



УДК 550.31+550.34

Экспериментальное исследование закономерностей пространственно-временной активизации разломов в деструктивных зонах литосферы

А. А. Тарасова (tarasova@crust.irk.ru)

С. А. Борняков (bornyak@crust.irk.ru)

Аннотация. С соблюдением условий подобия проведено физическое моделирование процессов формирования деструктивных зон сдвига (ДЗС) для детального исследования деформационной динамики составляющих ее внутреннюю структуру систем разрывов и блоков. На результатах двух серий экспериментов показано, что формирующаяся разломно-блоковая внутренняя структура ДЗС имеет сложную, но закономерную, дискретную деформационную динамику развития. Она реализуется через дифференцированную по типу деформации блоков, приводящую к избирательной пространственно-временной сегментной активизации межблоковых контактов, представленных ДЗС в виде совокупности систем разноранговых разрывов. В каждый момент времени протяженные разрывы в ДЗС, относимые к разряду активных, в действительности активны избирательно-дискретно по их длине за счет процесса сегментации. Каждый отдельный протяженный разрыв в ДЗС не бывает одновременно активен по всей его длине. Реальной активностью обладают лишь отдельные его сегменты, нередко отличающиеся по знаку смещений на них. Показано, что пространственно-временная дискретность деформационного процесса в ДЗС обусловлена внутренними свойствами упруго-вязко-пластичной среды, обеспечивающими генерацию в ней деформационных волн даже в условиях действующей с постоянной скоростью внешней нагрузки.

Ключевые слова: физическое моделирование, деформации, деструктивные зоны сдвига, активные разломы, деформационные волны, сегментная активизация.

Введение

Сильные тектонические землетрясения обусловлены сейсмогенной активизацией разломов в деструктивных зонах литосферы (ДЗЛ) [18]. ДЗЛ представляют собой крупные разломные зоны, шириной в десятки километров и протяженностью в сотни – первые тысячи километров, с длительностью развития миллионы – десятки миллионов лет. Особенности реализующегося в ДЗЛ современного деформационного процесса определяются многими факторами, среди которых главными являются их морфолого-генетический тип, реологические свойства вмещающей их литосферы и скорость ее деформирования. Общие закономерности развития ДЗЛ и направленность влияния на них перечисленных выше факторов изучались посредством физического моделирования и представлены в серии работ [1–6;

12–17 и др.]. Что касается исследования закономерностей детальной динамики деформационного развития отдельных разломов в ДЗЛ и определяющих ее факторов, в том числе причин, вызывающих их избирательную пространственно-временную сейсмогенную активизацию, то на сегодняшний день оно находится в начальной стадии [5; 6; 19]. С целью его дальнейшего развития авторами проведено физическое моделирование процесса формирования деструктивной зоны сдвига (ДЗС) и выполнено детальное исследование деформационной динамики составляющих ее внутреннюю структуру систем разрывов. Полученные новые экспериментальные данные составляют основу настоящей статьи.

Моделированию процессов формирования крупных сдвиговых зон для решения различных структурных задач посвящено много публикаций, достаточно полный обзор которых представлен в [20]. Проведенное авторами моделирование отличается от них по целевой постановке и результатам.

Методика моделирования, сбора и обработки фактического материала

Физическое моделирование процессов формирования ДЗЛ проведено с соблюдением условий подобия. Граничные условия экспериментов определялись в соответствии с критерием-комплексом подобия:

$$\frac{\eta}{\rho g T L} = Const, \quad (1)$$

где η – вязкость, Па·с; ρ – плотность, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; L – линейные размеры, м; T – время, с. Правомерность использования данного критерия-комплекса обсуждалась в серии работ [9; 14]. Уравнение 1 позволяет вычислить масштабные коэффициенты для каждого из использованных в нем физических параметров. Так, при моделировании крупномасштабных тектонических процессов с учетом близких значений плотностей горных пород и модели средним значениям вязкости 10^{19-23} Па·с, толщине $(60-100) \cdot 10^3$ м литосферы и продолжительности формирования ДЗЛ 10–100 млн лет соответствуют средние значения вязкости модельного материала 10^{4-8} Па·с, толщины $(6-10) \cdot 10^{-2}$ м модели и продолжительности моделируемого процесса 10–100 мин. Из принятых значений параметров, определяющих подобие процессов формирования ДЗЛ в природных и экспериментальных условиях, масштабные коэффициенты вязкости C_η , плотности C_ρ , линейных размеров C_l и времени C_t составляют $\sim 10^{16}$, ~ 1 , $\sim 10^6$, $\sim 10^{11}$ соответственно.

В качестве модельного материала использована водная паста монтмориллонитовой глины, обладающая реологическими свойствами, схожими с реологическими свойствами литосферы при длительно действующих на нее тектонических нагрузках [11].

Эксперименты выполнены на установке «Разлом» в лаборатории тектонофизики ИЗК СО РАН. Использовалась стандартная процедура подготовки моделей и проведения экспериментов. Модельный материал после инструментального контроля вязкости ровным слоем размещался на рабо-

чей поверхности экспериментальной установки. До эксперимента на плановую поверхность модели наносилась реперная сетка из прямых линий, по формоизменению которой в процессе эксперимента производилась количественная оценка деформаций и перемещений. Развивающийся в модели процесс формирования ДЗЛ детально фотографировался цифровым фотоаппаратом через выбранный временной интервал. Полученные фотоматериалы составляли основу для построения необходимых структурных схем, с которых впоследствии снималась качественная и количественная информация с последующей ее обработкой и анализом.

