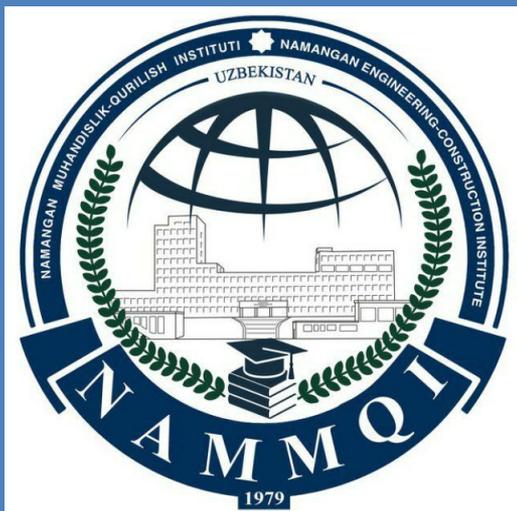


**Министерство высшего и среднего специального образования
Республики Узбекистан**



**Наманганский Инженерно - Строительный
Институт**

Ходжиев Н.Р..

**к.т.н., доцент кафедры «Строительство
зданий и сооружений» НИСИ**

**“Сейсмостойкость зданий и
сооружений”**

Лекция №3

Последствия мощных землетрясений.

Наманган -2022

План

1. Последствия сильных землетрясений

в нашей стране.

2. Последствия мощных землетрясений в

мире в конце 20-го и начале 21-го

веков.

3. Сейсмические волны.

The consequences of powerful earthquakes.

Plan

- 1. The consequences of strong earthquakes in our country.**
- 2. The consequences of powerful earthquakes in the world at the end of the 20th and the beginning 21st century.**
- 3. Seismic waves**

1. Последствия сильных землетрясений

в нашей стране

Землетрясения являются одним из стихийных бедствий, которые преследуют человечество с первобытной эпохи. Поэтому в народе существует множество мифов о землетрясениях. Легенды интерпретируют причины землетрясения в зависимости от божественных сил, судьбы человечества и великих животных.

1. Последствия сильных землетрясений в нашей стране.

Ознакомимся с последствиями некоторых землетрясений, произошедших на территории нашей республики. В 1620 году в городе Куна-Ахси (близ Намангана) произошло землетрясение силой 8-9 баллов, полностью разрушившее город. Слишком много жителей осталось под завалами. В результате сильного землетрясения русло Сырдарьи вышло из берегов и затопило окрестности. Огромные деревья рухнули с корнями. Повторные толчки продолжались 6 месяцев.

1. Последствия сильных землетрясений в нашей стране.



1. Последствия сильных землетрясений в нашей стране.

Одно из самых страшных землетрясений на территории Узбекистана произошло 16 декабря 1902 года в 1000 часов утра в городе Андижане. В тот день три мощных толчка разрушили город и его окрестности. Сила первого толчка составила 8 – 9 баллов, через 1-1,5 минуты после этого произошел второй толчок силой более 9 баллов, а третий толчок силой 8-9 баллов, произошедший примерно через полчаса, полностью разрушил город. Повторные толчки продолжались несколько месяцев. В течение первых двух дней земля почти безмятежно дрожала. Затем количество и сила толчков постепенно уменьшались. Были также случаи подземных толчков, которые иногда усиливались. Землетрясение высушило подушки более 4500 человек. Материальный ущерб составил 12 млн. сумов. В те времена в Андижане здания, построенные из пахсы, сырцового кирпича, битого и обожженного кирпича, составляли основу города. Следовательно, оценка зданий по силе землетрясения не была одинаковой, конечно. Последствия землетрясения показали, что здания, восстановленные из обожженного кирпича, более долговечны, чем другие. Цельные здания, дополненные гувалой, являются вторыми по величине в этом отношении. По сейсмостойкости здания из сырцового кирпича и сырцовых стен уступают им



Землетрясением было разрушено 11 тысяч зданий «местного типа» и 161 здание «европейского типа». Уцелело три здания европейской архитектуры - городская православная церковь, тюрьма и здание городского банка. Дождливая, холодная и ветряная погода на момент землетрясения усилили страдания уцелевших и оставшихся без крова людей. Число погибших составило 4602 человека, т.е около 9% от числа всех жителей города и окрестностей на 1902 год. Возможно, что погибших было больше, но местные жители утаивали трупы погибших от властей из-за опасения, что их будут анатомировать. Материальные убытки, без учёта ущерба для государственных учреждений, оценены в 12 миллионов рублей золотом. Среднеазиатская железная дорога потеряла 106 тысяч рублей. Были разрушены девять из десяти хлопковых заводов, поставлявших продукцию на московские хлопчатобумажные и прядильно-ткацкие фабрики

1. Последствия сильных землетрясений

в нашей стране.

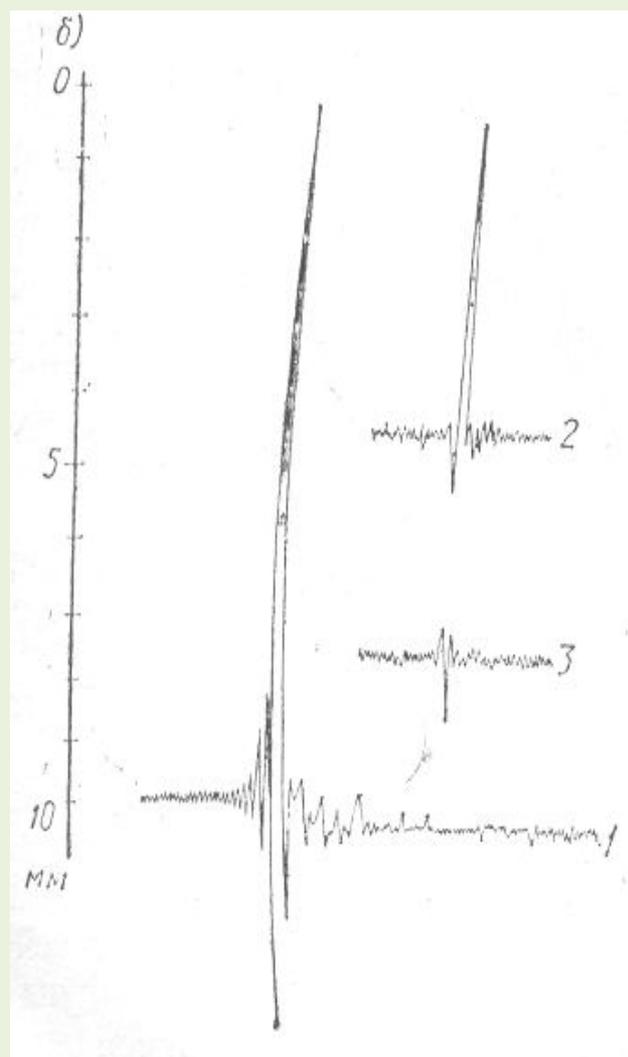
Магнитуда Чаткальского землетрясения, произошедшего 3 ноября 1946 года, составила 7,5, а его сила в эпицентре-9 баллов. Землетрясение охватило большую территорию Узбекистана и Кыргызстана, его сила составила 7 баллов в Ташкенте и Андижане, 8 баллов в караване и 8-9 баллов в Тухтагуле. В результате землетрясения в Ташкенте были повреждены многие кирпичные здания. По мнению специалистов, одной из причин повреждения стало крайне низкое качество кладки кирпича и отсутствие антисейсмических мероприятий. В ряде зданий, не имеющих антисейсмического пояса, продольные стены отделяют от поперечных. Кирпичи плохо сцеплялись друг с другом из-за того, что марка раствора была слишком низкой (менее 10). Здания с антисейсмическим поясом практически не повреждаются.

