

**Маматов Ж.Ы., Кожобаев Д.Ш., Ордобаев Б.С., Матозимов Б.С.,
Шамишев Н.У., Сансызбаев С.М.**

**О ВЛИЯНИИ НАПРАВЛЕННОГО ВЗРЫВА ПРИ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГЭС «КАМБАР-АТА 2» НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ,
НАХОДЯЩИЕСЯ В ЕГО ОКРЕСТНОСТИ**

**Zh.Y. Mamatov, D.Sh. Kozhobaev, B.S. Ordobaev, B.S. Matozimov,
N.U. Shamshiev, S.M. Sansyzbaev**

**ABOUT THE IMPACT OF THE DIRECTED EXPLOSION
DURING “KAMBAR-ATA 2” HYDRO-ELECTRIC POWER STATION
CONSTRUCTION ON THE BUILDINGS AND STRUCTURES SURROUNDING IT**

УДК: 624.031

В данной статье рассматривается влияние направленного взрыва на поведение жилых (построенных из местных материалов в селах Кара-Жыгач и Шопоково) домов, административных зданий и промышленных сооружений, находящихся в окрестности объекта ГЭС «Камбар-Ата-2» до и после взрыва 22.12.09 на объекте.

The influence of directed blast to behavior of residential houses (made of local raw materials in the villages Kara-Zhygach and Shopokov), administrative buildings and industrial facilities, located in vicinities of Hydro Power Station Kambar-Ata-2 before and after blasts there on 22.12.09.

При строительстве плотины гидроэлектростанции впервые в Кыргызстане произведен направленный взрыв на объекте «Камбар-Ата-2». Этот эффект взрывов может рассматриваться как один из видов сейсмического воздействия на сооружения и конструкции.

Воздействие упругих колебаний, при взрыве распространяющихся в массиве, на сооружения можно оценивать амплитудой смещения и периодом. Значения последних зависят от свойств горных пород, удаленности сооружения от места взрыва, глубины заложения и массы заряда взрывчатого вещества (ВВ). Скорость колебаний частиц породы принята в качестве основной характеристики для оценки сеймики взрыва. Она зависит в первую очередь от расстояния r до очага взрыва и от массы Q взрываемого заряда.

Представленное ниже описание состояния зданий и сооружений составлено на основе наружного визуального обследования последних до и после взрыва. Практика показала, что существующие на сегодняшний день в республике сейсморегистрирующие аналоговые приборы не отвечают современным требованиям по своевременности и достоверности обработки происходящих в стране землетрясений. Необходимо переходить с аналогового режима на аналогово-цифровой или цифровые приборы.

Видя нашу проблему с обработкой информации полученных при аналоговом режиме,

партнеры из России пошли нам навстречу и предоставили свой аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) во временное пользование при Камбаратинском крупномасштабном взрыве.

Основными объектами исследований были административные и жилые здания, расположенные в селах Кара-Жыгач, Шопоково и на территориях, прилегающих непосредственно к ГЭС-2 (рис.1). Эти объекты обозначены 11 точками наблюдения.