Проведено две серии экспериментов. В экспериментах первой серии при деформации простого сдвига воспроизводился процесс формирования деструктивной зоны сдвига для изучения пространственно-временной динамики амплитуд смещений на отдельных протяженных разрывах. Модель длиной 1,2 м, шириной 0,5 м и высотой 0,1 м располагалась на двух штампах, один из которых оставался неподвижным, а другой смещался относительно него с постоянной скоростью 0,5 мм/мин. До эксперимента на модель в крест простирания будущей ДЗС наносилась сеть параллельных реперных линий с шагом 5 мм. Ход эксперимента фотографировался с периодичностью в 30 с. Из всего объема полученных фотографий были выбраны 20 с дискретностью 1 мин для дальнейшей компьютерной обработки. С них в программе CoralDRAW снимались замеры амплитуд смещений на разрывах (a_i) и деформаций вычленяемых ими блоков (m_i) (рис. 1), а по изменениям этих параметров за выбранный единичный временной интервал рассчитывались приращения Δa_i и Δm_i .

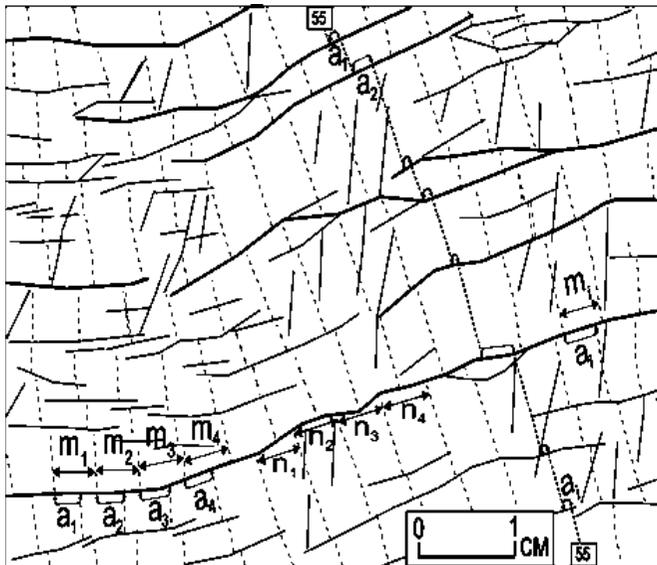


Рис. 1. Структурная схема фрагмента ДЗС в модели с расшифровкой измеряемых параметров: a_1, a_2, \dots, a_i – амплитуды горизонтального смещения; m_1, m_2, \dots, m_i – расстояние от репера до репера в верхнем крыле; n_1, n_2, \dots, n_i – расстояние от репера до репера в нижнем крыле

В экспериментах второй серии воспроизводили локальную ситуацию в ДЗС, соответствующую деформированию линейно вытянутого блока, вычлененного двумя протяженными разрывами для изучения пространственно-временной динамики деформаций в его объеме. Фоторегистрация модели по ходу эксперимента осуществлялась с интервалом в 30 с. Из всего объема полученных фотографий десять были выбраны для анализа. С каждой из них снимались замеры расстояний между реперами M_p вдоль профиля А–Б и расстояний M_n от неподвижной опорной линии В–Г до каждого из контрольных реперов (рис. 2).

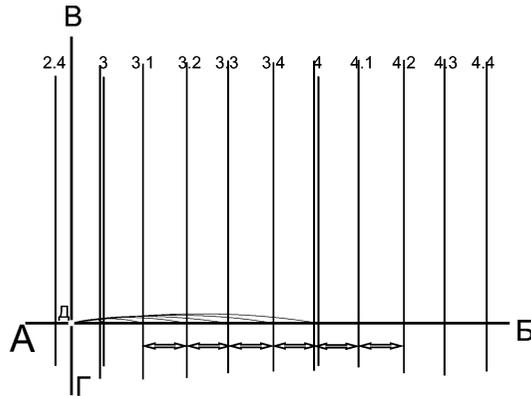


Рис. 2. Схема расположения неподвижных опорных (А–Б, В–Г) и реперных (2,4; 3; 3,1 ... 4,4) линий на модели

- 2.4, 3, 3.1 - номера реперов
- А-Б - горизонтальный профиль
- В-Г - вертикальный профиль
- Д - точка пересечения профилей А-Б и В-Г
- ↔ M_p - расстояние от репера до репера
- ⌋ M_n - расстояние от вертикального профиля до репера

Результаты экспериментов

Пространственно-временная динамика амплитуд смещений на протяженном разрыве в ДЗС