1. Последствия сильных землетрясений в нашей стране..

Ташкентское землетрясение произошло 26 апреля 1966 года в 5 часов 23 минуты по местному времени. Сила 8 баллов в эпицентре, магнитуда 5,1, глубина истока ~ 8 км. Эпицентр находился в центре города, и по мере удаления от центра сила землетрясения уменьшалась и составляла около 5 баллов в 7 – 8 км от центра.

Основные и интенсивные подземные толчки длились 6 - 8 секунд, сопровождаемые подземными колебаниями, сопровождавшимися грохотом, исходящим из глубин земли. В районе эпицентра образовались трещины шириной до 2 см и длиной до 20 м. Толчком к возникновению землетрясения послужил сдвиг земной коры вдоль тектонического разлома. На рисунке 7.2 изображена изосейстическая карта и сейсмограммы Ташкентского землетрясения.

1. Последствия сильных землетрясений в нашей стране.



7.2- rasm. Toshkent zilzilasi izoseystasi (a) va seysmogrammalari (b):
1 – 26.IV.66 yil, 2 - 28.IV.66 yil, 3 - 10.V. 66 yil.

1. Последствия сильных землетрясений в нашей стране.

За неделю после землетрясения произошло 240 афтершоков (повторных толчков). Самое сильное из Тул произошло 10 мая; сила 7 баллов, глубина Ман-ба 2-3 км. В центре шахапа в те времена было много 1-2-этажных зданий из сырцового кирпича. Кирпичи собирали в основном из глины, во многих зданиях не применялись антисейсмические меры. Хотя явление обрушения стен не было редкостью, но в стенах были большие трещины и трещины в отклонениях и горизонтальных карнизах. Элементы конструкции, такие как карниз Og - ir, решетка парапета, были серьезно повреждены, некоторые из них упали.

1. Последствия сильных землетрясений в нашей стране.

В 8-балльной зоне здания из обожженного кирпича также сильно пострадали. Бывали случаи, когда продольные и поперечные стенки отделялись друг от друга, эти расхождения происходили по швам. От обрушения стен сохранились антисейсмические пояса зданий.

Школа, больница и административные здания с большим количеством окон, длинным коридором, большим расстоянием между поперечными стенами серьезно пострадали даже в 6 – 7-балльной зоне. В 7-8-балльных зонах верхние этажи здания более повреждены, чем нижние.

1. Последствия сильных землетрясений в нашей стране.



1. Последствия сильных землетрясений в нашей стране.

В 8-балльной зоне также сильно пострадало здание из обожженного кирпича. Были случаи, когда продольные и поперечные стенки отделялись друг от друга, эти различия имели место в швах. Сейсмические пояса зданий сохранились в результате обрушения стен. При большом количестве окон, длинном коридоре, расстояниях между поперечными стенами школа, больница и административные здания также серьезно пострадали в 6 – 7-балльной зоне. В 7-8-балльных зонах верхние этажи здания страдают больше, чем нижние.

1. Последствия сильных землетрясений в нашей стране.

Поселок Газли и близлежащие населенные пункты ранее входили в 5 - 6-балльную зону. (Газли, Бухара, Зарафшан - 5 баллов, Каган и Навои - 6 баллов); поэтому возведенные здания не строились без каких-либо антисейсмических мер. Совершенно естественно, что здания, построенные без учета воздействия сейсмических сил, не могут выдержать силу землетрясения в 8-9 баллов. Именно поэтому после двух землетрясений в Газли не осталось ни одного пригодного для использования здания (за исключением двухэтажных панельных домов). 8 апреля разрушенные здания были полностью разрушены 17 мая.

1. Последствия сильных землетрясении в нашей стране



1. Последствия сильных землетрясений в нашей стране.

На территории нашей республики, если можно так выразиться, в 80-х годах XX века произошли два “завершающих” землетрясения. Одно из них произошло в поселке Назарбек, расположенном в 15 км к западу от центра Ташкента, 11 декабря 1980 года в 2035 часов. Глубина истока 10-20 км, магнитуда 5,5. Сила составила 6-7 баллов в западных районах Ташкента и 8 баллов в эпицентре. 30 декабря того же года в 729 произошло повторное землетрясение. Эпицентр этого находится в 3 км от предыдущего. Глубина истока 10-15 км, магнитуда 4,9. Прочность 7-8 баллов. В течение месяца произошло около 200 повторных толчков (AfterShock).

Землетрясение, произошедшее 18 февраля 1984 года в 527 часов в городе поп Наманганской области, магнитудой 5,5; сила 8 баллов, глубина истока 15-17 км. Перед основным толчком отмечается несколько слабых толчков (толчков).

Paragrafning soʻngida XX asrning oxiri va XXI asr-ning boshlarida dunyoda sodir boʻlgan kuchli zilzi-lalar haqida qisqacha toʻxtalib oʻtamiz. XX asr ning eng dahshatli va halokatli zilzilalaridan biri 1988 yilning 7 dekabrda Armanistonda sodir boʻl-di. Leninakan, Kirovakan, Stepanovan hamda Spi-tak shaharlarida koʻplab zamonaviy binolar vayron boʻldi. Minglab odamlar xarobalar ostida qoldi. Mutaxassislarning xulosalariga qaraganda vayro-nagarchilikning asosiy sabablaridan biri qurilish ishlari sifatining nihoyatda pastligi boʻlgan (2.1-rasm).

2. Последствия мощных землетрясений в мире в конце 20-го и начале 21-го веков.

В конце параграфа мы кратко остановимся на сильных землетрясениях, которые произошли в мире в конце двадцатого и начале XXI веков. Одно из самых страшных и разрушительных землетрясений XX века произошло в Армении 7 декабря 1988 года. Многие современные здания были разрушены в Ленинакане, Кировакане, Степанове, а также в городах спи-так. Тысячи людей оказались в руинах. Судя по заключениям специалистов, одной из основных причин разрушения было крайне низкое качество строительных работ (рис.2.1).

**2. Последствия мощных землетрясений в мире в конце
20-го
и начале 21-го веков.**



**(Рисунок 2.1 1988 г. Пятиэтажный жилой дом,
разрушенный землетрясением в Армении.).**

2. Последствия мощных землетрясений в мире в конце 20-го и начале 21-го веков.

Когда говорят о Японии, ее называют "Страной восходящего солнца". Поэты, воспевавшие прекрасное японское утро, писали о нем прекрасные стихи. Это хорошо, конечно. Но, как говорится, "пятнадцатая Луна светла, пятнадцатая тьма", народ этой области-народ страданий, который пережил ужасные землетрясения, невиданные в истории. Из-за того, что Япония находится в одной из самых сейсмически активных областей планеты, там часто происходят сильные землетрясения. Только в двадцатом веке японцы стали свидетелями нескольких мощных землетрясений. Потому что 1 сентября 1923 года землетрясение в Канто разрушило Токио, Йокогаму и другие соседние города. Магнитуда землетрясения составила 8,2, гипоцентр находился на морском дне в 104 км от Токио и примерно в 60 км от Йокогамы. В Токио и его окрестностях погибли 140 тысяч человек.



2. Последствия мощных землетрясений в мире в конце 20-го

и начале 21-го веков.

Как и в случае с лиссабонским землетрясением 1755 года и Сан-Францискским землетрясением 1906 года, землетрясение в Канто вызвало огромные пожары в Токио и Йокогаме (32 км от Токио). За 20 лет до землетрясения, то есть в 1903 году, проф. Имамура предупредил, что землетрясение может нанести огромный ущерб, если в городе не будет налажена система водоснабжения и противопожарные меры. Потому что традиционный строительный материал состоял из легковоспламеняющейся древесины и бумаги, а улицы города были узкими для движения транспорта. В момент начала землетрясения во многих квартирах готовился обед на газовых плитах. Не потушенные газовые плиты стали причиной пожара во многих домах, когда здание рухнуло. В первые минуты была повреждена водопроводная сеть, большая часть пожарных машин погибла. Отсутствие воды, вдобавок ко всему, сильный ветер превратил Токио в ад. Сгорело и пало много деревянных мостов, 2270 речных пароходов, 483 тыс. жилых домов, 301 тыс.

