологических и гидрогеологических условий разрывной зоны, определение величины удельного водопоглощения. При незначительной величине удельного водопоглощения цементация обычно не применяется. Если условия цементации не благоприятные (например, наличие быстро движущихся трещинных вод, уносящих цементный раствор), то рекомендуется проверка условий цементации и в производственных условиях на опытном участке. Сейсмические свойства пород на закрепленном участке уточняются геофизическими методами.

3.18. В процессе эксплуатации сооружений инженерно-геологические и гидрогеологические условия застроенной площадки изменяются - поднимается уровень грунтовых вод, повышается влажность пород в зоне аэрации и т.д. Все эти процессы могут привести к существенному снижению прочности пород и ухудшению их сейсмических свойств прежде всего в разрывных зонах, где порода имеет повышенную передробленность и выветрелость. В связи с этим на карте сейсмического микрорайонирования следует назначать приращение сейсмической интенсивности с учетом возможных изменений инженерно-геологических, гидрогеологических и, как следствие, - сейсмических условий на изучаемом участке.

4. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1. Геофизические исследования проводятся с целью:

выявления разрывных структур в пределах участков сейсмического микрорайонирования и уточнения их строения в плане и по глубине;

изучения сейсмических свойств пород в массиве и в разрывных зонах;

оценки приращения сейсмической интенсивности на участках, пересеченных разрывными нарушениями.

а) Выявление разрывных структур

4.2. Выявление погребенных разрывных структур, определение их планового положения и элементов залегания проводится для объектов I класса до глубины не менее 100-200 м; для объектов II класса до глубины не менее 20 м.

4.3. Задачи выявления разрывных структур решаются с помощью комплекса геофизических методов, включающих сейсморазведку, электроразведку, магнитометрию, гравиметрию, а также эманационную съемку.

4.4. В зависимости от глубинности исследований и сложности геологического строения участка применяются различные модификации сейсморазведки.

При изучении дизъюнктивов, залегающих на глубине 100-200 м и более, применяется сейсморазведка корреляционным методом преломленных волн (КМПВ) или методом отраженных волн (МОВ) с возбуждением упругих колебаний взрывами.

С помощью КМПВ картируется рельеф кровли скальных пород под чехлом рыхлых отложений и определяется мощность в плане разрывных зон.

Для выделения и прослеживания дизъюнктивов, залегающих на глубине до 20 м или выходящих непосредственно на дневную поверхность, рекомендуется использование упрощенных модификаций сейсморазведки с ударным возбуждением упругих колебаний.

Разрешающая способность наземной сейсморазведки позволяет выделять отдельные разрывные зоны мощностью 2-5 м, залегающие на глубине до 20 м, и мощностью более 20 м на глубине 100-200 м.

4.5. Электроразведка является вспомогательным методом в комплексе, и, в случае ограниченных возможностей сейсморазведки (неблагоприятный геосейсмический разрез, наличие интенсивных сейсмических помех и т.п.), служит для уточнения геологического строения участков, пересекаемых разрывными нарушениями.

Наиболее эффективно использование круговых вертикальных зондирований (КВЭЗ) и профилирования. Электроразведочные наблюдения обычно проводятся вдоль опорных сейсмических профилей или в виде заполняющей сети между профилями при площадной съемке КМПВ.

4.6. Для ускоренного трассирования разрывных нарушений, перекрытых чехлом рыхлых отложений, рекомендуется применение магнитометрии, гравиметрии, а в отдельных случаях эманационной съемки. Данные этих методов служат обоснованием для постановки детальных электро- и сейсморазведочных работ. Результаты геофизических исследований с целью выявления разрывных нарушений используются при составлении тектонической схемы и дополнительных к ней материалов (п. 2.33).

б) Сейсмоакустические исследования

4.7. Сейсмоакустические исследования являются необходимым этапом комплексных геолого-геофизических работ по сейсмическому микрорайонированию и проводятся непосредственно вслед за инженерно-геологическими исследованиями.

Основой для планирования видов и объемов сейсмоакустических исследований служат данные инженерно-геологической съемки.

4.8. Объектом сейсмоакустических исследований являются разрывные нарушения, перекрытые чехлом рыхлых отложений небольшой мощности (до 20 м), или выходящие на дневную поверхность.

4.9. Основная задача, решаемая с помощью сейсмоакустических методов, заключается в определении сейсмических свойств пород (в первую очередь, скоростей распространения упругих волн), необходимых для оценки приращения сейсмической интенсивности по способу сейсмических жесткостей.

С помощью сейсмоакустических методов решаются также следующие задачи:

устанавливаются корреляционные связи между упругими и деформационными характеристиками пород;

оценивается трещиноватость, неоднородность и анизотропность пород в разрывных зонах и вмещающем массиве;

уточняется гидрогеологическая обстановка участка.

