

НОВЫЕ ДАННЫЕ В ПОВЕДЕНИИ БЛОКОВ ПРАВОБЕРЕЖНОГО РАЗЛОМА В РАЙОНЕ ИНГУРИ ГЭС ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ И ВЫПАДЕНИИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

**Абашидзе В.Г., Челидзе Т.Л., Цагурия Т.А., Довгаль Н.Д.,
Давиташвили Л.А.**

Институт геофизики им. М. Нодиа Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили

Как известно, крупным тектоническим элементом головного сооружения Ингурской ГЭС является Ингиришский разлом типа взбросо-сдвига. Он проходит западнее плотины в ложе водохранилища и имеет субмеридиональное простирание. Ингиришский разлом сопровождается оперяющими нарушениями меньшего порядка, из которых основным является зона разрывного нарушения того же типа, непосредственно проходящая под правым крылом плотины. Разлом простирается почти параллельно р. Ингури и имеет восточное падение под углом 70-80°. Амплитуда его смещения по вертикали составляет в среднем 100 м, а по горизонтали - 80 м. Зона разлома мощностью 2-9 м представлена уплотненным доломитовым песком с кальцитом [1].

Правобережная взбросо-сдвиговая зона делит весь массив основания плотины на два крупных структурных блока высокого порядка. Внешний А блок представляет собой взброшенное крыло, а внутренний Б блок - опущенное крыло.

Начиная с 1974 г. мы наблюдаем и исследуем поведение А и Б блоков разлома кварцевым экстензометром (деформографом) длиной 22,5 м. Один конец кварцевой штанги закреплен в постаменте в скальных породах внешнего А блока на, так называемом, взброшенном крыле. Другой, свободный конец штанги покоится на постаменте, устроенном на внутреннем Б блоке, т.е. на опущенном крыле, где и происходит фотооптическая регистрация горизонтальных смещений блоков. Чувствительность кварцевого экстензометра высокая. Его увеличение равно 6000, т.е. при относительном смещении блоков на 1 мкм световой луч перемещается на фотобумаге на 6 мм.

По записям экстензометра блоки правобережного разлома испытывают малые относительные смещения. Как уже сообщалось в работе [2], до начала заполнения водохранилища на разломе преобладало растягивающее смещение блоков. Однако, после начала заполнения и циклического регулирования воды в водохранилище, этот процесс замедлился. Со времени установки экстензометра до начала циклического регулирования водохранилища, т.е. за 1974-1985 годы среднегодовое смещение блоков равнялось 0.23 мм/год, тогда как за 1986-2014 годы эта величина составила лишь 0.14 мм/год.

Чтобы наглядно посмотреть, как влияет регулирование воды в водохранилище на поведение этих блоков, на рис.1 сопоставлены графики смещения блоков, зарегистрированные экстензометром с фотооптической регистрацией и регулирования воды в водохранилище за 2000-2014 годы. Как видно из графиков, при подъеме воды в водохранилище, на разломе блоки сближаются, а при сработке, т.е. при снижении уровня воды, расходятся. Возможная причина этого процесса хорошо была объяснена в работе [2] и не будем повторяться. Сейчас о другом факте.

