

УДК 622.4

**А.М. Мухаметшин**

## **К ВОПРОСУ О ПРИЧИНАХ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В ОСНОВНЫХ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТАХ ЗДАНИЯ ЕКАТЕРИНБУРГСКОГО ЦИРКА**

*Рассмотрены и проанализированы результаты маркшейдерских измерений смещений реперов в основании здания Екатеринбургского цирка. Показано, что часть опорных колонн со стороны реки Исеть имеют смещения на порядок большие, чем на противоположной стороне здания. Даны рекомендации на постановку непрерывных измерений смещений реперов с целью контроля безопасности эксплуатации здания.*

*Ключевые слова: маркшейдерские измерения, смещения, основание здания, опорные колонны.*

**Семинар № 3**

**A.M. Muhametshin**  
**THE FACTORES THAT CAUSE THE  
FRACTURE FORMATION IN THE MAIN  
BEARING ELEMENT OF  
EKATERINBURGSKIY CIRCUS  
BUILDING**

*Results of reference point's displacement measurements in the basis of the Ekaterinburg circus building are considered and analyzed. It is shown, that the displacements of the basic columns on the part of the Iset-river are more, than these ones on the opposite side of the building. Recommendations on displacement continuous measurements statement of reference points are given with the purpose of the building operation safety control.*

*Key words: survey measurements, displacements, building foundation, supporting pillars.*

**К**ак известно уже более 20 лет (с февраля 1989 г), в здании цирка имели место и, по мере их появления, фиксировались многочисленными комиссиями (в составе от трех до десяти членов), трещины различного характера и в различных элементах здания. Здесь рассматриваются лишь трещины, отмеченные на основных несущих конструкциях, т.е. на балках Б-2, Б-3 и Б-4, на верхнем

опорном кольце (на отметке +10,2 м) и его ригелях. Эти трещины выделены С.М. Скоробогатовым и А.М. Мухаметшиным в 1997-1998 гг. [1, 2].

Было установлено, что трещины, кроме температурных швов, в основной своей массе обусловлены влиянием ударно-волновой нагрузки [1].

Например, в акте технической комиссии в составе: В.Л. Мелкозеров, Ю.И. Яровой и др., отмечается вертикальная трещина по центру фасада здания со стороны улицы 8-го марта с правой кромки фасадного барельефа. Было признано, что эта вертикальная трещина соответствует резкому изменению здания в плане, т.е. границе примыкания каменного остова здания и каркасной части амфитеатра. По-видимому, за 9 лет эксплуатации в месте резкого перепада температурных деформаций и концентрации напряжений, произошло накопление деформаций и микротрещин в стенах.

Это сечение резкого перехода послужило самым слабым звеном для провоцирования вертикальной трещины по фасаду от действия извест-

ного взрыва 04 октября 1988 года на станции Свердловск-Сортировочный, произошедшего за полгода до работы технической комиссии. Таким образом, воздействие взрыва, сопровождающееся сильным ударно-волновым импульсом, создало вертикальную трещину там, где логически СНиП-11-22-81 рекомендовалось устройство шва, и, который не был предусмотрен проектировщиками. Ориентировочные расчеты показывают, что величина силы взрыва, разорвавшая стену, достигала порядка 20–30 тс.

Вертикальный шов на противоположной стене здания, обращенной к пойме реки следует считать того же происхождения.

Вероятнее всего, следует считать, что воздействие взрыва, происшедшего 04 октября 1988 года, на здание цирка сказалось именно таким образом.

По-видимому, воздействие взрыва на станции Свердловск-Сортировочный сказалось и на появлении трещин в несущих железобетонных балках чердачного перекрытия. Достоверные доказательства на этот счет, в настоящее время, отсутствуют.

Однако из анализа расположения трещины в несущих балках Б-2, Б-3 и Б-4 были сделаны следующие выводы:

- все трещины строго ориентированы относительно опорных колонн, связанных с горным массивом и изолированных от кольцевых колонн по оси 4К;

- все трещины распределены по продольным осям балок практически с равномерным шагом;

- трещины характеризуют состояние механической железобетонных балок, как находящееся в области упругих колебаний, т.к. более мощные в поперечном сечении части балок остаются без трещин.