2. Последствия мощных землетрясений в мире в конце 20-го

и начале 21-го веков.

Последнее мощное землетрясение в Японии двадцатого века произошло в провинции Ханшин 17 января 1995 года в 547 часов. В этой провинции расположены крупные промышленные города Западной Японии, такие как Осака, Киото и Кобе. На этой территории сейчас проживает 20 млн человек. Наиболее пострадавшим от землетрясения городом является Коба, в котором проживает более 2 млн человек (на полмиллиона меньше, чем в Ташкенте). Магнитуда землетрясения 7,2; глубина истока 14 км. Благодаря тому, что источник был не очень глубоким, сила его воздействия стала намного сильнее. В результате землетрясения погибли 6 тыс. человек: 88% из них погибли под завалами, 10% - в результате сильного пожара. 37 тысяч человек получили ранения различной степени тяжести. Разрушено 93 тысячи зданий..



2. Сильные землетрясения мирового масштаба в 2001-2005 годах.

Yil, kun	Zilzila sodir bo'lgan hudud	Zilzila magnitudasi	Zilzilaga oid ba'zi ma'lumotlar
2001 yil 26 yanvar	Hindistonning Ahmadobod shahri	~ 7,5	Halok bo'lganlar soni 30 mingdan ortiq.
2001 yil 14 fevral	Salvador	-	Ko'p binolar qulagan. Qurbonlar bor.
2001 yil 1 mart	AQShning Sietl shahri	6,5-7	Epitsentr shahardan 150 km narida joylashgan. Buzilgan imoratlar bor.
2003 yil 23 dekabr	Kaliforniya	6,5	Zilzila manbai okean sohilida San-Andreas tektonik sinig'i bo'ylab o'tgan. Ko'p binolar buzilgan.
2003 yil 26 dekabr	Eronning Bam shahri	6,7	Shahar butunlay vayron bo'lgan. 31830 kishi o'lgan, 17500 kishi jarohatlangan

2004 yil 23 oktabr	Yaponiyaning Niigata shahri	6,8	Gipotsentr chuqurligi 8 km. Buzilgan binolar ko'p. 40 kishi o'lgan.
2004 yil 26 dekabr	Indoneziya, Tailand, Shri-Lanka	~ 8,6	Epitsentr Bengal qo'ltig'ida dengizda bo'lganligidan kuchli to'fon– Sunami uyg'onishiga sababchi bo'lgan. Bu esa talafot miqyosini ortishiga olib kelgan. Asosiy zilzila va aftershoklar natijasida 300 ming kishi halok bo'lgan
2005 yil 19 yanvar	Janubiy Yaponiya	6,2	-
2005 yil 22 fevral	Eronning Kirmon viloyati	6,4	26 fevral ma'lumotlariga qaraganda 600 kishi halok bo'lgan, 1500 kishi jarohatlangan.

2005 yil 26 mart	Indoneziyan ing Nias oroli	8,7	Sunami balandligi 3 m. uylar batamom vayron bo'lgan. Halok bo'lganlar soni 2000 dan ortiq. Shu kuni 5 va 6 magnituda bilan takroriy silkinishlar sodir bo'lgan.
2005 yil 14 iyun	Chili	8	Epitsentr tog'da bo'lgan. 2005 yil 14 iyun
2005 yil 15 iyun	Kaliforniya	7	Epitsentr dengizda joylashgan, ammo to'fon ko'tarilmagan.
2005 yil 8 oktabr	Pokistonnin g Kashmir viloyati	8,5	aksariyat imoratlar butkul vayron bo'lgan. 55 ming kishi halok bo'lgan, 80 ming kishi tan jarohati olgan.

3. Сейсмические волны.

Под воздействием огромной энергии, с огромной скоростью расходящейся от источника землетрясения, породы вибрируют, а упругие волны, называемые сейсмическими волнами, распространяются по всему земному шару. Существует несколько видов сейсмических волн, отличающихся друг от друга характером и скоростью распространения. Следующие три типа волн являются основными.

3. Сейсмические волны.

а) продольные, или Р-волны (также именуемые по заглавной букве латинского слова Primary - первичный).

При распространении продольных (или Р) волн в грунте частицы грунта совершают колебательное движение в направлении распространения волны. (Рис.51).

Когда эти волны распространяются в грунте, в среде возникают напряжения сжатия-растяжения. Продольная волна-это волна, скорость распространения которой наибольшая, а скорость ее распространения в грунте $U=8$ км/с. Именно поэтому эти волны первыми достигают наблюдательных пунктов на поверхности Земли. Р волны распространяются в твердом теле, жидкости и воздухе.

3. Сейсмические волны..

б) поперечные, или S-волны (названо так же по заглавной букве латинского слова Secondary - вторичный). При распространении поперечных (или S) волн в грунте частицы грунта совершают колебательное движение в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны. (На рис.35-37). Скорость их распространения меньше, чем у R-волн, на 5 км/сек. равный. S-волны, следовательно, также достигают точки эпицентра после R-волны. S-волны вызывают деформацию сдвига в грунте. Амплитуда колебательного движения грунта, возникающего из этих волн на поверхности земли, в разы превышает амплитуду продольных волн, А S-волны опасны для зданий и сооружений, так как вызывают наибольшие ускорения.