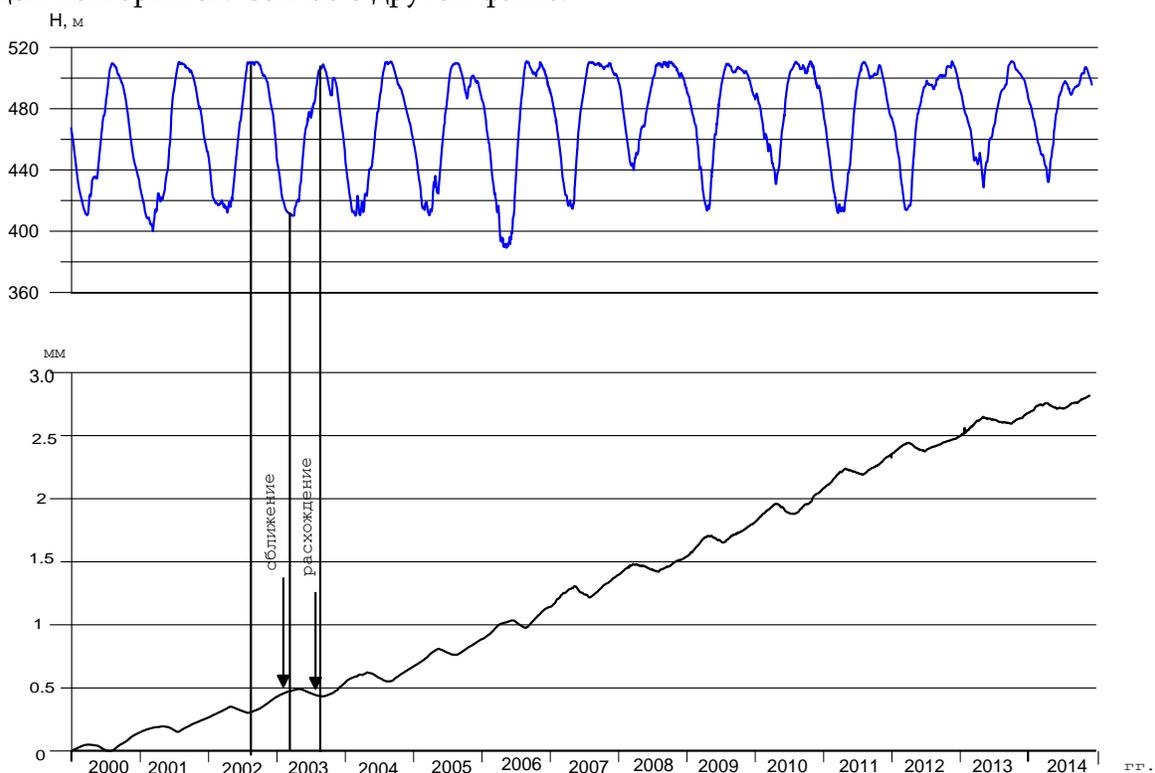


Рис.1

Графики относительных смещений блоков правобережного разлома и изменения уровня воды в водохранилище за 2000-2014 гг.

В феврале 2014 года параллельно с оптической регистрацией на экстензометре была устроена регистрация с помощью лазера типа 1LD1402(10)SC. Длина красного цвета волны составляет 670 нм. Максимальная оптическая мощность луча $\leq 1\text{ мВт}$. Прибор может работать в режиме температур 0-50°C, при нормальном атмосферном давлении и от 5 до 95% влажности без конденсации.

