UNDERGROUND DRAIN OF BASIN OF SEVAN LAKE
(according to the data of electrosounding)
M.A. GRIGORYAN, V.P. VARDANYAN, E.S.MANUKYAN

Summary

Studying the distribution of underground runoff, the main issues are: a) determination of the spatial distribution and concentration of the underground runoff, having its total value (according to the water balance data); b) assessment of the estimated costs of individual paleolines for solving problems (interception of underground runoff at high elevations).

Based on the critical analysis and reinterpretation of this material (mainly VEZ data), we compiled a new summery map (Figure 1) and sections (Figure 2) for the regional water basin (paleorelief) of the entire catchment basin of Sevan Lake. The summary map is drawn up at a scale of 1: 50,000.

Taking into account the fact that the regional water confinement is the main distributor of underground flow, the compiled paleorelief maps and sections provide objective information about the ways of passing the concentrated underground flow and propitious areas for their interception.

СЕЙСМОСТОЙКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ИНЖЕНЕРНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Марутян А.С.*, Ашчян Т.А**
*Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске, Российская Федерация, al_marut@mail.ru
**Архитектор, Париж, Франция, thorgom@mail.ru

Трудно переоценить значимость инженерных геофизических и геологических изысканий для массового промышленно-гражданского строительства в целом и сейсмостойкого строительства в особенности. Ни один аналитический обзор литературы по сейсмостойкому строительству не обходится без монографии академика Армена Георгиевича Назарова (7), который продолжительное время возглавлял Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН Армении и которому 1 апреля 2018 г. исполнилось 110 лет.

В результате инженерных геофизических и геологических изысканий уточняют параметры, необходимые и достаточные для отнесения грунтов площадок строительства к той или иной категории по сейсмическим свойствам. Практический интерес и прикладное значение имеет определение преобладающих периодов колебаний грунтов.

В частности, значение наибольшего периода колебания для однородного поверхностного слоя грунта можно вычислить по формуле

$$T_o = \frac{4H}{V_s}; \quad V_s = \sqrt{\frac{Gg}{\rho}} = \sqrt{\frac{Eg}{2\rho(1+\nu)}}, \qquad (1)$$

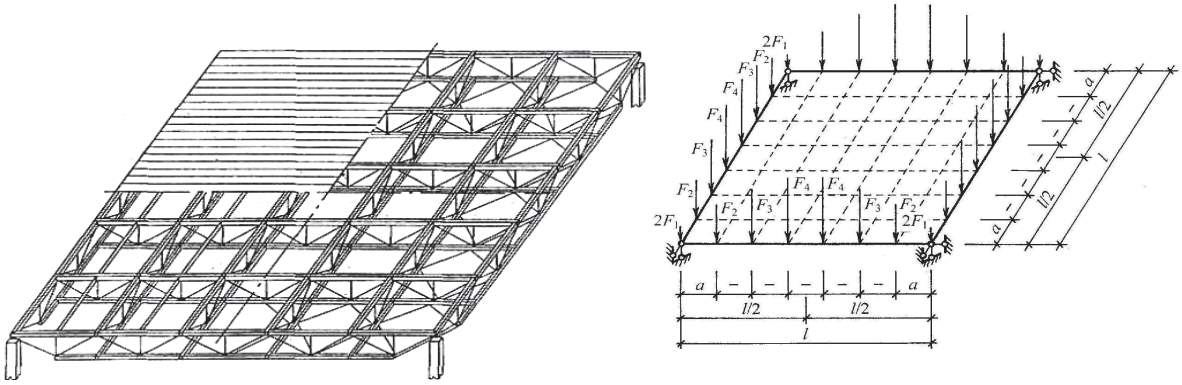
где H – мощность однородного поверхностного слоя; V_s – скорость распространения поперечных волн; E и G – модуль упругости и модуль сдвига; ρ – плотность (весовая); g – ускорение силы тяжести; ν – коэффициент Пуассона (9).