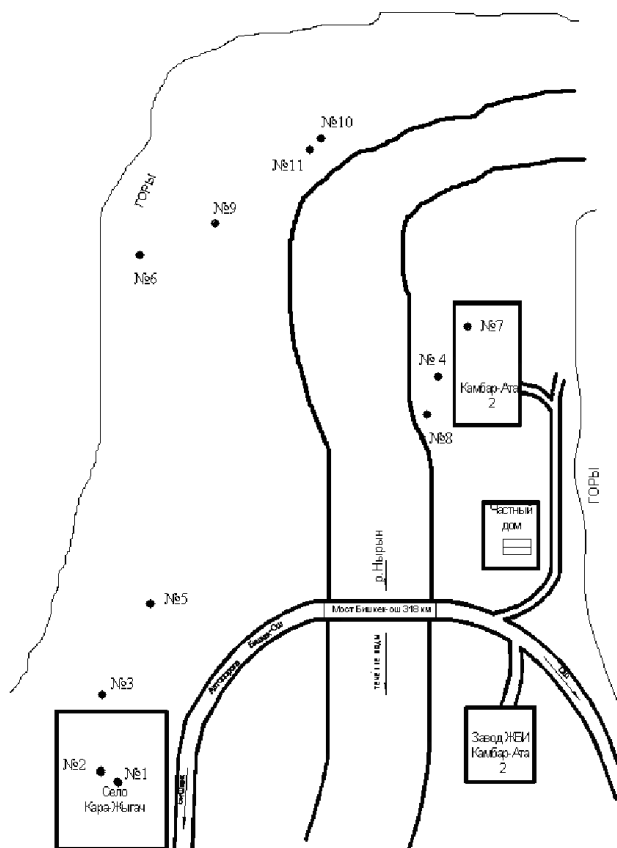


Рис. 1. Ситуационная схема расположения объектов наблюдения

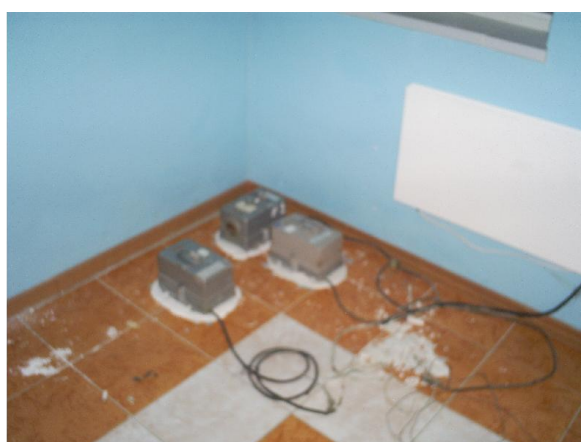
Объектом наблюдения №1 (правый берег) является средняя школа в селе Кара-Жыгач (рис.2).



а) С/ш с. Кара-Жыгач



б) пункт наблюдения на чердаке



в) пункт наблюдения на втором этаже



г) пункт наблюдения на площадке

Рис.2. Пункты наблюдения в средней школе с. Кара-Жыгач (на фотографии надпись 2010- надо читать как 2009 год).

Село Кара-Жыгач расположено на правом берегу реки Нарын на расстоянии 4270м от точки взрыва. Непосредственно в средней школе была проведена подготовка каналов регистрации для записи смещений, ускорений колебания грунта. Школа состоит из 1-этажного (административно-учебный корпус) и примыкающего к нему 2-х этажного (учебный корпус) кирпичного здания. Приборы-сейсмоприемники СМ-3 были установлены в 2-х этажном здании в наблюдательных пунктах на чердаке (каналы X_3, Y_3, Z_3), на втором этаже (каналы X_2, Y_2, Z_2), и во дворе школы

(каналы X_1, Y_1, Z_1). Горизонтальные сейсмометры были ориентированы по направлению продольной оси (Y), поперечной оси (X), и вертикальной оси (Z). Регистрационный пункт расположен на первом этаже. Сейсмоприемники с помощью аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) были подключены к персональному компьютеру, который был настроен на непрерывный режим записи.

Записи сейсмического воздействия на здании школ представим в следующем виде (рис.3-5):