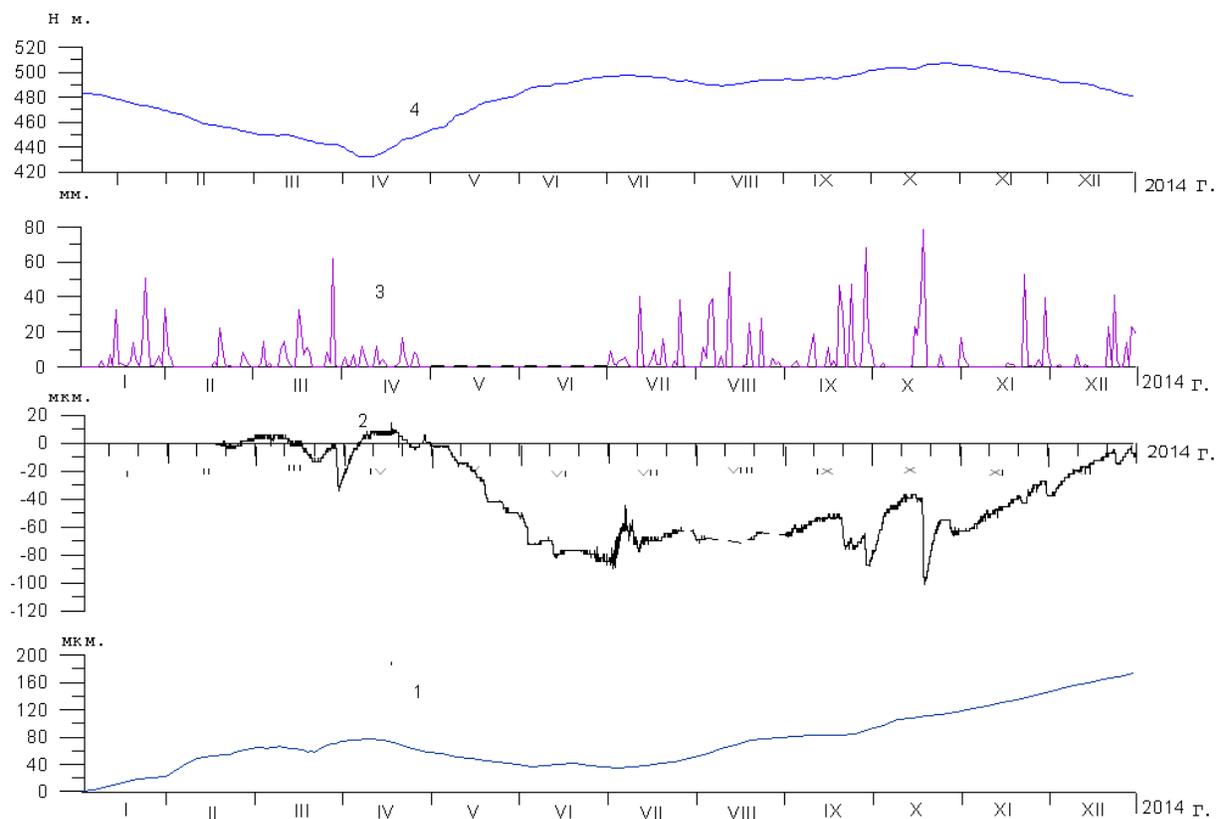


Рис.2

Графики относительных горизонтальных смещений блоков правобережного разлома, полученные экстензометром фотооптической (1) и лазерной (2) регистрациями, изменения уровня воды в водохранилище (4) и атмосферных осадков (3) за 2014 год.

На рис.2 представлены графики относительных горизонтальных смещений блоков правобережного разлома за 2014 год, зарегистрированные как фотооптической регистрацией на ленте(1), так и с помощью лазера(2), численные данные которого часовым шагом автоматически через интернет передаются в Тбилиси. На этом рисунке представлены также графики изменения уровня воды в водохранилище(3) и данные атмосферных осадков в виде дождя(4).

Как видно из графиков смещений блоков, на разломе, полученные вышеприведенными обоими методами регистрации при подъеме и сработке воды в водохранилище блоки сближаются и расходятся. После установления лазерной регистрации был зафиксирован также эффект сильных дождей, при котором блоки сначала сближаются, а затем подымаясь частично и расходятся. Причину этого явления можно представить следующим образом.

Как показывают пьезометрические наблюдения, сместительная часть правобережного разлома представляет собой водоупор. Поэтому атмосферные осадки, падающие на склон и инфильтрующие в скальный массив, приводят к развитию гидростатического давления на висячее крыло разлома, которое в свою очередь передает давление на лежащее крыло, расположенное между разломом и рекой (рис.3). Последний по размерам значительно меньше, чем блок за разломом, более трещиноват и быстро дренируется долиной, что приводит к разности гидростатических уровней по обе стороны разлома и сближения блоков [3]. Однако после дренирования дождя в лежащем крыле, появляется выталкивающая сила, и этот блок начинает подыматься вверх, что вызывает расхождение блоков что и фиксируется лазерной регистрацией во время сильных дождей.