В общем случае для неоднородного слоя

$$T_o = 4H\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{\theta}\rho_k\left(h_k + \frac{H}{\pi}\left(\sin\frac{\pi h_k}{H} - \sin\frac{\pi h_{k-1}}{H}\right)\right)}{g\sum_{k=1}^{\theta}G_k\left(h_k - \frac{H}{\pi}\left(\sin\frac{\pi h_k}{H} - \sin\frac{\pi h_{k-1}}{H}\right)\right)}}, \qquad (2)$$

где H – общая мощность неоднородной многослойной поверхностной толщи; h_k – мощность k-ого слоя, $h_k = \sum_{i=1}^{k} h_i$; θ – количество пластов поверхностной толщи мощностью H.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт сейсмостойкого строительства, надежность зданий и сооружений можно значительно повысить за счет применения легких металлических конструкций комплектной поставки (10). К подобным конструктивным решениям относятся перекрестные системы стальных ферм из прямоугольных труб. Первая апробация этих систем после их полномасштабного теоретического и лабораторного (стендового) изучения успешно состоялась при натурных исследованиях опытно-промышленного образца блока покрытия на испытательном полигоне Армянского НИИ строительства и архитектуры с 13 ноября 1987 г. по 5 марта 1988 г. (рис. 1), что предопределило их внедрение в практику строительства, включая зону землетрясения в Спитаке (7 декабря 1988 г.) (5). На этом же полигоне была исследована конструктивная схема сейсмостойких 9-этажных жилых зданий серии 111, оснащенных динамическими гасителями колебаний в виде гибких верхних этажей (ГВЭ) (6, 11).



а) *б*)

в) *г*)

Рис. 1. Перекрестная система в аксонометрии (*а*) и расчетной схеме (*б*), а также на снимках монтажа опытно-промышленного блока покрытия (*в*) и его натурного испытания (*г*)

Такое повышение сейсмостойкости вполне реализуемо не только в новом строительстве, но и при реконструкции или модернизации существующих объектов с использованием модулей (блоков) покрытий и перекрытий из перекрестных ферм типа «Пятигорск» (2). Эти модули, увеличивая этажность существующих строений, по сути своей формируют каждый раз подобный ГВЭ, что подтверждает целесообразность их применения для реконструкции зданий и сооружений (рис. 2).

а) *б*)

Рис. 2. Снимки реконструкции одноэтажного здания с ГВЭ из 4 блоков 5×5 м (*а*) и двухэтажного здания с ГВЭ из 8 блоков 6×6 м (*б*)

В период кризиса модули нового поколения продолжают пользоваться спросом, привлекая внимание заказчиков своими технико-экономическими характеристиками. Об этом свидетельствует уже законченное и продолжающееся строительство в Пятигорске, Новороссийске, Шаумяне, Иноземцево, Лермонтове и других населенных пунктах Краснодарского и Ставропольского краев ряда объектов промышленного и гражданского назначения, включая жилье. На двух из них необходимая и достаточная надежность новых конструкций была еще раз подтверждена контрольными испытаниями подвесного подъемно-транспортного оборудования грузоподъемностью 3,2 и 5 тонн. Поэтому есть определенная вероятность того, что нынешний процесс внедрения легких металлоконструкций из

перекрестных систем состоится в более полном объеме, где модули «Пятигорск» в настоящее время уже накопили десятилетний опыт (рис. 3) (3).

В перспективе практику цельносварных модулей «Пятигорск» целесообразно дополнить аналогичными конструкциями с заменой сварки при монтаже и в заводских условиях на болтовые соединения посредством решетчатого пространственного узла покрытия (перекрытия) из перекрестных ферм типа «Новокисловодск» (4), что вполне может обеспечивать безопасность (в первую очередь пожарную) и скоротечность реконструкции без отселения верхних этажей.

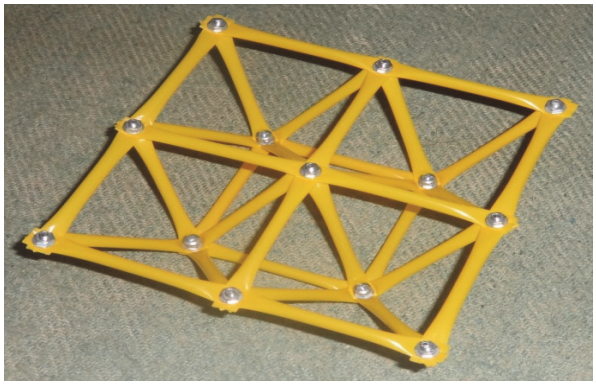
а)

б)

в)

г)

д)



е)

Рис. 3. Снимки двухэтажных модулей (*а*), блока перекрытия в интерьере офисного здания (*б*), трехэтажного модуля (*в*), цеха по изготовлению перекрестных ферм (*г*), монтажа модулей покрытия (*д*) и фрагмента конструкции с использованием соединительного узла перекрестных ферм типа «Новокисловодск» (*е*)

Расчет собственных колебаний несущих конструкций зданий и сооружений, в том числе и сейсмостойких конструкций из перекрестных систем, заключается в определении динамических характеристик, коими являются частоты, периоды и формы (тона) этих колебаний.

