

**ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ОСНОВАНИЯ НА СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ
ПОДЗЕМНОГО ПЕРЕХОДА ПО УЛИЦЕ КИЕВСКОЙ ВОЗЛЕ ОШСКОГО РЫНКА****INFLUENCE OF THE ARTIFICIAL BASIS ON SEISMIC STABILITY OF THE
SUBWAY DOWN THE STREET KIEV NEAR THE OSH MARKET**

Макалада Бишкек шаарындагы Ош базарынын жанындагы Киев көчөсүндө жайгашкан жер астындагы өтмөктүн сейсмикалык туруктуулугуна жасалма негиздин таасири берилген.

***Ачыкчөздөр:** долбоорлоо, жеркыртышынын түзүлүшү, негиздин топурактары, таяныч, пайдубал, аралык курулмасы.*

В статье изложено проявление искусственного основания на сейсмостойкость подземного перехода по улице Киевской возле Ошского рынка в г. Бишкек.

***Ключевые слова:** проектирование, литологическое строение, грунты основания, опоры, фундамент, пролетное строение.*

In article it is stated about influences of the artificial basis on seismic stability of a subway down the street Kiev near the Osh market in Bishkek.

***Keywords:** design, litho logic structure, soil of the basis, support, base, flying structure.*

Местные сейсмические условия для проектируемого сооружения определяются сейсмичностью площадки строительства в баллах. Под этим понятием подразумевают ожидаемую максимальную силу землетрясения на площадке строительства, уточненную с учетом фактических грунтогеологических, гидрогеологических и рельефных условий в ее пределах /1/.

Расчетная сейсмичность является основной исходной величиной, определяющей объем и характер антисейсмических мероприятий, их стоимость, а также и уровень гарантии безопасности сооружения. Поэтому к назначению расчетной сейсмичности следует относиться с особой серьезностью.

Для разработки защитных антисейсмических мероприятий большое значение имеет четкая формулировка условий сейсмостойкости, т. е. тех дополнительных требований, которые предъявляются сооружениям того или иного вида в сейсмических районах. С точки зрения расчетных требований, речь идет о формулировке предельных состояний при сейсмическом воздействии /1/.

Обеспечение выполнения условий сейсмостойкости сооружений достигается с помощью проектных и строительных мероприятий. В комплексе защитных антисейсмических мероприятий, осуществляемых при проектировании, основными являются:

1. Надлежащий выбор местоположения сооружения, обеспечивающий его расположение в наиболее благоприятных в сейсмическом отношении инженерно-геологических условиях.

2. Правильный выбор общей схемы и системы сооружения, его компоновка и назначение генеральных размеров с учетом требований сейсмостойкости.

3. Соответствующий выбор материалов отдельных частей сооружения.

4. Выбор конструктивных решений отдельных несущих элементов сооружений (в частности, фундаментов) с учетом условий сейсмостойкости.

5. Расчет несущих конструкций с учетом сейсмического воздействия.

6. Осуществление конструктивных антисейсмических мероприятий, обеспечивающих прочность и устойчивость отдельных элементов, узлов, сопряжений.

Не меньшее значение с точки зрения обеспечения сейсмостойкости сооружений имеют и строительные мероприятия. Спротивляемость сооружений динамическим (сейсмическим) воздействиям в существенной мере зависит от качества выполнения строительных конструкций, их сопряжений и узлов. Например, недостаточно высокое качество сварных швов металлических конструкций или арматуры, не заметное при статических нагрузках, может неблагоприятно проявить себя в условиях динамического нагружения. Плохое качество строительных работ зачастую сводит на нет эффект тщательно продуманных антисейсмических проектных мероприятий.

Поэтому при возведении сооружений в сейсмических районах особое внимание следует уделять высококачественному выполнению строительных работ и контролю за соблюдением всех технологических требований, особенно при наличии слабых грунтов.

В работе рассматривается влияние слабого грунта при воздействии сейсмической волны на фундамент подземного перехода на улице Киевской возле Ошского рынка.