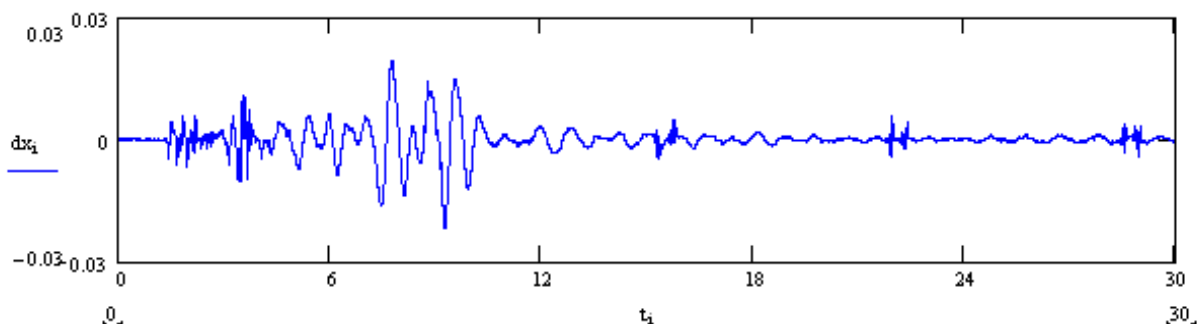


Рис.3. Сейсмограмма скорости канала x2

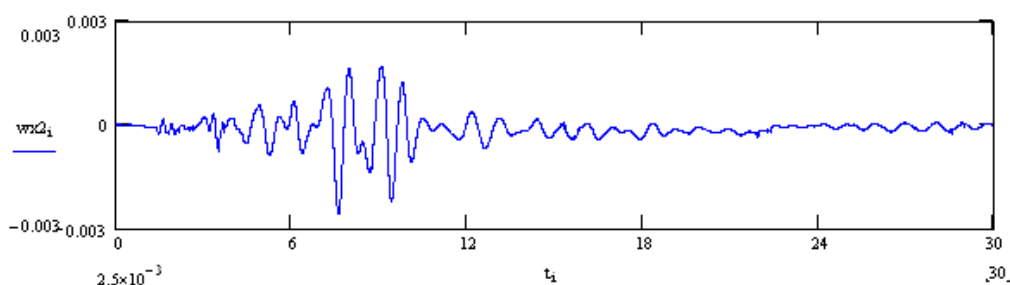


Рис.4. Сейсмограмма смещения канала x2

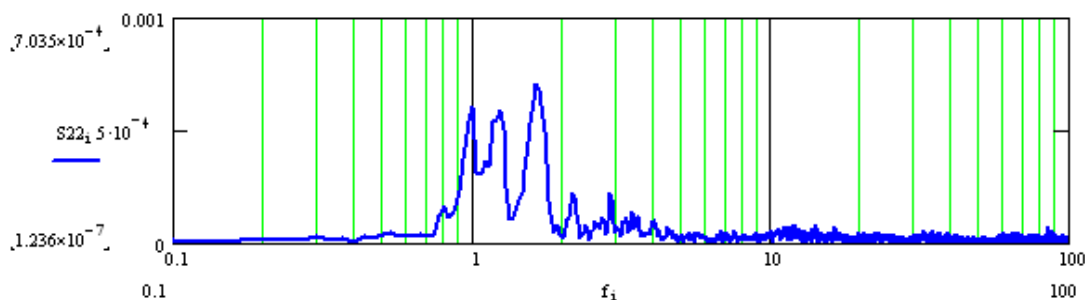


Рис.5. Амплитудный спектр канала x2

1. На всех каналах видны две фазы колебаний. Первая продольная – P, вторая поперечная –S, хотя это может быть поверхностная волна. Эти фазы наиболее хорошо выделяются на первом этаже. Видно, что разность времен прихода S-P = 3”.

2. Амплитуда P фазы около 5 мм/с, S фазы равна 19,3 мм/с.

3. Потом интегрированием получены смещения.

4. На записях хорошо видны P фазы от первого и второго взрыва. P1 приходит в момент 1,412”, P2 приходит в момент 3,125”. Отсюда разность P2-P1=1,713”. Это хорошо совпадает с интервалом времени между взрывами.

5. Приход фаз S от первого и второго взрыва S1 = 6,99” и S2=8,60”. Отсюда разность времен прихода S2-S1=1,53”. Это неплохо совпадает с временем между взрывами.

6. Период собственных колебаний здания школы определяем на канале Y1 с 24” по 30”. Он равен T=0,92”.

7. Параметры взрывных волн по каналу X2:

а) P1=скорость=6мм/с и смещение=0,15мм, P2=10мм/с и 0,7мм, $f_p=3,3$ Гц

б) S1 =17,5мм/с и 2,05мм, S2 =18,5мм/с и 1,93мм, $f_s=1,4$ Гц

8. По каналу Z1 (вертикальная):

P1 = 6,2 мм/с, P2 = 8,4 мм/с

Был проведен наружный осмотр здания школы. Здание школы построено из жженого кирпича, имеет железобетонные многопустотные междуэтажное и чердачное перекрытия, оштукатурено снаружи, имеет внутреннюю отделку.