При определении периодов и форм собственных колебаний в вертикальной плоскости перекрытий и покрытий из перекрестных стальных ферм сами перекрестные системы можно рассматривать как ортотропные пластины с распределенной массой и приведенной цилиндрической жесткостью D, определяемой по формуле

$$D = 1{,}3\,EI_s\,, \tag{2}$$

где E – модуль упругости конструкционного материала; I_s – приведенный момент инерции сечения перекрестной системы (12), принимаемый

$$I_s = \frac{I_1 k_{I1}(n_a - 1) + 2\,I_2 k_{I2}}{k_{fu}\,k_{fp}\,l\,(n_a + 1)}\,. \tag{3}$$

Здесь I_1 и I_2 – моменты инерции средних поперечных сечений соответственно внутренней средней и контурной ферм; n_a – количество шагов перекрестных ферм в каждом из ортогональных направлений; k_{I1} и k_{I2} – коэффициенты влияния от изменений моментов инерции сечений соответственно внутренней средней и контурной ферм, которые равны

$$k_I = \frac{\Sigma(I_j l_j)_{\text{ÂÏ}} + \Sigma(I_j l_j)_{\text{ÍÏ}}}{I_{\max\,\text{ÂÏ}}\,l_{\text{ÂÏ}} + I_{\max\,\text{ÍÏ}}\,l_{\text{ÍÏ}}}\,, \tag{4}$$

где $I_{j\text{ÂÏ}}$ и $I_{j\text{ÍÏ}}$ – моменты инерции сечений j-ой панели соответственно верхнего и нижнего поясов; l_j – длина j-ой панели поясов; $I_{\max\text{ÂÏ}}$ и $I_{\max\text{ÍÏ}}$ – наибольшие моменты инерции сечений соответственно верхнего и нижнего поясов; $l_{\text{ÂÏ}}$ и $l_{\text{ÍÏ}}$ – длины соответственно верхнего и нижнего поясов.

Кроме того, в формуле (3) принято k_{fu} – коэффициент влияния податливости монтажных соединений перекрестных стальных ферм, равный при использовании болтовых креплений k_{fu}=1,1; сварки (в цельносварных «карманных модулях») или высокопрочных болтовых креплений с контролируемым предварительным натяжением k_{fu}=1, а также k_{fp} – коэффициент влияния податливости решетки ферм, принимаемый

$$k_{fp} = 1 + 2{,}4h/l\,, \tag{5}$$

где h и l – соответственно высота и пролет ферм.

В связи с близостью величин собственных частот блоков (модулей) из перекрестных систем рекомендуется определять не менее 5...7 низших частот и форм собственных колебаний (8), а значения периодов этих колебаний можно вычислять по формуле

$$T_i = \frac{2\pi l^2 \sqrt{\frac{m}{D}}}{k_i^2} = \frac{2\pi l^2 \sqrt{\frac{p_o}{gD}}}{k_i^2}, \qquad (6)$$

где T_i – период собственных колебаний по i -му тону; m – равномерно распределенная масса блока с учетом нагрузок на покрытие (перекрытие), $m = p_o / g$; p_o – нагрузка особого сочетания нагрузок при расчете на сейсмические воздействия; g – ускорение силы тяжести, $g = 9{,}81$ $ì/ñ^2$;

k_i^2 – квадрат коэффициента квадратной пластины, принимаемый (1)

$k_1^2 = 13{,}47$; $k_2^2 = 19{,}60$; $k_3^2 = 24{,}27$; $k_4^2 = 34{,}80$; $k_5^2 = 61{,}09$; $k_6^2 = 63{,}69$.