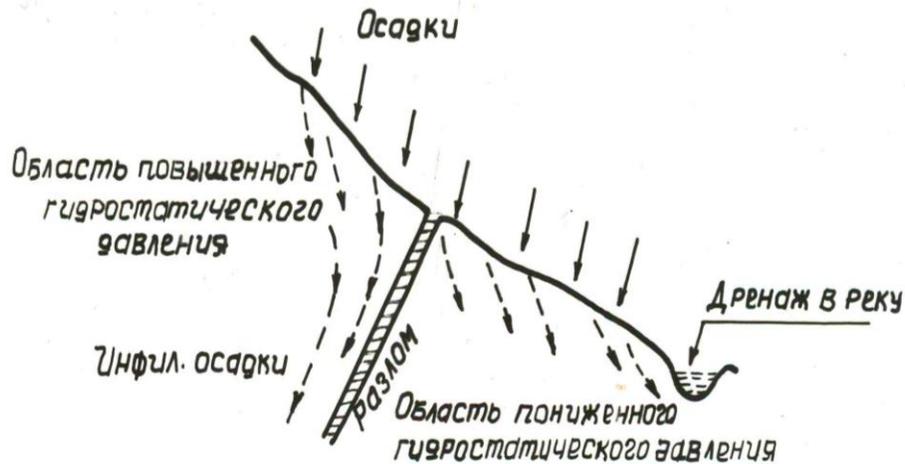


Рис.3.
К механизму дождевого эффекта к смещению
блоков правобережного разлома

Таким образом можно констатировать: если дождь выпадет тогда, когда происходит наполнение водохранилища, тогда он способствует сближению блоков. С другой стороны, если дождь выпадет тогда, когда идет сработка водохранилища, он препятствует расхождению блоков разлома. Выходит, что дождь выполняет положительную миссию, препятствуя расхождению блоков разлома.

На экстензомере с фотооптической регистрацией ввиду высокой чувствительности во время сильных дождей луч света сразу уходит с ленты вверх и нет записи. Когда наблюдатель возвращает луч, на ленте в большинстве случаев эффект дождя теряется, и прибор продолжает фиксировать сближение или расхождение блоков в зависимости от того, идет наполнение или сработка воды в водохранилище.

Для наглядности на рис.4 представлен отрезок оптической записи деформографа, откуда хорошо видно влияние дождя на динамику разлома. После исправления записи, утром 12.06.2014 г., из-за того, что дождь продолжал идти, луч постепенно опять вышел с ленты. После вторичного исправления утром 13.06.2014 г. от влияния дождя запись имела тенденцию хода наверх, указывая на продолжение сближения блоков, а затем отклонилась вниз, так как после сильных дождей, как показывает лазерная регистрация, идет некоторое расхождение блоков.

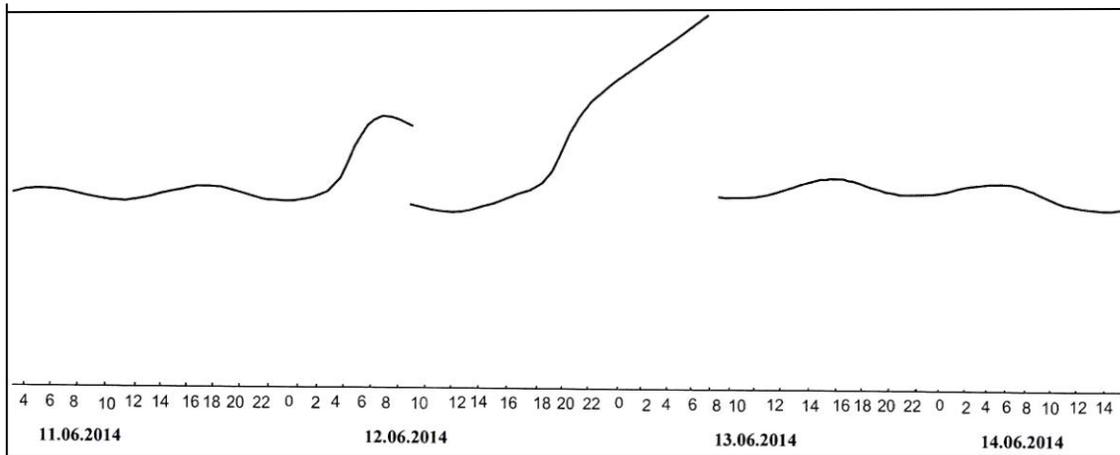


Рис.4

Образец записи на ленте экстензометра фотооптической регистрацией с 11.06.14 по 14.06.14 года

В заключении надо констатировать, что от сравнений записей обеими регистрациями видно, что в общих чертах поведение блоков правобережного разлома - сближение и расхождение совпадают друг с другом. Однако, поскольку экстензометр с лазерной регистрацией, позволяет полностью фиксировать влияние дождя, из этих данных можно заключить, что во время сработки воды в водохранилище дождь временно уменьшает расхождение блоков, а при наполнении водохранилища, наоборот, увеличивает сближение блоков. Выходит, что приведенные в работе [2] данные о расхождении блоков разлома несколько должны уменьшаться. Однако, окончательный ответ на это дадут последующие годы, так как лазерная регистрация на экстензометре велась только со второй половины февраля до ноября 2014 г. и, к сожалению, с перерывами (в мае-июне не было данных осадков, а в августе не работала лазерная регистрация).