При анализе результатов сейсмометрических исследований по заме-

рам влияния на здание цирка технологических взрывов в процессе строительства станции Геологическая Екатеринбургского метрополитена было выяснено следующее [2].

Влияние взрывов находится в допустимых для конструкции здания пределах.

Установлено, что в течение суток на консольных балках Б-2 и Б'-2 наблюдаются:

- сейсмические колебания эпизодически, на уровне от 1 до 10 мкм (влияние автотранспорта);

- с 05<sup>30</sup> и до 11<sup>30</sup> практически непрерывно, на уровне от 5 до 9-11 мкм колебания, обусловленные трамвайным движением по улицам Куйбышева и 8<sup>е</sup> марта;

- эпизодические, в течение 5 секунд, сейсмические колебания от технологических взрывов на уровне 11-35 мкм;

- эпизодические в течение 2-3,5 часов сейсмические колебания от зрителей во время концертных выступлений различных вокально-инструментальных ансамблей на уровне до 50-65 мкм (записано 4 концерта).

Установлено, что частоты зарегистрированных колебаний значительно превышают частоту собственных колебаний несущих опорных балок, т.е. о резонансных колебаниях утверждать на этом уровне не приходится.

Относительно горных пород в основании здания было выяснено, что из шестнадцати основных опорных колонн по оси 4К половина, от 16 до 7 (см. рис. 1), опиралась (до 1980 г.) на скальный массив. Остальные, от 8 до 15 опирались на сваи (числом до 20 под каждой из колонн), забитые в глиняный массив. Этот массив заполняет субмеридиональный разлом, глубиной свыше 100 м. На границе разлома в здании цирка была выявлена

трещина, проходящая практически по всем его внутренним конструкциям:

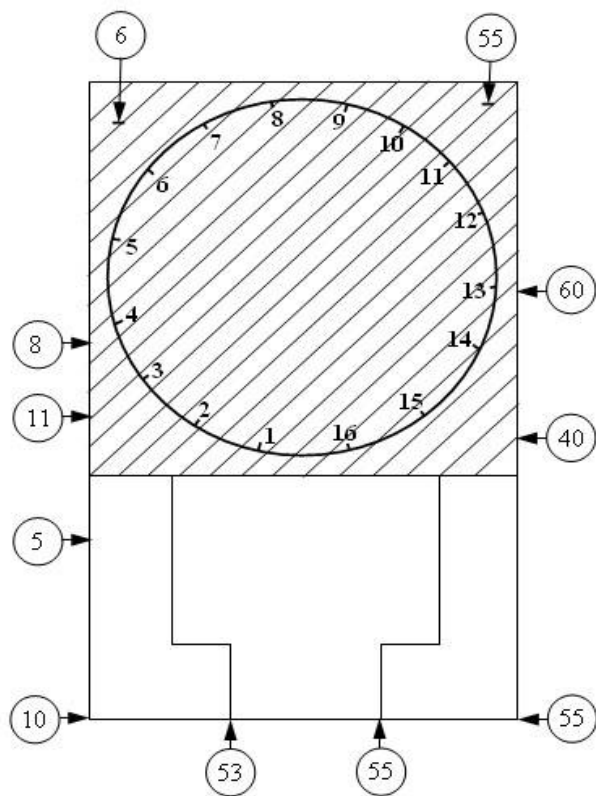


Рис. 1. Результаты замеров смещений почвы вокруг здания Цирка (по данным В. К. Шляхецкого [Уф ВНИМИ, 1989 г., 4])