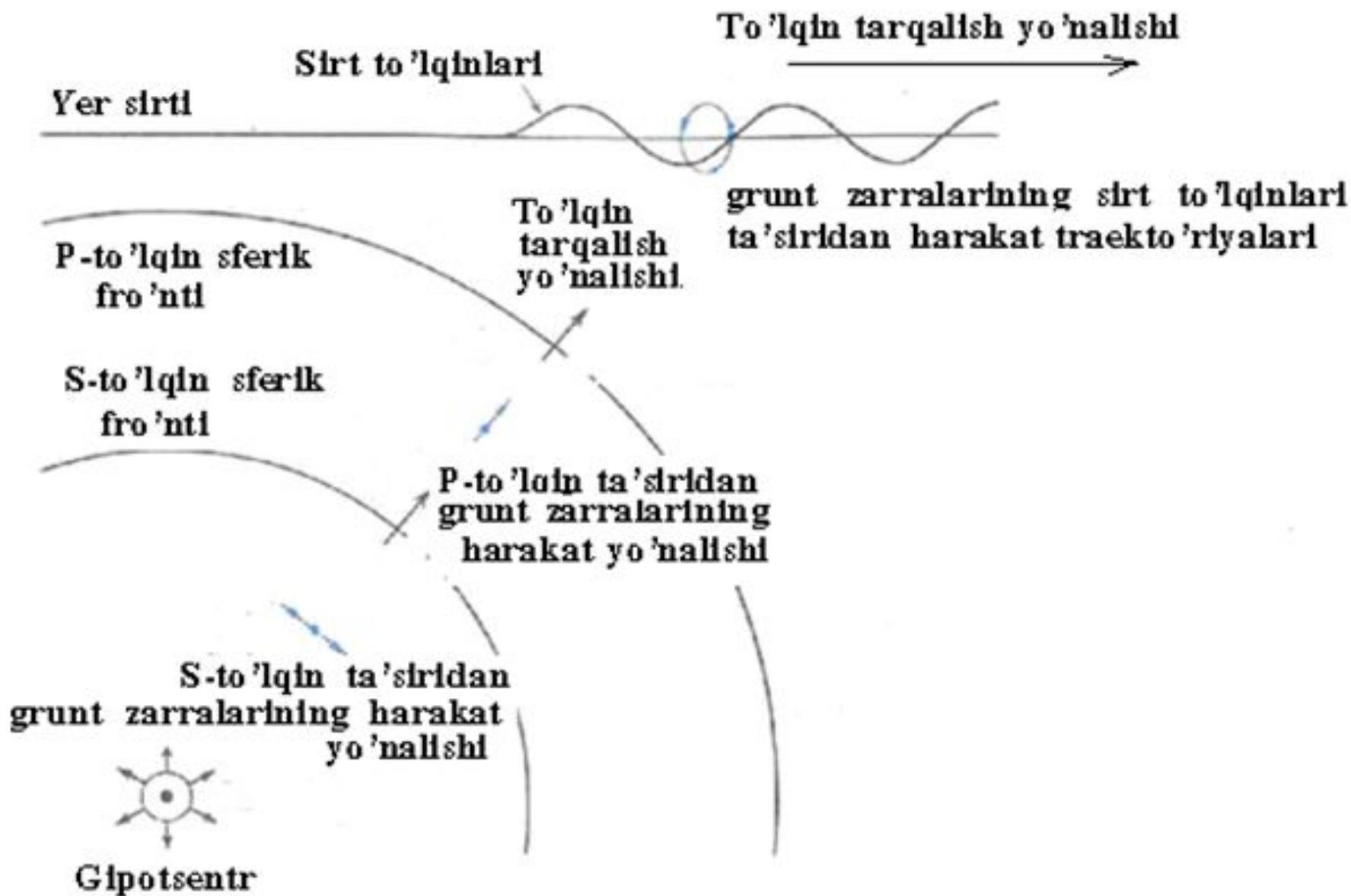
2 **3. Сейсмические волны.**

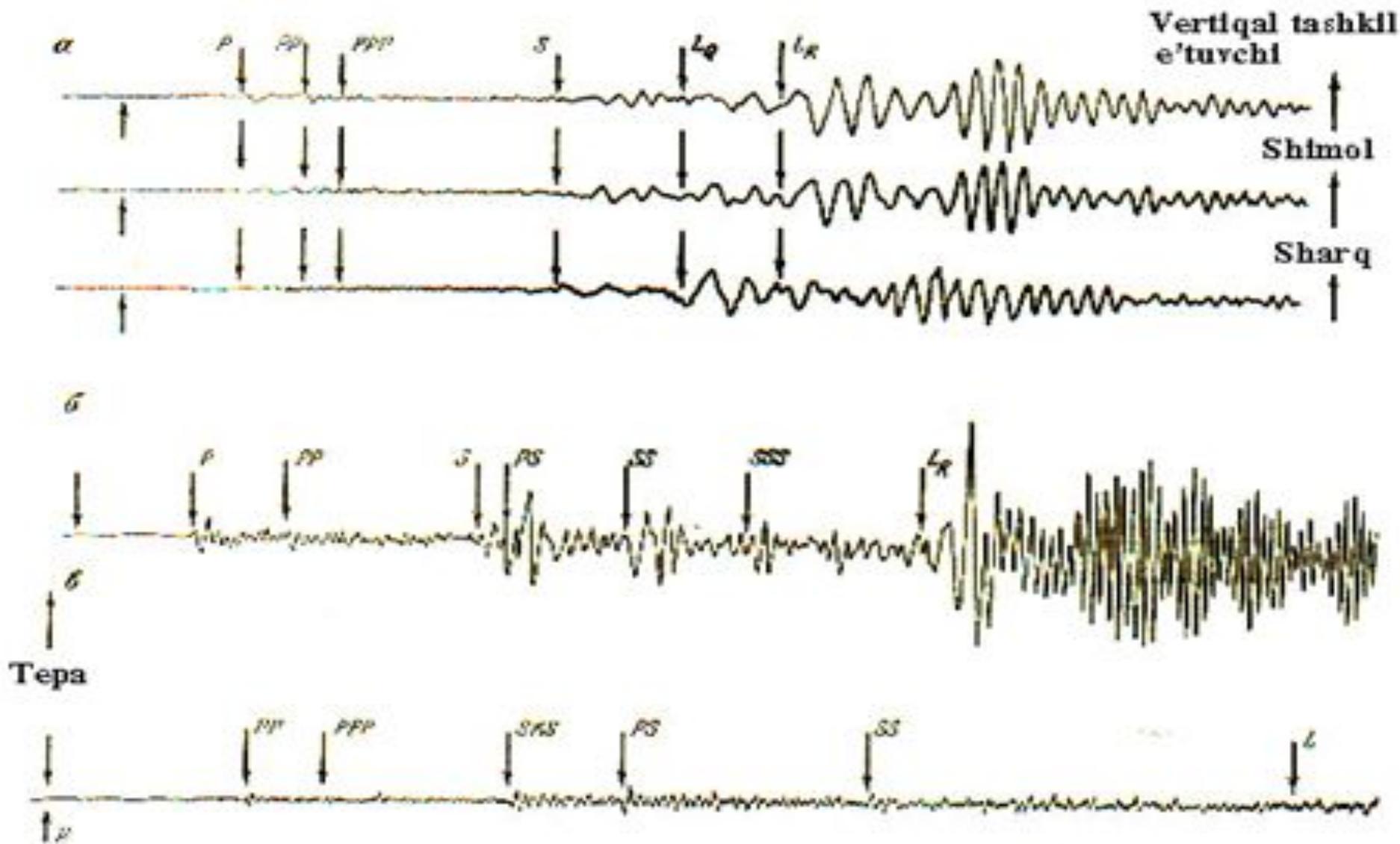
Объемных волн, распространяются только по поверхности, которая менее глубока. В некоторых случаях скорости распространения поверхностных волн, вызывающих большие разрушения при землетрясении, меньше, чем у объемных волн (R и S), но длины волн больше, чем у них, и поверхностные волны движутся с частотой, меньшей, чем у объемных волн.

Поверхностные волны имеют большой период колебаний, вызывая большие миграции. Но эти волны не создают больших ускорений.

Поверхностные волны в свою очередь подразделяются на релейные и Ляве-волны. Релейная волна возникает в верхнем слое грунта. Одной из характерных особенностей этих волн является их быстрое затухание по глубине. Интенсивность затухания релейных волн на расстоянии меньше, чем у