4.10. Для решения поставленных задач применяются следующие виды сейсмоакустических исследований:

сейсмическое профилирование на дневной поверхности и в горных выработках;

сейсмический каротаж и вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП);

ультразвуковые наблюдения в горных выработках и ультразвуковой каротаж (УЗК);

ультразвуковые исследования образцов и кернов.

4.11. Наземные сейсмические наблюдения рекомендуется проводить по системе профилей, ориентированных вкрест простирания разрывной структуры с выходом из разрывной зоны на крылья структуры, а также в виде отдельных сейсмозондирований. Расстояние между профилями в зависимости от масштаба исследований составляет 20-50 м.

4.12. Системы наблюдений должны обеспечивать получение встречных и нагоняющих годографов продольных и поперечных (обменных) волн. Для этой цели используется различная ориентировка сейсмоприемников относительно линии профиля и направленное возбуждение упругих колебаний горизонтальными и вертикальными ударами (системы Z-Z и Y-Y).

4.13. Для сейсморазведки в горных выработках целесообразно использовать портативные сейсмические установки.

В качестве измерительной аппаратуры для полевых и лабораторных ультразвуковых исследований применяются серийные импульсные сейсмоскопы (С -70) и дефектоскопы (УКБ-1; УКБ-2; УКБ-10П; ДУК-19; ДУК-20), снабженные пьезопреобразователями с собственной частотой от 25 до 200 кГц.

4.14. Ультразвуковые исследования выполняются по методике профилирования (УЗК и измерения вдоль стенок горной выработки) и сквозного прозвучивания (измерения на образцах и кернах).

4.15. Значение скоростей распространения упругих волн, определенные по сейсмоакустическим наблюдениям, служат для расчета динамических модулей упругости по известным формулам,

где σ - коэффициент Пуассона; $$\sigma = \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)} ; \quad (1)$$

где E - модуль Юнга; $$E = \rho V_p^2 \frac{(1-2\sigma)(1+\sigma)}{1-\sigma} ; \quad (2)$$

где G - модуль сдвига. $$G = \rho V_s^2 . \quad (3)$$

4.16. По результатам парных определений динамических и статических модулей, полученных в одних и тех же точках массива сейсмоакустическими и инженерно-геологическими методами, строят корреляционные зависимости, которые позволяют распространять прочностные и деформационные характеристики на весь массив или его элементы.

4.17. Для оценки трещиноватости массива используется понятие относительной сохранности пород (η)

$$\eta = \frac{\bar{V}_{уз} - \bar{V}_{сейсм}}{\bar{V}_{уз}} , \quad (4)$$

где $\bar{V}_{уз}$ - скорость распространения продольной волны по ультразвуковым измерениям (осредненная по нескольким измерениям) ; $\bar{V}_{сейсм}$ - то же, по сейсмическим данным.

Сохранность массива определяется в соответствии с табл. 4.

Таблица 4

η , %	Степень сохранности	Характеристика трещиноватости пород
< 10	Удовлетворительная	Слаботрещиноватые
10-20	Пониженная	Трещиноватые
20-30	Низкая	Повышенной трещиноватости
> 30	Слабая	Сильно трещиноватые

4.18. Для расчетов трещинной пустотности $n_т$ рекомендуется использовать уравнение среднего времени

$$n_т = \frac{V_2(V_1 - V)}{V(V_1 - V_2)}, \qquad (5)$$

где V_1, V_2, V - скорости, соответственно, в сохранном массиве, в заполнителе трещин и средняя скорость в передробленной зоне.

4.19. Скорости распространения упругих волн в скальных, полускальных и разрушенных скальных породах, определяемые с помощью сейсмоакустических методов, используют для расчета приращений сейсмической интенсивности по способу сейсмических жесткостей. При этом следует учитывать, что изменению сейсмической интенсивности в один балл соответствует изменение сейсмической жесткости по сравнению с эталонным грунтом примерно в четыре раза.

4.20. Способ сейсмических жесткостей применяется для оценки приращения балльности на объектах I класса наряду с сейсмологическими методами.

Для объектов II класса оценка приращения балльности производится, как правило, только по способу сейсмических жесткостей.

4.21. Применимость способа сейсмических жесткостей ограничена глубиной 20 м.

в) Уточнение приращения сейсмической интенсивности по сейсмологическим данным

4.22. Уточнение приращения сейсмической интенсивности на участках, пересеченных разрывными нарушениями, проводится на основании данных инструментальных сейсмологических наблюдений.