На рисунке 3 приведены графики, отражающие вариации накопленной амплитуды смещения a_i и ее приращения Δa_i по простиранию тестового разрыва за два временных интервала по 13 мин. Из графиков следует, что по мере развития деформационного процесса параметр a_i на всех контрольных реперах в целом возрастает, но его величина варьирует по простиранию разрыва (рис. 3, А). На одних участках она больше, на других меньше, и иногда эта разница существенна. Сопоставление разновременных графиков показывает, что неравномерность распределения a_i не остается постоянной и меняется по мере развития ДЗС. Динамика этих изменений более отчетливо проявляется в вариациях приращений амплитуды смещения (Δa_i) (рис. 3, Б). Из приведенных графиков видно, что активность разрыва, по простиранию существенно меняется. При этом выделяются участки с положительными, нулевыми и отрицательными значениями параметра Δa_i . При этом первые соответствуют смещениям крыльев разрыва, согласным с направлением смещения крыльев ДЗС, вторые указывают на отсутствие подвижек на разрыве за контрольный интервал времени, а третьи отражают наличие на нем смещений обратного знака, противоположного смещению крыльев ДЗС. Такой возвратно-поступательный характер смещений является закономерной осо-

бенностью деформационной динамики всех разрывов, участвующих во внутреннем строении ДЗС, о чем уже отмечалось ранее [5]. Он прослеживается на протяжении всего развития разрывов, что наглядно отражается в вариациях во времени параметров a_i и Δa_i на разрыве в пределах контрольных реперов (рис. 4).

Графически представленная возвратно-поступательная динамика движений крыльев разрыва приводит к его разделению на совокупность отдельных активных сегментов, на которых проявляются смещения разных знаков – как левосторонние, так и правосторонние. Активные сегменты разделены непротяженными участками разрыва, на которых смещения временно отсутствуют. Такие участки отождествляются с пассивными сегментами. Из сопоставления разновременных графиков видно, что сегменты характеризуются пространственно-временной мобильностью, изменчивостью их длин, значениями накопленной на них амплитуды смещений и ее кинематическим типом.

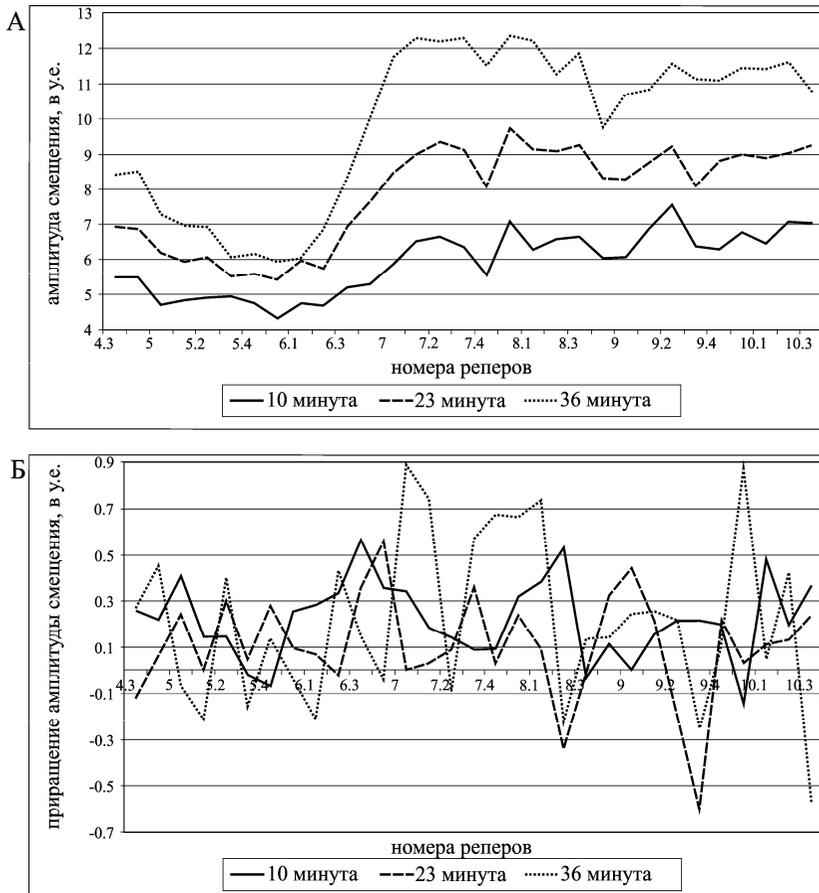


Рис. 3. Вариации накопленной амплитуды смещения a_i (А) и ее приращений Δa_i (Б) по простиранию разрыва в разное время развития ДЗС