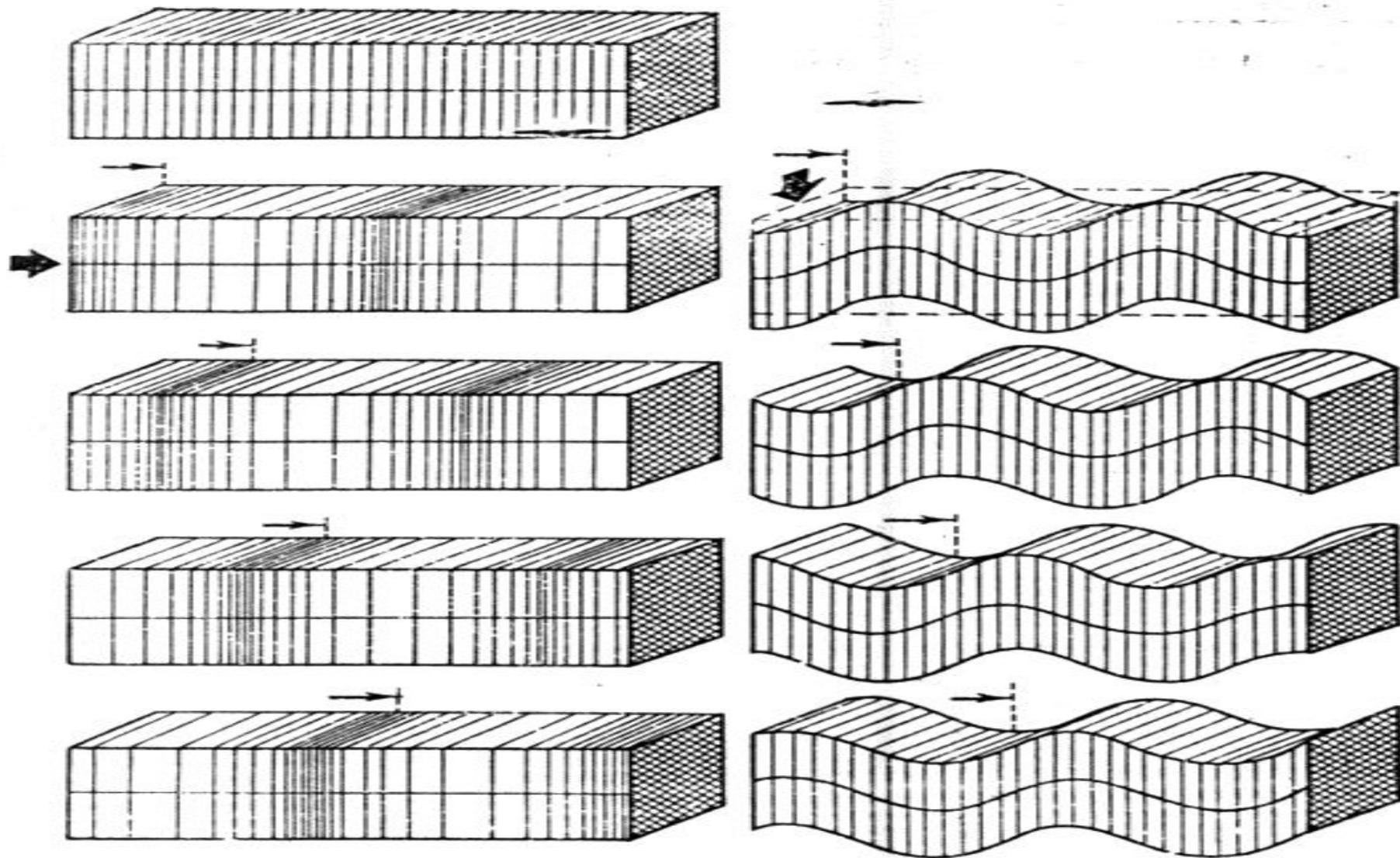
Скорость распространения релейных (R) волн в грунте меньше, чем у объемных волн, период которых чаще всего равен 8-12 сек. в релейных (R) волнах сначала происходит слабый «толчок» в направлении распространения волны, затем происходит движение в вертикальном направлении, назад, вниз, и снова следующий новый толчок. От действия этой волны происходит движение частиц грунта вверх и назад (против часовой стрелки) по траектории эллипса, как показано на рис.51 выше. Волна ляве - это поверхностная волна, которая вызывает деформацию сдвига, которая будет похожа на S-волны, только они происходят в горизонтальной плоскости. Вертикального организатора этих волн не будет. Lyve (L) распространяется на волнах с меньшей скоростью, чем объемные S-волны в грунте, в то время как скорость распространения этой волны в среде (R) больше, чем релейная волна. Период волны ляве составляет около 1-6 сек, а скорость распространения - около 3.5 km/s .





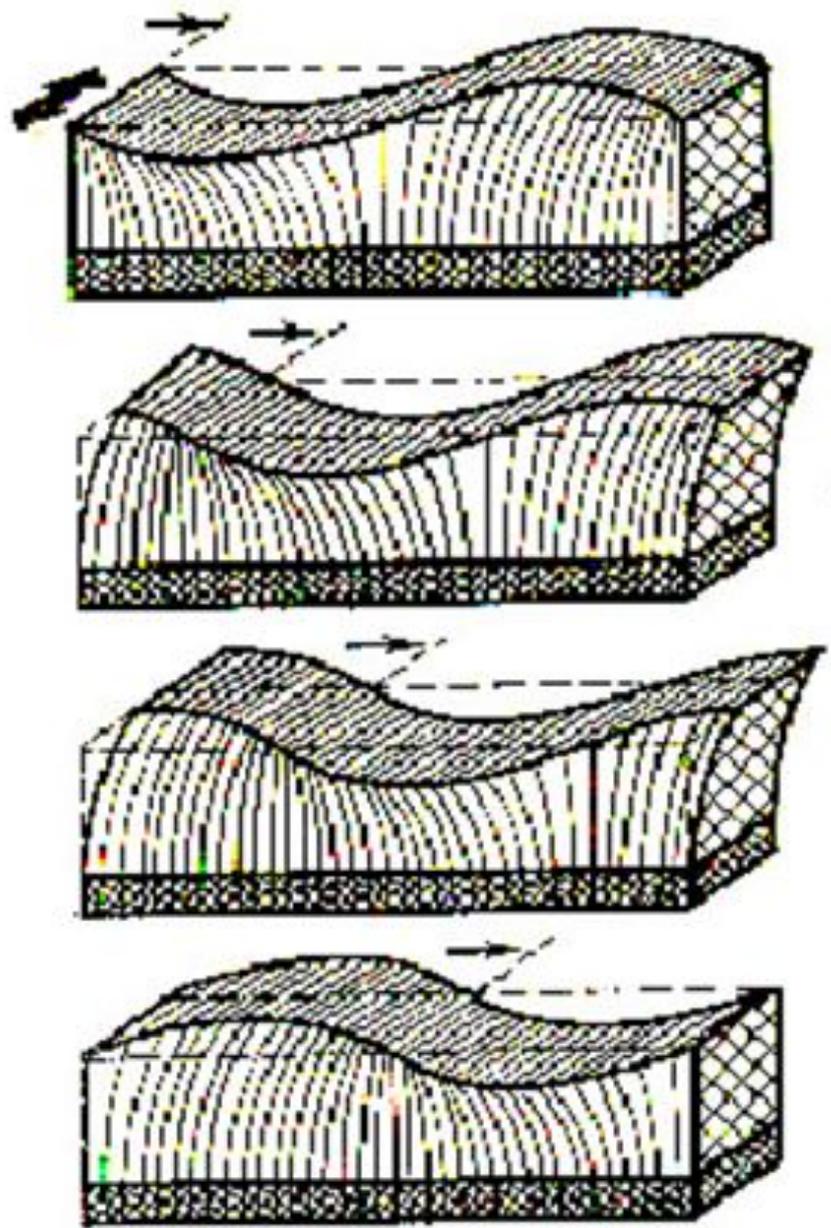
51-rasm. Zilzila paytida tarqaluvchi bo`ylama va ko`nda lang to`lqinlar.

Чтобы вышеизложенное было более понятным, рассмотрим следующий пример, а именно процесс тату-воздействия на стержень. Если сделать резкий удар левой стороной стержня (фото слева ниже), то по стержню будет распространяться сжимающая волна. (Рис.52). Элементарные (стержневые) частицы движутся по траектории вперед-назад в направлении распространения волны. Поэтому эту волну называют продольной. При продувании стержня сверху вниз образуется поперечное сечение, как на рисунке Б. В этих условиях частицы стержня совершают колебательное движение по траектории, показанной на рисунке стрелкой, то есть перпендикулярной направлению распространения волны. При землетрясении возникают две волны такого типа.