Для оценки возможных повреждений здания, в наиболее уязвимых местах (перемычки, углы

стен и др.) была нанесена тонким слоем шпатлевка на основе гипса в качестве маяка, с целью визуального наблюдения возможных повреждений. На маяках можно было проследить характер образуемых трещин.

Объектом наблюдения №2 (правый берег) является 2-х этажное кирпичное здание медпункта, расположенное рядом со школой. Медпункт представляет собой кирпичное двухэтажное здание с железобетонными пустотными плитами перекрытий, не оштукатурено снаружи. Имеет междуэтажный и межчердачный сейсмоясы. Здесь также был проведен наружный осмотр здания медпункта. Над сейсмоясом между 1 и 2 этажами на высоте 4325мм, на сейсмоясе между 2 этажом и чердаком на высоте 6725мм, на уровне оконных перемычек на высоте 3790мм нанесены маяки в виде «креста» шириной 12см нанесенной тонким слоем шпатлевки на основе гипса.

Объект наблюдения №3 (правый берег) находится на расстоянии 300м от здания медпункта и на расстоянии 3920м от точки взрыва, и представляет собой жилой дом. Дом глинобитный, 4-х комнатный имеет размеры в плане 8×10м, ориентирован по направлению Север-Юг. При наружном осмотре дома обнаружены поперечные трещины на стене и фундаменте заднего фасада. С восточной стороны дома на уровне оконных перемычек и фундамента нанесены маяки.

Объектом наблюдения №4 (левый берег) было выбрано 1-этажное кирпичное здание столовой Управления основных сооружений (УОС). Между фундаментом и стеной на южной стороне на расстоянии от угла 1330мм нанесен маяк в виде полосы размером 12,5×36 см. Высота фундамента 145мм. На расстоянии 1330 мм от юго-

восточного угла нанесен маяк в виде «креста» с размерами полос 20×40 см. Высота от фундамента до метки 2935мм. Перемычки на трех окнах с южной стороны столовой цельные, бетонные. Между вторым и третьим окнами на перемычке имеется поперечная трещина. На этой трещине нанесен маяк в виде «креста» с размерами полос 20×40 см. Здесь же между фундаментом и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 20×40 см. От юго-восточного края на расстоянии 1245мм нанесен маяк в виде «Г» с размерами полос 20×40 см. Между фундаментом и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 20×40 см.

Объект наблюдения №5 (правый берег) расположен в с. Шопоково. Дом 1-этажный, наполовину из жженого кирпича, наполовину – глинобитный, без отмоستков, передний фасад оштукатурен. Размеры в плане: 5,3×9,6 м, высота стен до фундамента – 2650мм. Дом ориентирован по направлению Северо-запад. На стыке между глинобитной и кирпичной частями дома с западной стороны (передний фасад) на уровне перемычек и фундамента нанесены 2 маяка. В восточной стороне дома (задний фасад) на расстоянии 34 мм от правого угла на уровне перемычек нанесен маяк в виде «креста», на расстоянии 760 мм от правого угла на уровне фундамента нанесен маяк в виде полосы, высота от фундамента до метки – 2300мм. Высота от фундамента до нижней метки–100мм. На стыке между глиняной и кирпичной частями дома (задний фасад) на уровне перемычек нанесен маяк.

Объект наблюдения №6 (правый берег) – кладбище, которое находится на расстоянии 1450м от точки взрыва. Здесь были установлены маяки в виде двух параллельно уложенных силикатных кирпичей на грунте для выявления возможных сдвигов и смещений после взрыва, ориентированные по направлениям Север-Юг, Восток-Запад.

Объект наблюдения №7 (левый берег) – строящееся административное здание ГЭС-2, которое представляет собой 3-х этажное каркасное здание с кирпичным заполнением, расположенное на расстоянии 750 м от точки взрыва. На первом этаже в фундаменте дверного проема, находящейся посередине южной стороны здания обнаружена поперечная трещина. Расстояние от восточного (правого) края проема до трещины – 295мм. Здесь же на гравийно-песчаном грунте установлены маяки в виде 2-х параллельно уложенных силикатных кирпичей на грунте, ориентированные по направлению Север-Юг.