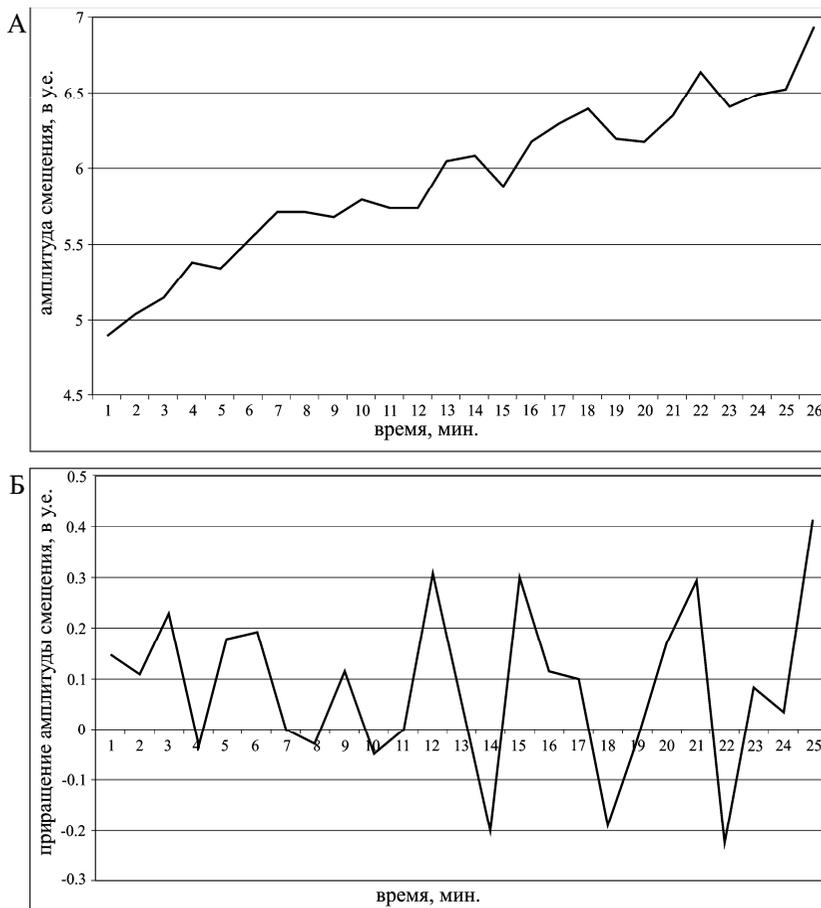


Рис. 4. Вариации накопленной амплитуды смещения a_i (А) и ее поминутных приращений (Б) во времени на одном контрольном репере на разрыве

Пространственно-временная динамика деформаций смежных с протяженным разрывом блоков в ДЗС

Одной из возможных причин сегментации разрывов может являться неравномерный характер реализации пластической деформации в их крыльях в пределах прилегающих к разрыву краевых частей блоков. Для проверки этой рабочей гипотезы был выполнен мониторинг деформаций модельного материала между реперами (m_i) и их приращений (Δm_i) в каждом из смежных с разрывом блоков (условно названных «верхнее крыло» и «нижнее крыло») (рис. 1). Результаты выполненного мониторинга представлены на графиках рис. 5, из которых следуют две отчетливо проявляющиеся особенности. Во-первых, блоки в крыльях разрыва деформируются неравномерно по его простиранию (рис. 5, А). При этом в каждом крыле деформации, оцененные по изменению расстояний между реперами m_i , дифференцированы по их типу (рис. 5, Б).

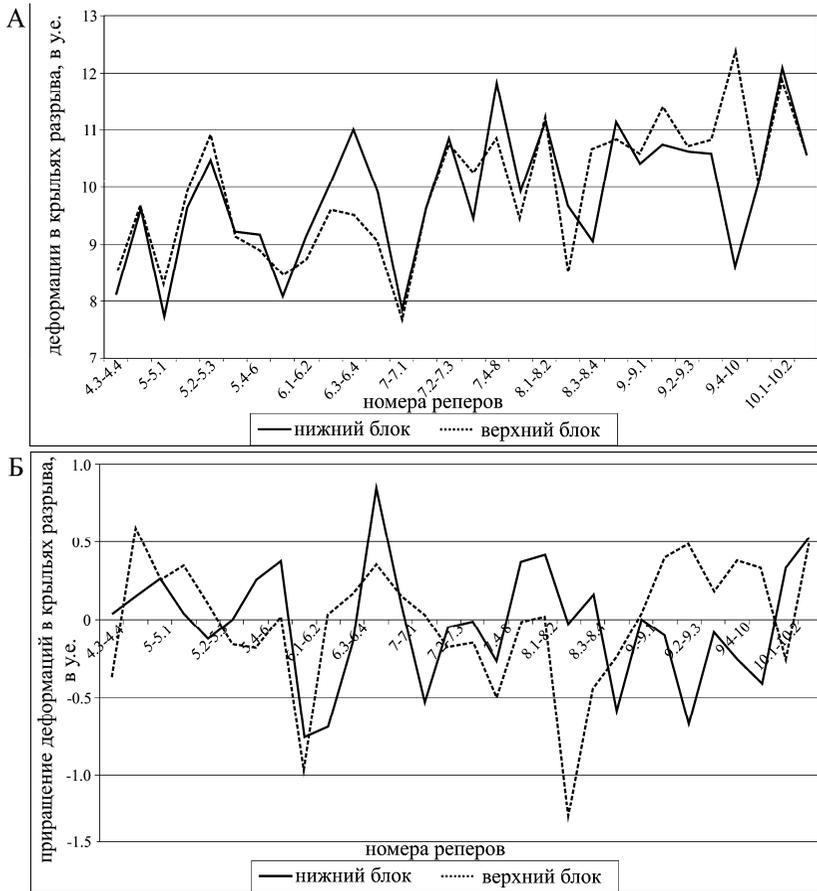


Рис. 5. Вариации деформаций m_i (А) и их приращений Δm_i (Б) по пространно разрыва в нижнем (сплошная линия) и верхнем (пунктирная линия) смежных с ним блоках

Выделяются участки, где фиксируется растяжение (Δm_i положительное), которые чередуются с участками сжатия (Δm_i отрицательное). Во-вторых, деформации на отдельных участках смежных блоков, расположенных друг против друга и контактирующих между собой по плоскости разрыва, чаще всего отличается как по абсолютным значениям, так и по их типу. Это хорошо прослеживается по мониторингу приращения деформаций в пределах таких смежных участков во времени (рис. б). Из графика видно, что нередки ситуации, когда в одном крыле разрыва существует сжатие, а в симметрично расположенной точке другого крыла фиксируется растяжение. При определенном сочетании таких деформационных обстановок в смежных блоках на самом разрыве реализуются смещения обратного знака.