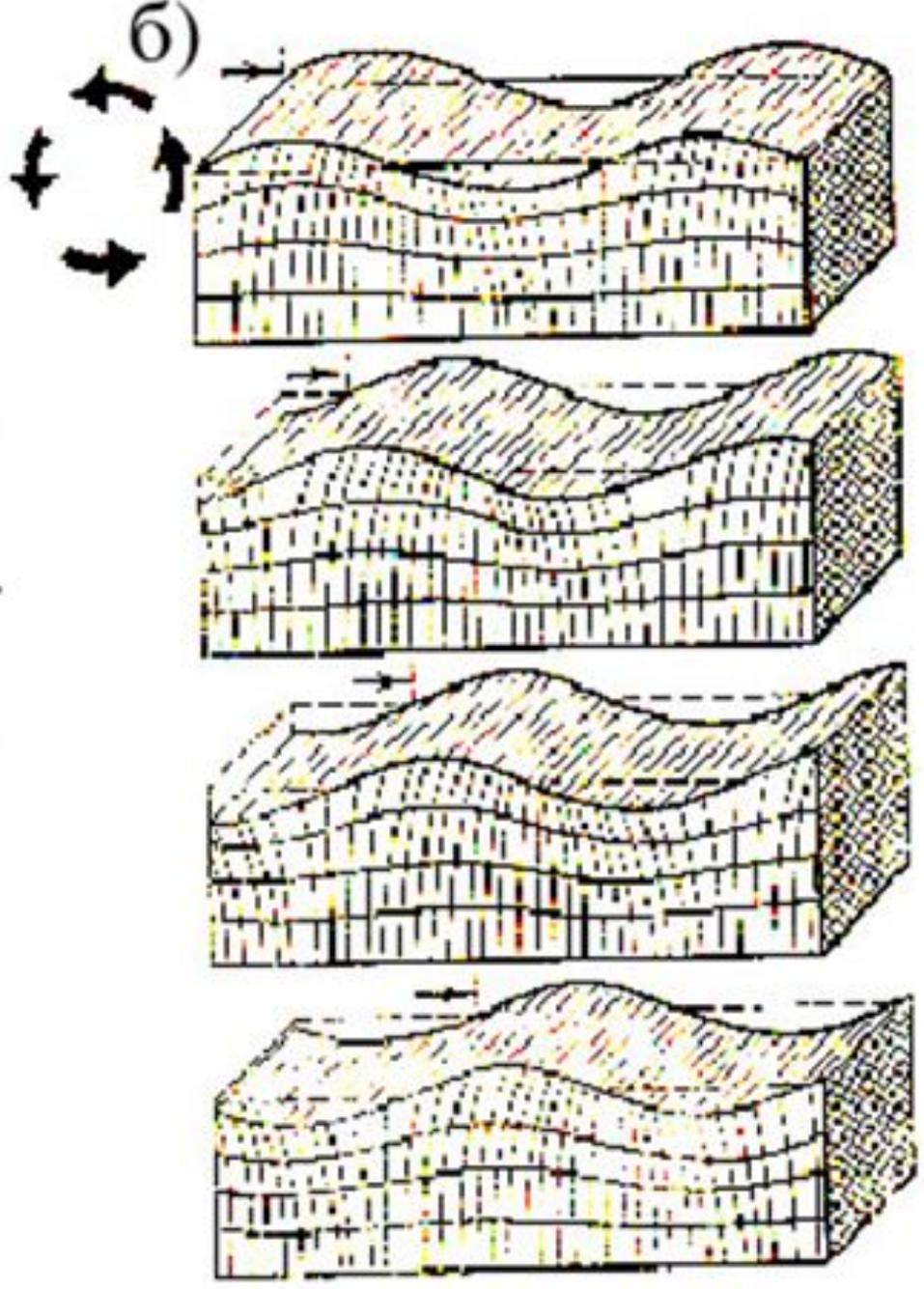


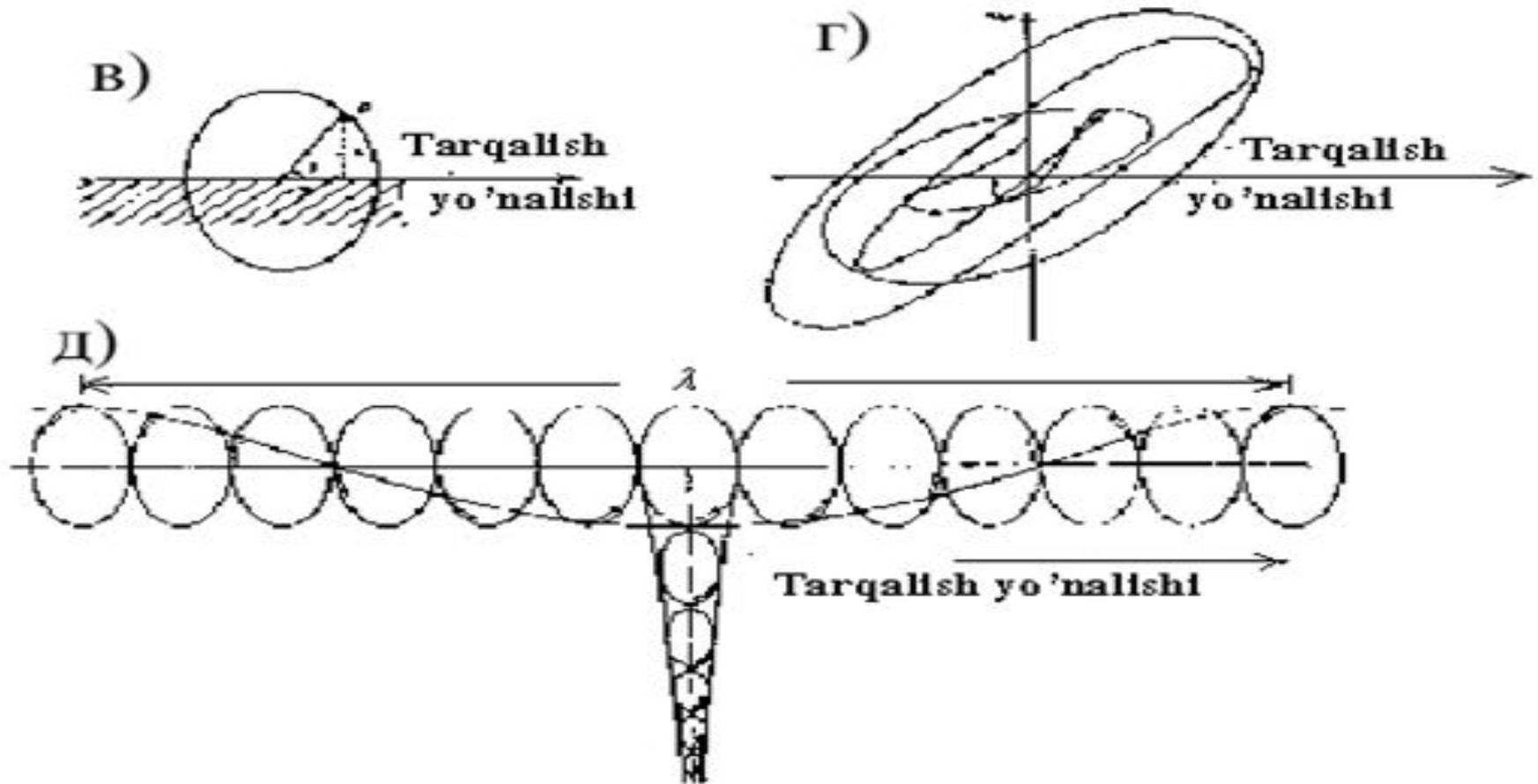
52-rasm. Seysmik to'liqlar tarqalishidan grunt zarralarining harakat traektoriyalari.

a)