4.23. Инструментальные сейсмологические наблюдения за землетрясениями и сильными взрывами являются завершающим этапом комплексных геолого-геофизических исследований. Планирование сейсмологических наблюдений осуществляется на основе предварительных инженерно-геологических и геофизических работ, ранее проводившихся, или поставленных в связи с сейсмическим микрорайонированием.

4.24. Сейсмологические методы позволяют учитывать изменение сейсмической интенсивности не только за счет поверхностных условий, но и за счет особенностей глубинного строения разреза. Поэтому их рекомендуется проводить на объектах I класса, особенно в тех случаях, когда мощность чехла рыхлых отложений, перекрывающих дизъюнктив, превышает 20 м.

4.25. Сейсмологические методы базируются на изучении амплитудно-частотных характеристик грунтов в диапазоне частот 0,5-10 Гц. Для регистрации сейсмических колебаний грунта используется стандартная сейсмологическая аппаратура.

4.26. Дизъюнктив, пересекающий участок сейсмического микрорайонирования, вызывает изменения амплитудно-частотного состава проходящих сейсмических колебаний вследствие:

экранирующего эффекта;

различия геологического строения и инженерно-геологических свойств пород, слагающих крылья дизъюнктива;

различия сейсмических свойств в разрывной зоне и вмещающем массиве.

4.27. При оценке экранирующего влияния дизъюнктива его следует рассматривать как особую сейсмическую границу, на которой происходят интерференционные явления, создающие в некоторой области за или перед дизъюнктивом усиление или ослабление волнового поля.

Величина локальных вариаций сейсмической интенсивности определяется в основном сейсмическими свойствами пород по обе стороны границы, ее геометрией и направлением подхода сейсмической радиации и в данном случае практически не зависит от мощности разрывной зоны.

4.28. Изменение сейсмической интенсивности в пределах изучаемых территорий может также происходить вследствие резонансных явлений, возни-

кающих в толще рыхлых отложений, перекрывающих дизъюнктив. Условия возникновения резонанса записаны в РСМ-73 (п. 5-12, 5-13).

4.29. Чехол рыхлых отложений, перекрывающих дизъюнктив, оказывает существенное влияние на амплитудно-частотный состав сейсмических колебаний, регестрируемых на дневной поверхности лишь в тех случаях, когда выполняются следующие соотношения:

$$0{,}05\,\lambda_{мин} < H < \lambda_{макс}\ ; \qquad (6)$$

$$\lambda_{мин} = \frac{\bar{v}_s}{f_{макс}}\ ; \qquad (7)$$

$$\lambda_{макс} = \frac{\bar{v}_p}{f_{мин}}\ ; \qquad (8)$$

где H - мощность слоя рыхлых отложений; $\lambda_{мин}$ - минимальная длина регистрируемой волны; $\lambda_{макс}$ - максимальная длина регистрируемой волны; $\bar{v}_p$; $\bar{v}_s$ - средние скорости соответственно продольных и поперечных волн в слое рыхлых отложений; $f_{макс}$ и $f_{мин}$ соответственно максимальная и минимальная частоты регистрируемой волны.

4.30. Пункты регистрации рекомендуется располагать вдоль линии профиля, пересекающего разрывную зону вкрест простирания, с выходом на вмещающий массив. В каждой подзоне разрывной зоны и за ее пределами рекомендуется устанавливать, по крайней мере, один сейсморегистрирующий канал.

4.31. Приращение сейсмической интенсивности рассчитывается либо по средним значениям максимальных амплитуд (в том случае, если вид записи на сравниваемых участках не меняется), либо по средним значениям спектральных плотностей, соответствующих записям на эталонном и изучаемом участке.

4.32. В качестве эталонного принимается пункт регистрации, расположенный на скальном грунте, в пределах вмещающего массива.

При этом значение фоновой балльности, относимое к скальным грунтам, следует уменьшить на единицу балла сравнительно с нормативным значением, отнесенным к средним грунтовым условиям.

4.33. Спектры колебаний рассчитываются либо вручную, путем сплошного промера амплитуд и соответствующих им периодов, либо на ЭВМ по стандартным программам. Для каждого выделенного элемента рассчитывается частотная характеристика как отношения осредненных спектров колебаний на исследуемом участке к спектру колебаний на эталонном участке. Полученные частотные характеристики описывают резонансные явления на исследуемых участках.

4.34. При отличии приращений балльности в различных диапазонах частот рекомендуется проводить раздельные оценки для низкочастотного, среднечастотного и высокочастотного интервалов диапазона.

4.35. В районах со слабой сейсмичностью для определения приращения сейсмической интенсивности допускается использование удаленных (>20 км) взрывов или расчетный способ. В случае использования взрывов применяется методика, аналогичная регистрации землетрясений с учетом того, что спектр взрывов относительно смещен в сторону высоких частот.