В целом приведенные в разделе материалы показывают, что одной из причин сегментной активизации разрывов в ДЗС является неравномерность реализации деформационного процесса смежных с разрывами блоков.

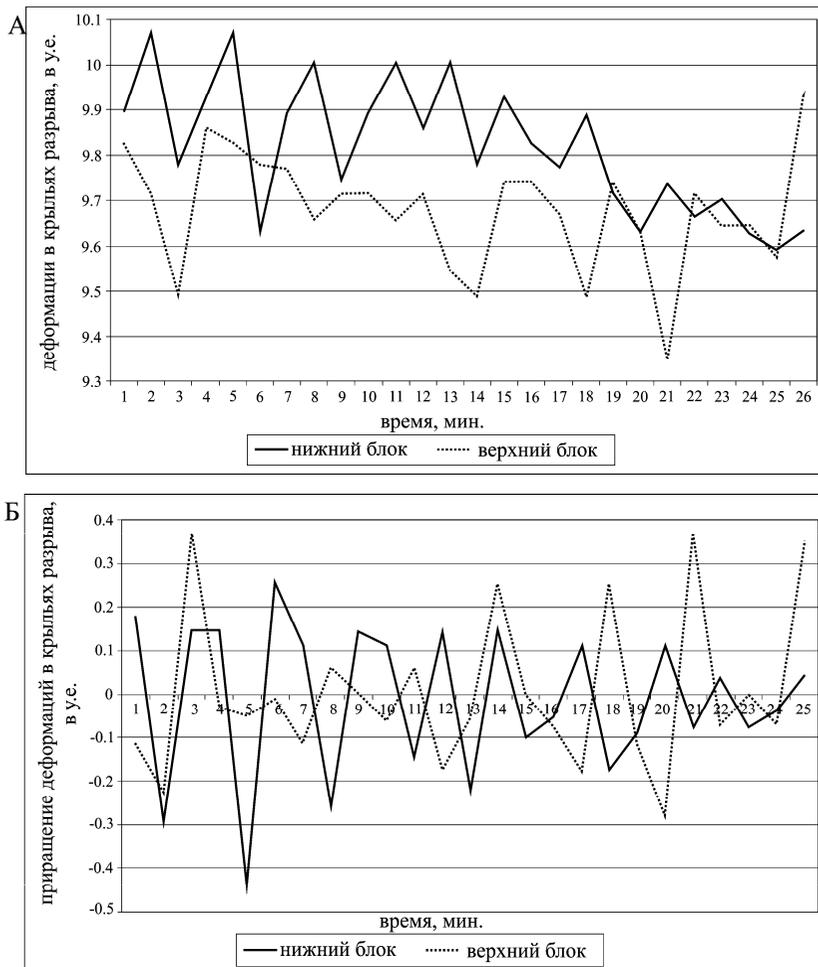


Рис. 6. Вариации деформаций t_i (А) и их приращений Δt_i (Б) во времени на смежных участках с одноименными реперами в нижнем (сплошная линия) и верхнем (пунктирная линия) в крыльях разрыва

Результаты экспериментального исследования пространственно-временной динамики деформаций отдельного блока

Показанная выше пространственно-дискретная динамика деформаций в блоках может иметь в своей основе две вероятные причины. Первая из них, неоднократно рассматриваемая в рамках теоретической модели *stick-slip* математическими и экспериментальными методами, может быть обусловлена морфологическими особенностями плоскости сместителя разрыва, обеспечивающими разную степень сдвиговой прочности на разных его участках по простиранию. Вторая причина может быть связана с особенностью деформирования упруго-вязко-пластичных сред, т. е. с их способностью к пространственной передаче пластической деформации в виде волнового процесса. В такой постановке этот вопрос ранее не исследовался, что по-

служило поводом для проведения специальной серии экспериментов. Уточним, что деформируемый в ходе опыта блок имитировал частный структурный элемент ДЗС – линейно вытянутый блок, вычлененный двумя протяженными разрывами. Представлен сводный график (рис. 7, А), отражающий изменение расстояний между реперами по простиранию деформируемого блока с временной дискретностью в 5 мин. Видно, что первоначально одинаковые значения этих расстояний изменяются неравномерно и пространственно, и во времени, то возрастая, то убывая. Причина этих изменений хорошо просматривается в вариации параметра приращения расстояния между реперами Δt_i (рис. 7, Б), показывающей, что при внешне действующем на модель сжатии вдоль профиля наблюдений модельный материал между реперами по этому направлению то сжимается (отрицательные значения параметра на графике), то растягивается (положительные значения параметра на графике).