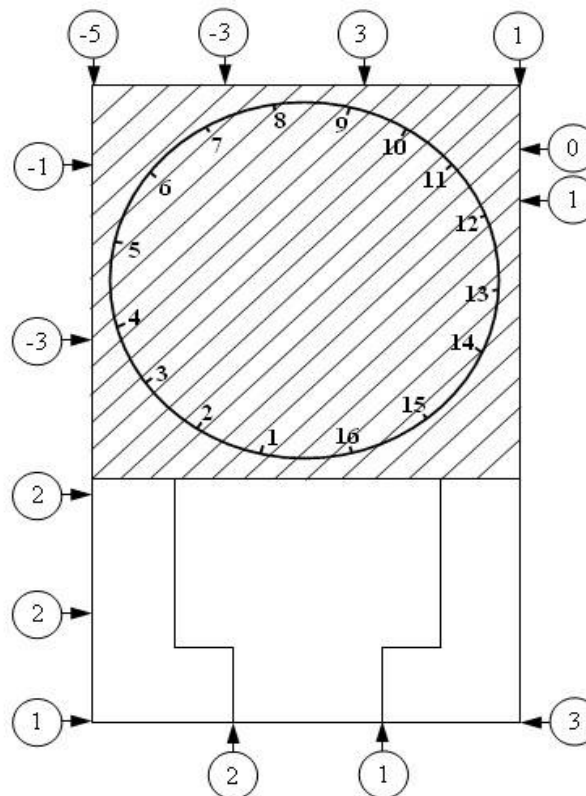


Рис. 2. Результаты замеров смещений вокруг здания Цирка в 2004 г. (июнь-декабрь)

← (55) - репер маркшейдерских замеров и величина смещения в мм

(1, 2, 3) - номера опорных колонн по кольцу оси 4К



опорное кольцо на отметке +10,2 м между колоннами 17-8 и 15-16, в ригелях этого опорного кольца. Эта же причина лежит в основе зарегистрированных смещений почвы вокруг здания по результатам маркшейдерских замеров в разные годы (рис. 1 и 2).

На основании приведенных данных был сделан также и вывод о неравномерном характере нагрузок, а соответственно и деформации грунта в основании здания цирка.

По вновь полученным в 2005 г. данным было установлено следующее:

1. Установлен факт перераспределения нагрузок на опорные колонны по осям 4К и 3К.

2. На глубине до 100 м в горном массиве под зданием цирка выявлены субмеридиональные и субширотные тектонического генезиса смесители, влиянием которых обусловлены ранее установленные нарушения сплошности в опорных кольцах и неравномерность нагрузок в опорных колоннах.

3. Подтверждено, что, по крайней мере один из смесителей (субмеридиональный) имеет глубокое – более 100 м. – заложение.

4. Опоры амфитеатра имеют весьма неравномерную нагрузку, вследствие интенсивных, техногенного характера, денудационных процессов в горном массиве под зданием.

5. Очевидно, что необходимо выполнить работы по выравниванию нагрузок дифференцированно, на разных участках балок Б-2 и Б-4, путем подтягивания балок реконструкции и стягивания (или ослабления) хомутов на этих балках.

6. Установлено, что для выравнивания нагрузок на основные несущие опорные элементы здания цирка необходимо:

- стабилизировать уровень подземных вод под этим зданием;

- выполнить исследования и осуществить осмотр скрытых участков опорных элементов, прежде всего на отм. -1.2 м.

В заключение научно обоснованно рекомендуется разработка, изготовление и монтаж внутри здания Екатеринбургского цирка автоматизированной системы контроля безопасности его эксплуатации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Исследование причин трещинообразования в основных несущих конструкциях здания Екатеринбургского цирка и разработка мероприятий по восстановлению его эксплуатационной пригодности: отчет о НИР по теме СК-59.Ч.1. / УрГУПС. Науч. рук. Скоробогатов С. М. – Екатеринбург, 1997.*

2. *Инженерно-сейсмологические исследования состояния несущих конструкций здания цирка при его реконструкции (опорное кольцо, необследованные колонны, балки): отчет о НИР по теме N35/97. ИГД УрО РАН. Науч. рук. Мухаметшин А. М. – Екатеринбург, 1998. ■■*

### Коротко об авторе

Мухаметшин А.М. – доктор геолого-минералогических наук научный руководитель ООО «АМиК – инновационные технологии». anisimov\_v (dog) r66.ru