4.36. При известном скоростном разрезе могут быть рассчитаны теоретические частотные характеристики по программе, разработанной в ИФЗ АН СССР. Частотные характеристики рассчитываются для углов подхода потенциально возможных сейсмических колебаний.

5. СОСТАВ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ

5.1. В зависимости от класса объектов сейсмического микрорайонирования, изучение разрывных и складчатых структур проводится различными комплексами методов.

Для объектов I класса:

выявление и картирование разрывных и складчатых структур осуществляется с помощью комплекса рекомендуемых для этих целей геологических и геофизических методов. Особенности геологического разреза и сейсмические свойства пород изучаются до глубины не менее 100-200 м; приращение сейсмической интенсивности на участках, пересеченных разрывными структурами, определяется на основе сейсмологических наблюдений (с учетом возможных проявлений экранирующего и резонансного эффекта) с привлечением необходимых сейсмоакустических и инженерно-геологических исследований;
склоновые геодинамические процессы, связанные с разрывными тектоническими структурами, изучаются на основе специальных инженерно-геологических исследований с привлечением стационарных инструментальных наблюдений за развитием гравитационных процессов. Виды и объемы стационарных исследований определяются специальной программой с учетом конкретных условий участка:

возможность активного влияния разрывных структур на сооружения устанавливается с помощью стационарных геодезических наблюдений за скоростью и направлением смещения крыльев разрывных структур, виды и объемы геодезических наблюдений определяются специальной программой;
прогноз изменения сейсмических свойств пород в разрывных зонах проводится с учетом возможного изменения уровня грунтовых вод;
прогноз развития склоновых геодинамических процессов осуществляется на основе прогнозируемого изменения инженерно-геологических условий в результате строительства и эксплуатации сооружении.
Для объектов II класса:
выявление и картирование разрывных и складчатых структур осуществляется с помощью геологических и геофизических методов, позволяющих изучить особенности геологического разреза и сейсмические свойства пород до глубины не менее 20 м;
приращение сейсмической интенсивности определяется в разрывных зонах

на основе сейсмологических, сейсмоакустических и инженерно-геологических исследований;
склоновые геодинамические процессы изучаются методами инженерной геологии;
возможность активного влияния разрывных структур оценивается по геологическим данным;

прогноз изменения сейсмических свойств пород в разрывных зонах и прогноз развития склоновых геодинамических процессов осуществляется с учетом предполагаемого изменения инженерно-геологических условий в результате строительства и эксплуатации сооружений.
Для объектов III класса:
выявление и картирование разрывных и складчатых структур осуществляется для отдельных зданий и сооружений с помощью геологических методов, а для территорий площадью более 50 га, с привлечением сейсмоакустических и других методов;
особенности строения геологического разреза на участках, пересеченных разрывными структурами, желательно оценивать до глубины 20 м;
приращение сейсмической интенсивности определяется на основе инженерно-геологических исследований;
учет склоновых геодинамических процессов, их прогноз, а также прогнозирование возможного изменения сейсмических свойств пород в разрывных зонах осуществляется с учетом предполагаемого изменения инженерно-геологических условий в результате строительства и эксплуатации сооружений.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения 3
2. Тектонические исследования 4
3. Инженерно-геологические и гидрогеологические исследования 10
4. Геофизические исследования 15
5. Состав комплексных исследований тектонических структур для различных классов сейсмического микрорайонирования 19

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

ПНИИИС Госстроя СССР приступил к разработке серии нормативных и методических документов по применению инженерно-геологических и геофизических методов оценки сейсмических свойств различных грунтов.

Настоящие Рекомендации являются одним из документов этой серии. По данной теме готовятся к выпуску:

Руководство по изучению глинистых грунтов при инженерных изысканиях для целей сейсмического микрорайонирования

Руководство по изучению сейсмических свойств лессовых грунтов при инженерных изысканиях для строительства в сейсмических районах

ПНИИИС Госстроя СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИЗУЧЕНИЮ РАЗРЫВНЫХ И СКЛАДЧАТЫХ СТРУКТУР ДЛЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав редакцией Г.А.Жигачева
Редактор Н.В. Лосева
Мл редактор Л.И Месяцева
Технический редактор И.В Берина
Корректор Е.Р.Герасимюк
Н/К

Подписано в печать 25 01 84 Т-24217 Формат 84x108/32
Бумага офсетная № 2 Набор машинописный Печать офсетная
Усл.печ.л. 1,05 Усл.кр.-отт 1,26 Уч.-изд.л 1,76 Тираж 3800 экз.
Изд. № ХП -9675 Зак. № 649 Цена 10 коп

Стройиздат. 101442, Москва, Каляевская, 23а

ПЭМ Можайское шоссе, 25

gost.e-ecolog.ru