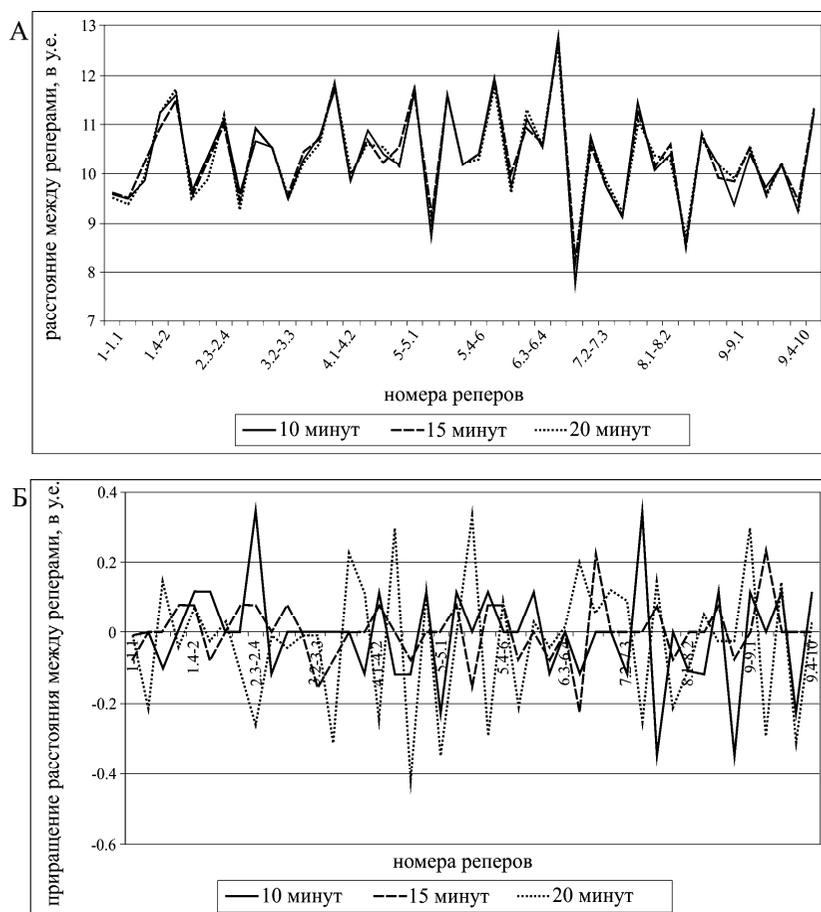


Рис. 7. Вариации деформаций t_i (А) и приращений деформаций Δt_i (Б) модельного материала между реперами по простиранию блока

Исходя из такого характера изменения параметра Δt_i во всех случаях показывающего периодическую смену режимов деформирования в точках наблюдения со сжатия на растяжение с последующей инверсией на сжатие, можно говорить о прохождении по блоку направленных деформационных волн. Аргументом в пользу такого вывода служат данные мониторинга горизонтального смещения контрольных реперов на поверхности модели относительно неподвижной опорной линии В–Г. Расстояние между опорной линией и реперами увеличивается со временем, но скорость этого увеличения варьирует, что отражается в углах наклона фрагментов кривых на отдельных временных интервалах. Динамика изменения этих расстояний, выраженная в их приращениях за единичный интервал времени, отчетливо проявляет волновые свойства, что позволяет говорить о прохождении в объеме модели деформационных волн (рис. 8). При этом их возникновение обусловлено способностью упруго-вязко-пластичной среды накапливать в локальном объеме передаваемые штампом с постоянной скоростью деформации и напряжения и по достижении ими некоторого критического уровня передавать их в виде волны в другой рядом расположенный локальный объем.

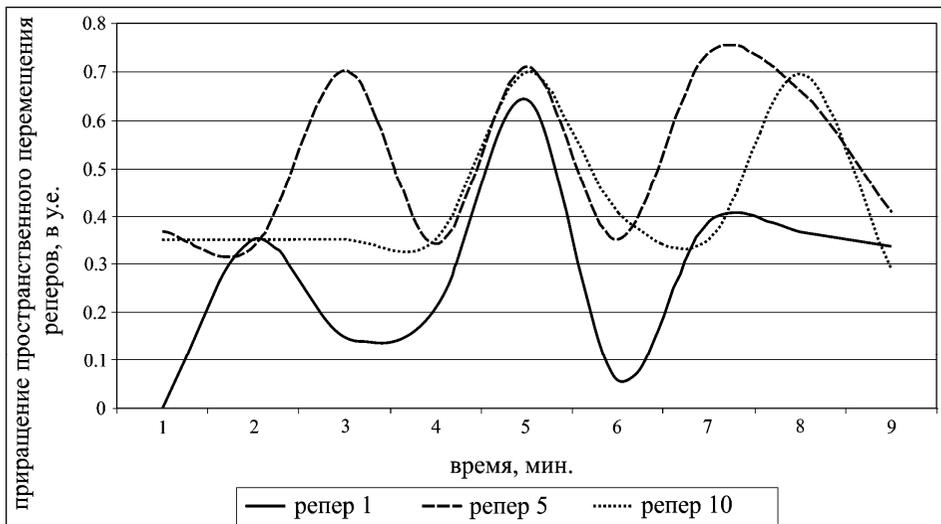


Рис. 8. Приращение во времени расстояния от неподвижной опорной линии В–Г до трех контрольных реперов (M_n) на модели

Обсуждение результатов

В настоящее время большинство исследователей, занимающихся проблемой тектонических коровых землетрясений, часть из них связывают с сейсмогенной активизацией существующих разломов. Пространственно-временные закономерности активизации разломов в ДЗЛ, с точки зрения их сегментации, по натурным наблюдениям ранее не изучались из-за большой длительности их развития, составляющей для протяженного разлома сотни тысяч – первые миллионы лет. В качестве примера, подтверждающего нали-

чие сегментации протяженных разломов в ДЗЛ, можно привести опубликованные в специальном отчете результаты, посвященные детальному структурному изучению разлома Сан-Андреас, находящегося на заключительной стадии развития и давно ставшего своеобразным эталоном континентальных деструктивных зон сдвига. К сожалению, других наглядных примеров, в той или иной мере сравнимых с полученными результатами моделирования, пока найти не удалось.