Литература

1. Джигаури Г.М., Матицкий А.К., Кереселидзе С.Б. Инженерно-геологические условия головного узла Ингури ГЭС и Джварского водохранилища. Технический проект Ингури ГЭС. Т.4, книга 1. Тбилиси, Фонды «Тбилгидропроект». -1970. -262 с.
2. Абашидзе В.Г., Челидзе Т.Л., Цагурия Т.А., Кобахидзе Т.В., Чиаурели Г.Г. Результаты деформографических наблюдений в зоне правобережного разлома на территории арочной плотины Ингури ГЭС. Труды Ин-та геофиз. им. М.З.Нодиа. -2008. -Т.60. -С.54-59.
3. Емельянова М., Савинская М., Тиздель Р. Анализ изучения медленных движений земной коры в районе створа арочной плотины Ингури ГЭС. Отчет отдела скальных оснований Ин-та «Гидрпроект». М.-1976.-51 с.

**ახალი მონაცემები ენგურჰესის რაიონში მარჯვენა სანაპიროს რღვევის ბლოკების
ყოფაქცევაზე წყალსაცავში წყლის რეგულირებისა და ატმოსფერული ნალექების დროს**

აბაშიძე ვ., ჭელიძე თ., ცაგურია თ., დოვგალი ნ., დავითაშვილი ლ

რეზიუმე

ენგურჰესის რაიონში მდ. ენგურის მარჯვენა სანაპიროზე გამავალი რღვევის ბლოკების ყოფაქცევის შესასწავლად 1974 წლიდან მიმდინარეობს უწყვეტი დაკვირვებები კვარცის ექსტენზომეტრით(დეფორმოგრაფით) ფოტოოპტიკური რეგისტრაციით. ამ კვლევების შედეგად გამოვლინდა ბლოკების გააქტიურება წყალსაცავში წყლის რეგულირების დროს. კერძოდ წყალსაცავში წყლის დონის აწევას მოჰყვება ბლოკების დაჯდომა და დაახლოება, ხოლო დამუშავების დროს მათი ზემოთ ამოწევა და დაცილება. 2014 წლის თებერვლიდან ამ ექსტენზომეტრზე პარალელურ რეჟიმში დაყენებულ იქნა ლაზერული რეგისტრაცია, რომელმაც ზოგადად დაადასტურა ბლოკების ამოწევა-დაწევა წყალსაცავში წყლის რეგულირების დროს. მაგრამ მან აგრეთვე საშუალება მოგვცა დიდი წვიმების დროს დაგვეფიქსირებინა ბლოკების დაახლოება და დაცილების ეფექტი, რაც მაღალი სიზუსტის გამო ფოტოოპტიკური რეგისტრაციით ვერ ხერხდებოდა. ამ ფაქტის ზუსტი რაოდენობრივი შეფასება მომდევნო წლებში იქნება შესაძლებელი, როცა მეტი დაკვირვებითი მასალა დაგროვდება.

**NEW DATA ON THE FAULT BEHAVIOUR ON THE RIGHT BANK OF THE
ENGURI DAM DURING WATER REGULATION IN THE RESERVOIR AND
ATMOSPHERIC PRECIPITATIONS**

Abashidze V., Chelidze T., Tsaguria T., Dovgal N., Davitashvil L.

Abstract

Since 1974 continuous observations by means of quartz extensometer (strainmeter) with photo-optical registration has been carried out in order to study the behavior of the fault on the Right Bank of the Enguri River in the area of the Enguri Dam. In 2014 a laser registration was installed on the extensometer, which proved ascending and descending of the blocks during regulation of the water level in the reservoir. Besides, it also enabled us to record dynamics of the blocks during strong rains, which was not possible to fulfill by photo-optical registration due to technical limitations. The precise quantitative estimation of this effect will become feasible during following years when will have more observed material.