Очевидно, что во избежание резонансных явлений вычисленные значения периодов собственных колебаний у несущих конструкций зданий (сооружений) и наибольшего периода колебания у поверхностного слоя грунта площадки строительства должны быть отличными друг от друга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Динамический расчет зданий и сооружений / Под ред. Б.Г. Коренева, И.М. Рабиновича. – М.: Стройиздат, 1984. – С. 139.
2. Марутян А.С., Кобалия Т.Л. Модуль (блок) покрытия (перекрытия) из перекрестных ферм типа «Пятигорск». – Патент №117944, 10.07.2012, бюл. №19.
3. Марутян А.С. Проектирование легких металлоконструкций из перекрестных систем, включая модули типа «Пятигорск». – Пятигорск: СКФУ, 2013. – 436 с.
4. Марутян А.С. Решетчатый пространственный узел покрытия (перекрытия) из перекрестных ферм типа «Новокисловодск» – Патент №153753, 27.07.2015, бюл. №21.
5. Марутян А.С. Стальные перекрестные фермы. – Промышленность, строительство и архитектура Армении, 1990, №9. – С. 75-76.
6. Мелкумян М.Г. Исследование эффективности одно- и двухмассового динамического гасителя колебаний на модели каркасного здания при вибрационных испытаниях. – Инженерно-строительный журнал, 2012, №5. – С. 23-29.
7. Назаров А.Г. Метод инженерного анализа сейсмических сил. – Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1959. – 286 с.
8. Рекомендации по проектированию структурных конструкций / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1984. – С. 112-115, 144-155.
9. СНРА II-2.02-94. Строительные нормы Республики Армения. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. – Ереван: Госупрархитектуры РА, 1995. – С. 2.
10. Трофимов В.И., Каминский А.М. Легкие металлические конструкции зданий и сооружений. – М.: Наука, 1997. – 576 с.
11. Хачиян Э.Е., Хлгатян З.М., Мелкумян М.Г. Многоэтажное сейсмостойкое здания. – Авторское свидетельство №1393895, 07.05.1988, бюл. №17.
12. Хисамов Р.И. Расчет и конструирование структурных покрытий. – Киев: Будівельник, 1981. – 48 с.

SEISMIC RESISTANCE CONSTRUCTION FROM LIGHT METAL CONSTRUCTIONS TAKING INTO ACCOUNT ENGINEERING GEOPHYSICAL AND GEOLOGICAL SURVEYS

Marutyan A.S.*, Ashchyan T.A.**
*Branch of the North Caucasus Federal University in Pyatigorsk,
Russian Federation, al_marut@mail.ru
**Architect, Paris, France, thorgom@mail.ru

Annotation

The importance of engineering geophysical and geological surveys for mass industrial and civil construction was underlined. Increased seismic resistance of buildings and structures due to the use of light metal structures from the cross systems of steel trusses in the construction of new facilities and reconstruction of existing ones. To control and prevent resonance phenomena, the engineering procedure for determining the longest period of oscillation in the surface layer of the soil, as well as six forms of the natural oscillations of the frameworks from the cross trusses, is given.

Key words: engineering-geophysical surveys, engineering-geological surveys; seismic resistant construction, light metal structures, cross farms, periods of oscillation, resonance.

ՀՀ ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ ԴԻՏԱՐԿՎԱԾ M> 4 ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ԿԱՐՃԱԺԱՄԿԵՏ ԵՎ ՄԻՋՆԱԺԱՄԿԵՏ ՆԱԽԱՆՇԱՆՆԵՐԻ ԿԱՏԱԼՈԳ ԸՍՏ ԵՐԿՐԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԵՎ ՀԻԴՐՈԵՐԿՐԱԴԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ

Ասլանյան Ս.Ռ.(susanna-gh@list.ru), Ավետիսյան Ս.Մ.(samvel-avetisyan@mail.ru), Ղարիբյան Զ.Վ. (aksanamunmuna@mail.ru), Հովհաննիսյան Ս.Ռ (hovsam@mail.ru), Նազարեթյան Ս.Ն.(snaznssp@mail.ru), Սարգսյան Հ.Վ.(heghinesar@mail.ru), Տեր-Գրիգորյան Թ.Ս.(susanna-gh@list.ru)
ՀՀ ԱԻՆ Սեյսմիկ պաշտպանության հյուսիսային ծառայություն, Գյումրի,

Հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ ՀՀ տարածքում ուժեղ երկրաշարժերի կանխատեսումը ունի հեռանկարներ, որը պայմանավորված է ՀՀ ԱԻՆ Սեյսմիկ պաշտպանության բազմապարամետր ցանցի ու տվյալների օպերատիվ հավաքման համակարգերի առկայությամբ (Петросян, 2004), կուտակված փորձով (Петросян, 2009; Balassanyan, 1997; Nazaretyan, 2011), ուժեղ երկրաշարժերի հիպոկենտրոնների ոչ մեծ խորությամբ ու երկրակեղևի վերին մասի նպաստավոր երկրաբանական կառուցվածքով (Nazaretyan, 2011) և այն: Բացի այդ, ՀՀ տարածքի բարձր սեյսմիկ ռիսկը ևս պարտադրում է զվբաղվել սեյսմիկ կանխատեսմամբ:

ՀՀ ԱԻՆ Սեյսմիկ Պաշտպանության Հյուսիսային Ծառայության մասնագետները բազմապարամետր ստացիոնար կայանների դիտարկումների տվյալների ժամանա