Что касается найденной в моделях возвратно-поступательной динамики крыльев активных сегментов, то аналогичный эффект ранее был инструментально зафиксирован на геодинамическом полигоне, расположенном в пределах Центрально-Сахалинского разлома [8; 10]. За время мониторинга деформаций была обнаружена неоднократная смена направления движения крыльев контрольного разлома с левосторонних на правосторонние и наоборот с периодичностью в несколько месяцев.

Одной из причин сегментации разломов могут быть распространяющиеся по ДЗЛ медленные деформационные волны. Первые наблюдения за направленной миграцией землетрясений вдоль зон активных разломов [22] и последующие теоретические разработки [21] положили начало изучению важной для современной геодинамики проблемы пространственно-временной мобильности деформаций и напряжений в литосфере. Обстоятельный обзор посвященных ей публикаций представлен в [7]. Несмотря на то что эта проблема была обозначена более полувека назад и разрабатывалась многими учеными разных геолого-геофизических специализаций, до настоящего времени основной объект ее исследования – «тектоническая волна деформации» – не получил прямого инструментального подтверждения на натуральных объектах. Тем не менее приводимые в публикациях результаты геофизического, сейсмологического, геохимического, гидрологического и других видов мониторинга, а также теоретические расчеты косвенно указывают на физическую возможность волнового характера пространственной миграции тектонических деформаций в литосфере.

На сегодняшний день по механизмам возбуждения, периодам и скоростям распространения выделяют два основных типа деформационных волн. Первый тип генерируется глобальными процессами, охватывает крупномасштабные участки литосферы, распространяясь по пространственным коридорам шириной в первые сотни километров со скоростями от десятков до первых тысяч километров в год и периодами от десятков до первых тысяч лет. Второй тип пространственно и генетически связан с активными зонами крупных разломов и характеризуется более высокими скоростями и существенно меньшими периодами [7]. Природа второго типа деформационных волн дискуссионна. Одни исследователи считают, что они приходят в зону разлома извне, другие полагают, что они порождаются самой зоной, являясь следствием особенностей динамики ее внутриразломной структуры.

Выводы

Приведенные результаты двух серий экспериментов позволяют констатировать, что формирующаяся разломно-блоковая внутренняя структура деструктивных зон сдвига имеет сложную, но закономерную, дискретную деформационную динамику развития. Она реализуется через дифференцированную по типу деформации блоков, приводящую к избирательной пространственно-временной сегментной активизации межблоковых контактов, представленных ДЗС в виде совокупности систем разноранговых разрывов. В каждый момент времени протяженные разрывы в ДЗС, относимые к разряду активных, в действительности активны избирательно-дискретно по их длине за счет процесса сегментации. Каждый отдельный протяженный разрыв в ДЗС не бывает одновременно активен по всей его длине. Реальной активностью обладают лишь отдельные его сегменты, нередко отличающиеся по знаку смещений на них.

Пространственно-временная дискретность деформационного процесса в ДЗС обусловлена внутренними свойствами упруго-вязко-пластичной среды, обеспечивающими генерацию в ней деформационных волн даже в условиях действующей с постоянной скоростью внешней нагрузки. Таким образом, феномен существования деформационных волн является функциональным свойством структурированных тел с упруго-вязко-пластичной реологией. Их возникновение инициируется внешней приложенной к модели нагрузкой, а детали реализации волнового процесса в ДЗЛ определяются особенностями ее внутренней разломно-блоковой структуры.

Список литературы

1. Борняков С. А. Динамика развития деструктивных зон межплитных границ (результаты моделирования) / С. А. Борняков // Геология и геофизика. – 1988. – № 6. – С. 3–10.
2. Борняков С. А. Количественный анализ параметров разномасштабных сдвигов / С. А. Борняков // Геология и геофизика. – 1990. – № 10. – С. 34–42.
3. Борняков С. А. Многоуровневая самоорганизация деструктивного процесса в сдвиговой зоне (по результатам физического моделирования) / С. А. Борняков, С. И. Шерман // Физ. мезомеханика, 2000. – Т. 3, № 4. – С. 107–115.
4. Борняков С. А. Структурные уровни деструкции в сдвиговой зоне и их отражение во фрактальных размерностях (по результатам физического моделирования) / С. А. Борняков, С. И. Шерман, А. С. Гладков // ДАН. – 2001. – Т. 377, № 1. – С. 72–75.
5. Борняков С. А. Диссипативные структуры зон разломов и критерии их диагностики (по результатам физического моделирования) / С. А. Борняков, В. А. Трусков, А. В. Черемных // Геология и геофизика, 2008. – Т. 49, № 2. – С. 179–187.
6. Борняков С. А. Диссипативные процессы в зонах разломов (по результатам физического моделирования) / С. А. Борняков, Н. В. Семенова // Геология и геофизика, 2011. – Т. 52, № 6. – С. 862–870.
7. Быков В. Г. Деформационные волны Земли: концепция, наблюдения и модели // Геология и геофизика. – 2005. – Т. 46, № 11. – С. 1176–1190.