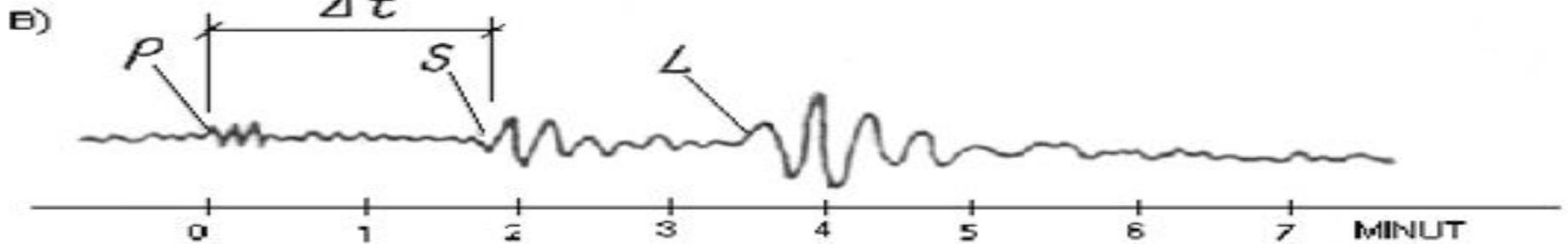
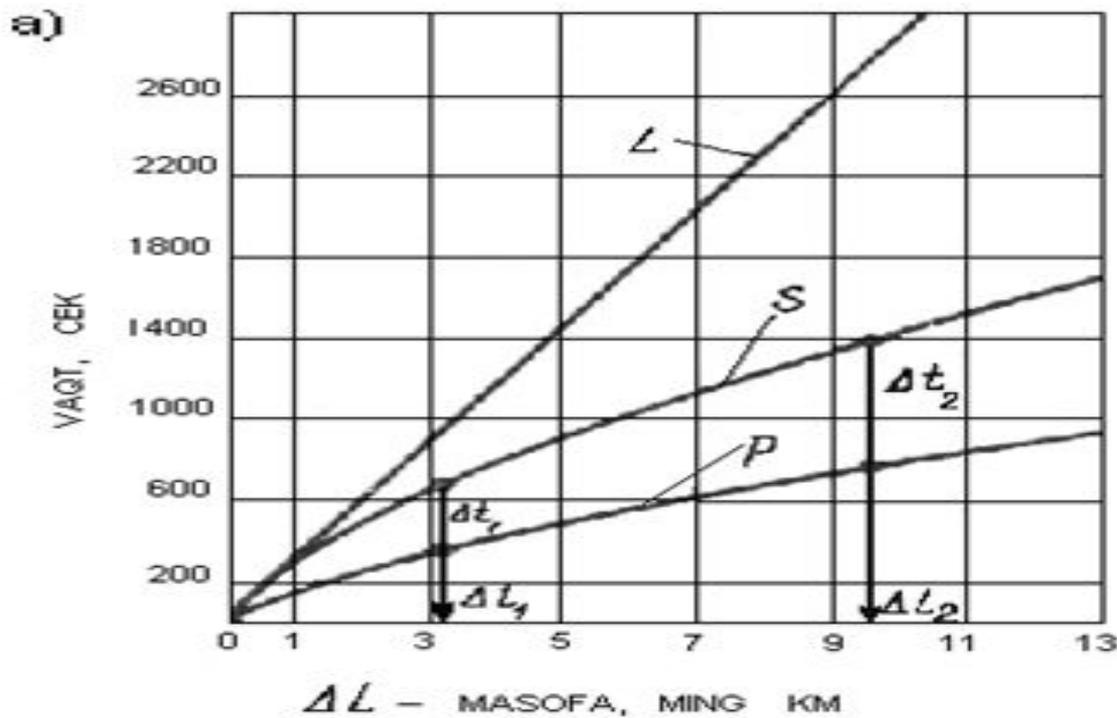
b)





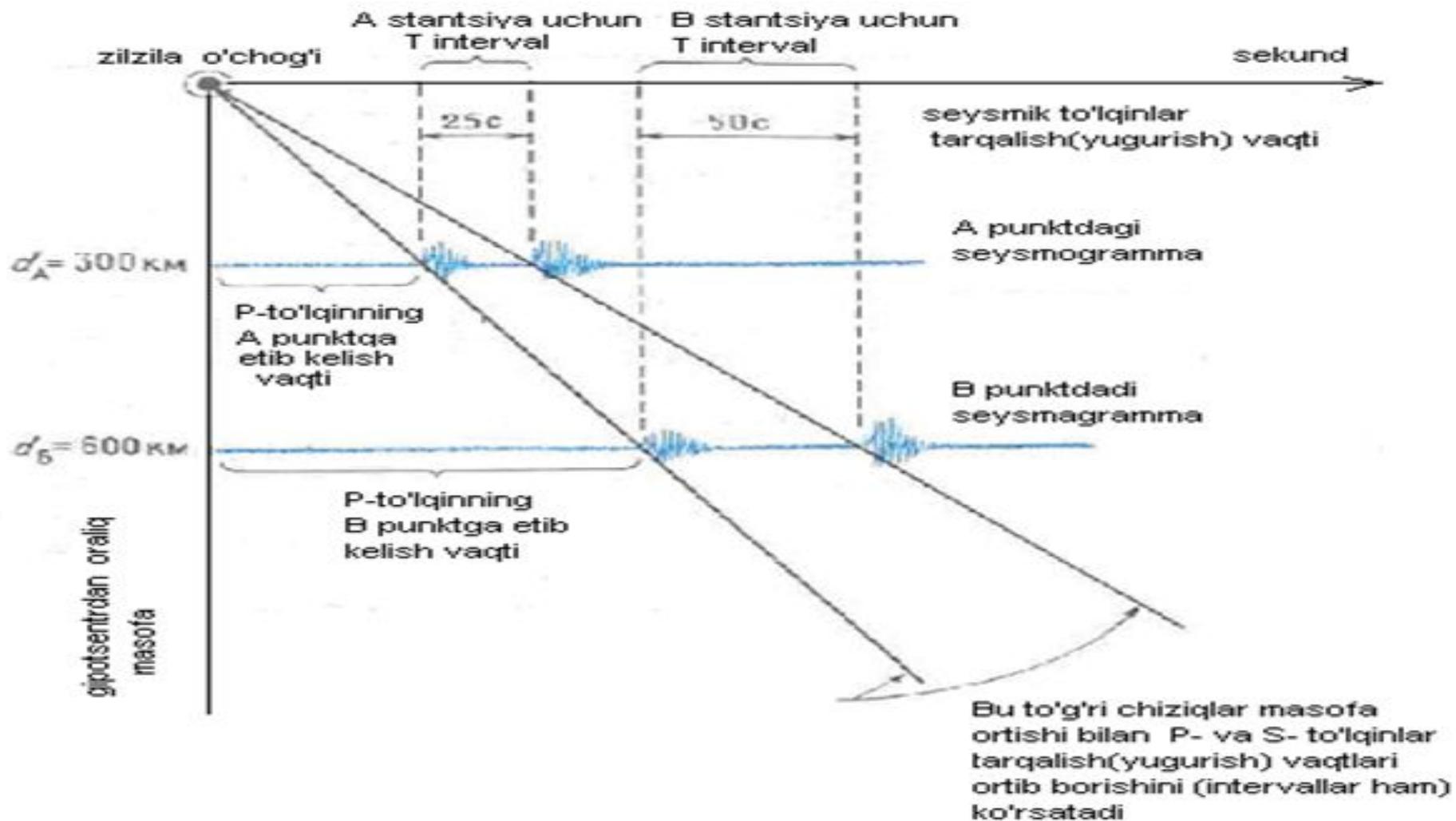
53-rasm. Zilzila paytida tarqaluvchi Lyave (a), Reley (b) to'lqinlari. Sirt (Reley) to'lqinlari ta'siridan grunt zarralarining harakat traek-toriyasi (v, g, d). a. Lyave to'lqinlari. b. Reley to'lqinlari. v. grunt zarralarining qattiq yarim fazoviy muhitdagi harakat traektoriyasi; g. grunt zarralarining yer sirtidagi real harakati; d. grunt zarralari harakatining ko'ndalang qirqimdagi ko'rinishi.