Объект наблюдения №8 (левый берег) – одноэтажное кирпичное здание ОАО СААК Гидромонтаж, толщина стен –51 см. С восточной стороны на стыке между перемычкой над входной дверью и стеной нанесен маяк в виде верти-

кальной полосы размером 12×35 см. Между фундаментом и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 25×40 см. На стыке между оконной перемычкой и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 16×28 см. Между фундаментом и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 25×40 см. С южной стороны здания на расстоянии 4062 мм от правого угла на оконной перемычке нанесен маяк в виде горизонтальной полосы размером 20×30 см. Между фундаментом и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 15×32 см.

Объект наблюдения №9 (правый берег) – находящийся на расстоянии 1км от точки взрыва чабанский дом, материал стен – жженный кирпич. С западной стороны на стыке между оконной перемычкой и стеной нанесен маяк в виде «креста». На стыке между фундаментом и стеной нанесен маяк в виде вертикальной полосы размером 20×40см. С южной стороны дома на расстоянии 145мм от правого угла на уровне перекрытий нанесен маяк в виде «креста». На стыке фундамента со стеной нанесен маяк в виде «креста».

Объектом наблюдения №10 (правый берег) был выбран бетонный массив с б/у деревянным электрическим столбом. На этом массиве установили маяк в виде 2-х параллельно уложенных силикатных кирпичей, ориентированный по направлению Север-Юг.

Объект наблюдения №11 (правый берег) находится неподалеку от точки наблюдения № 10 в высохшем русле речки шириной 2÷2,5м, где установили маяк в виде 2-х параллельно уложенных силикатных кирпичей, ориентированный под углом 40° на Северо-восток.

Фундаменты во всех жилых домах с. Кара-Жыгач монолитные ленточные бутобетонные с использованием булыжных камней. Менее 10% домов имеют стены из обожженного кирпича. В остальных – стены возведены из кирпича-сырца или глинобита, устраиваемого путем втрамбовывания глиняного раствора в опалубку (так называемые «сокмо» и «пахса»).

Хорошо известно, что параметры сейсмозрывных волн зависят от категории грунтов, на которых установлены сейсмоприемники. В общем случае принимается, что на мягких грунтах амплитуды в 2 раза больше, чем на скальных. Однако возможны резонансные эффекты, которые увеличивают это различие. При Камбаратинском взрыве все сейсмопункты на левом берегу были размещены на скальном основании или на бетоне, залитом на скальные выходы. На правом берегу все сейсмопункты размещались на мощной толще наносов из песка и глины.

По данным значениям максимальных скоростей колебаний от приведенного расстояния для сравнения сейсмического эффекта от первого и

второго зарядов, можно сделать однозначный вывод, что сейсмическая эффективность обоих зарядов была одинаковой. Иными словами, процент энергии зарядов, пошедших на формирование взрывной волны, для обоих зарядов был одинаков.

Выводы:

1. Максимальная скорость горизонтальных колебаний около 20мм/с, среднее значение смещений равно 1,2мм [2], отсюда можно сделать вывод, что интенсивность колебаний школы равна 5 баллам.

2. На основе обследования и анализа полученной информации с объектов наблюдения и маяков в виде нанесенных тонким слоем шпатлевки на основе гипса и установленных кирпичей: видно, что во всех объектах наблюдения после взрыва не обнаружены

никакие трещины (в т.ч. волосяные трещины) и смещения (расхождения) маяков в виде кирпичей;

3. Поскольку глубина заложения взрывчатых веществ была неглубокой и местность сильно пересеченная, влияние взрыва носила локальный характер. Это подтверждено показаниями сейсмометров, которые показали, что на наблюдаемых объектах амплитуда перемещения и частота колебаний не превышали 2,1мм и 3,3 Гц.

Литература:

1. СНиП 22-01-98 КР «Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки», Бишкек, Минархстрой Кыргызской республики, 1998, 25с.
2. С.В.Медведев «Инженерная сейсмология», М., Гос. изд. лит. по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962, 284 с.

Рецензент: д.тех.н., профессор Кутуев М.Д.