8. *Василенко Н. Ф.* Горизонтальные движения земной поверхности в зоне Центральнo-Сахалинского разлома / Н. Ф. Василенко, Е. Д. Богданова // Тихоокеан. геология. – 1986. – № 3. – С. 45–49.
9. *Гзовский М. В.* Основы тектонофизики / М. В. Гзовский. – М.: Наука, 1975. – 536 с.
10. *Захаров В. К.* Горизонтальные деформации земной поверхности на островах Сахалин и Шикотан / В. К. Захаров, Н. Ф. Василенко, Н. В. Наумов // Тихоокеан. геология. – 1986. – № 3. – С. 119–121.
11. *Семинский К. Ж.* Структурно-механические свойства глинистых паст как модельного материала в тектонических экспериментах / К. Ж. Семинский. – Иркутск: ИЗК СО Акад. наук СССР, 1986. – 130 с.
12. *Семинский К. Ж.* Внутренняя структура континентальных разрывных зон: тектонофизический аспект / К. Ж. Семинский. – Новосибирск: ГЕО, 2003. – 244 с.
13. *Семинский К. Ж.* Внутренняя структура континентальных разломных зон: прикладной аспект / К. Ж. Семинский, А. С. Гладков, О. В. Лунина. – Новосибирск: ГЕО, 2005. – 293 с.
14. *Шерман С. И.* Физический эксперимент в тектонике и теория подобия / С. И. Шерман // Геология и геофизика. – 1984. – № 3. – С. 8–18.
15. Разломообразование в литосфере: зоны сдвига / С. И. Шерман [и др.]. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-е, 1991. – 262 с.
16. Разломообразование в литосфере: зоны растяжения / С. И. Шерман [и др.]. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-е, 1992. – 258 с.
17. Разломообразование в литосфере: зоны сжатия / С. И. Шерман, К. Ж. Семинский, С. А. Борняков и др. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-е, 1994. – 263 с.
18. *Шерман С. И.* Деструктивные зоны литосферы, их напряженное состояние и сейсмичность // Неотектоника и современная геодинамика континентов и океанов, 1996. – С. 157–158.
19. *Bornyakov S. A.* Mechanism of fault segmentation and character of segment interaction (from results of physical and mathematical simulation) / S. A. Bornyakov, A. N. Adamovich // Journal of Earthquake Prediction Research. – 2000. – Vol. 8, N 4. – P. 471–485.
20. *Dooley T. P.* Analogue modelling of intraplate strike-slip tectonics: A review and new experimental results / T. P. Dooley, G. Schreurs // Tectonophysics. – 2012. – Vol. 574–575. – P. 1–71.
21. *Elsasser W. M.* Convection and stress propagation in the upper mantle / W. M. Elsasser // The application of Modern Physics to the Earth and Planetary Interiors / Ed. S. K. Runcorn. – N. Y.: Wiley. – 1969. – P. 223–246.
22. *Richter E. F.* Elementary seismology / E. F. Richter. – San Francisco: Freeman and Co, 1958. – 768 p.

Experimental Study of Regularities Space and Temporal Fault Activation in Destructive Zones of Shear

A. A. Tarasova, S. A. Bornyakov

Abstract. With observance of conditions of similarity physical modeling of processes of formation of destructive zones of shear (DZS) was performed for detailed research of deformation dynamics of systems of ruptures and blocks making its internal structure. On results of two series of experiments it is shown that formed fracture and block internal

structure DZS has difficult, but regular and discrete deformation dynamics of development. It is realised through the deformation of blocks leading to selective existential segment activation of interblock contacts differentiated on type, presented DZS in the form of set of systems of various scale ruptures. During each moment of time extended ruptures in DZS, carried to the category active, are actually active selectively-discretely on their length at the expense of segmentation process. Each separate extended rupture in DZS does not happen simultaneously is active on all its length. Real activity its only separate segments quite often different on a sign of displacement on them possess. It is shown that existential step-type behaviour of deformation process in DZS is caused by internal properties elastic-viscous-plastic the environments, providing generation in it of deformation waves even in the conditions of external loading operating with constant speed.

Keywords: physical modelling, deformations, destructive zones of shift, breaks, deformation waves, segment activation.

Тарасова Анастасия Алексеевна
старший лаборант, аспирант
Институт земной коры СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128
тел.: (3952) 42-27-83
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 20-16-39

Tarasova Anastasia Alekseevna
Senior Laboratory Assistant, Postgraduate
Institute of the Earth's Crust SB RAS
128, Lermontov st., Irkutsk, 664033
tel.: (3952) 42-27-83
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 20-16-39

Борняков Сергей Александрович
кандидат геолого-минералогических наук
старший научный сотрудник;
зав. базовой кафедрой тектонофизики
Институт земной коры СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128
тел.: (3952) 42-27-83
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 20-16-39

Bornyakov Sergey Aleksandrovich
Candidate of Sciences (Geology and
Mineralogy), Senior Research Scientist;
Head of the Basic Chair of a Tektonophysic
Institute of the Earth's Crust SB RAS
128, Lermontov st., Irkutsk, 664033
tel.: (3952) 42-27-83
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 20-16-39