В группу поверхностных волн в основном входят волны Рели (R) и Ляве (L). Эти волны названы именами английских ученых Рели и Ляве. Оба эти ученого, еще до обнаружения этих поверхностных волн на сейсмограммах, доказали свое существование с математической точки зрения. От действия поверхностных волн частицы грунта движутся по траектории эллипса перпендикулярно направлению распространения волны. (Рис.53). График зависимости между расстоянием и временем между эпицентром и станцией наблюдения волн P, S и L называется годографом. На этом графике время, в течение которого каждая волна достигает точки, отображается в характерных точках.



54-rasm. Zilzila paytida seysmik to'liqlarning punktga yetib kelish vaqtlari bilan masofa orasidagi bog'lanish grafifi.

На рисунке 54 в записях с помощью сейсмических приборов время показано характерными точками на Стрелке. Как видно из надписи, в точку наблюдения первыми попадают R-волны, а колебания, возникающие от ее воздействия, постепенно затухают. Но через некоторое время он снова усиливается, то есть в это время S указывает на то, что волны прибыли. Интервал между волнами R и S определяется по годографу. Графики сдвигов, записанные с помощью сейсмических приборов, называются сейсмограммами. Записи скоростей называются велосигramмами, а записи ускорений-акселерограммами. Определение очага землетрясения в момент землетрясения является важным вопросом. Определение очага землетрясения производится в следующем порядке (рис.55).



55-rasm. Zilzila paytida vujudga keluvchi R-bo`ylama va S-ko`ndalang to`lqinlarining punktga yetib kelish vaqtlari farqining zilzila o`chog`igacha masofaga bog`liqligi grafigi.

На основании записей, сделанных в пункте (сейсмограмма), разница во времени прибытия волн R и S определяется с помощью тонографа и на этой основе определяется расстояние от станции до эпицентра. Делается это следующим образом: Известно, что R - волны достигают наблюдательной точки раньше S-волны из-за большей скорости распространения. Пусть t - интервал прихода R-и S-волн, измеренный по сейсмограмме в точке. (определяется по тонографу) скорости волн R и S соответственно V_R и V_S , а расстояние d от станции до эпицентра определяется по формуле:

M asalan stansiya uchun: $v_P=6$ km/sek; $v_S=4$ km/sek

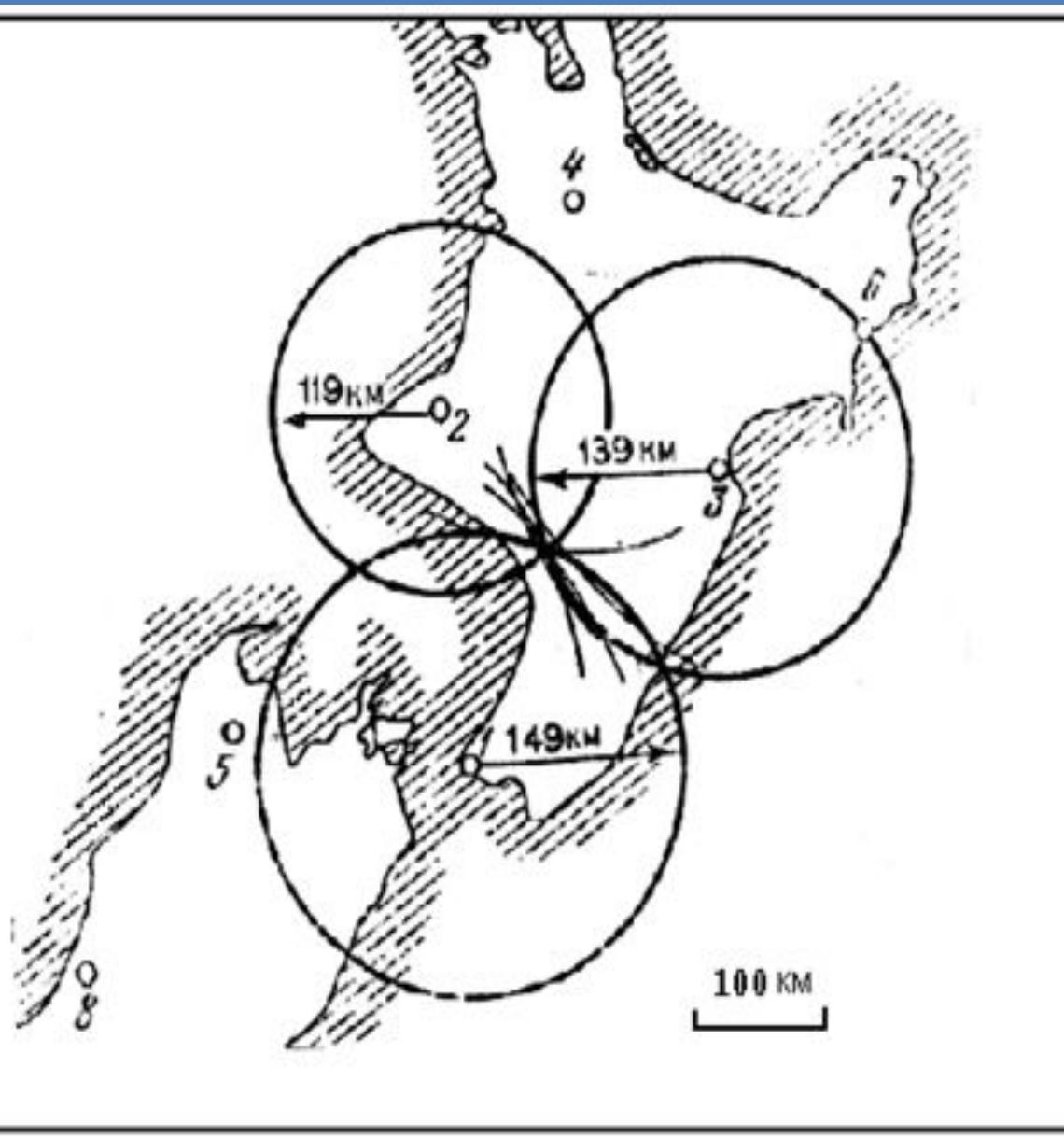
A stansiya uchun: $T=25$ sek, $d_A = \frac{6 \cdot 4}{6 - 4} \cdot 25 = 300$ km

B stantsiya uchun: $T=50$ sek,

$$d_B = \frac{6 \cdot 4}{6 - 4} \cdot 50 = 600 \text{ km}$$

Demak, A stantsiyadan epitsentrgacha $d = 300$ km B stantsiya–dan $d=600$ km masofada joylashgan. Agarda kuzatuv bir necha stantsiyada amalga oshirilgan bo`lsa, ya`ni d, d, d lar ma`lum bo`lsa u holda ushbu masofalar orasida aylanalar o`tkazilib, ay–lanalar bir nuqtada kesishadi yoki hisobda noaniqliklar bo`lga–ni uchun kesishmasligi ham mumkin. U holda aylanalar kesishuvi–dan hosil bo`lgan uchburchak (ko`pburchak) og`irlik markazi epi–tsentr joylashuv nuqtasi deb olinadi. (56-rasm)

Yuqorida keltirilgan usulda, seismologlar epitsentrdan yuzlab va xatto minglagan kilometr. masofadan turib bir necha minut ichida epitsentri aniqlab beradilar



56-rasm. Zilzila epitsentri aniqlash.