Административно участок работ расположен в Ленинском районе г. Бишкек, на южной стороне здания торгового центра «Берекет-Грант», район Ошского рынка.

В литологическом строении объекта принимают участие техногенные и пролювиальные суглинки верхнечетвертично-современного возраста (р-а QIII-IV).

В соответствии со СНиП КР 20:02:2009 «Сейсмостойкое строительство» - участок проектируемой дороги находится на территории с сейсмичностью 8 баллов. Категории грунтов по сейсмическим свойствам - II, кроме насыпных грунтов из строительного мусора - III, которые рекомендуется снять или уплотнить /2/.

Подземный переход балочный железобетонный, 4-х пролетный. Длина сооружения составляет 27,55м. Для перекрытия пролетов были использованы железобетонные плиты длиной 6,4м, шириной 1,49м и толщиной 0,465м. Класс бетона В25, объем бетона 2,35м³, масса плиты 5,88т, расход металла 449,81кг. Конструкция плиты перекрытия принята в соответствии с серией 3.507-1. В поперечном сечении путепровода устанавливаются плиты перекрытия в количестве 12шт. Над плитами спроектированы: выравнивающий слой из бетона марки М50 толщиной 20-100мм, гидроизоляция из 3-х слоев стеклоткани по битумной мастике толщиной 10мм, защитный слой из бетона В17,5 толщиной 40мм по металлической сетке и асфальтобетонное дорожное покрытие толщиной 12мм.

Опоры путепровода железобетонные стоечные. Они состоят из блоков параметрами 750х750х3350(мм). Марка блока ПТ-К2, класс бетона В17,5, объем 1,89м³, масса блока 4,71т, расход стали А18 - 93,24кг, АШ18-133,07кг и ЗД - 53,94кг. Конструкция колонны принята в соответствии с серией 3.507-1.

Фундаменты опор железобетонные на бетонной подготовке. Толщина бетонной подготовки 200мм. Параметры подошвы фундамента – 2,6х2,6м, толщина 0,5м. для армирования фундамента используются арматурные сетки С-1, С-2, С-3 и С-4. Конструкция фундамента принята в соответствии с серией 3.507-1.

а)

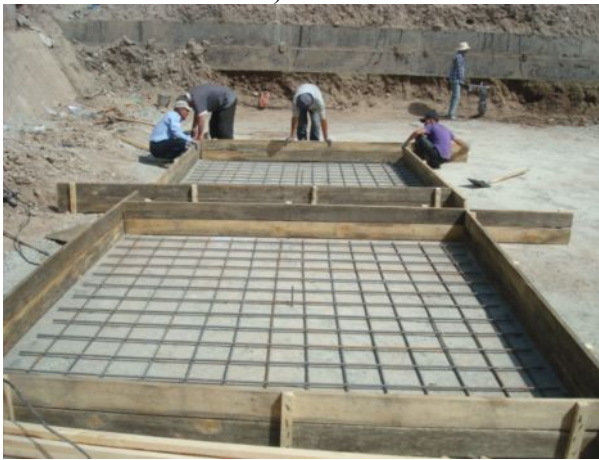
б)



в)



г)



д)



е)



Рис. 1. Возведение искусственного основания промежуточных фундаментов и опор подземного перехода: а) послойное возведение искусственного основания из ГПС (оптималка), б) послойное уплотнение искусственного основания из ГПС (оптималка), в) армирование и установка опалубки подошвы фундамента, г) монолитная железобетонная подошва фундамента, д) установка фундаментов стаканного типа, е) монтаж железобетонных ригелей на опоры (колонны).

Под фундаментом промежуточных опор при строительстве обнаружен насыпной грунт из строительного мусора, который образовался при строительстве здания торгового центра «Берекет-Грант». Мощность данного слоя составляет 4 метра. Этот слой

рекомендуется убрать до глубины 2 метров и уплотняется оставшийся слой грунта из строительного мусора. Затем вместо извлеченного грунта возводится искусственное основание из гравийно-песчаной смеси оптимальной фракции мощностью 2 м.

Участок проектируемого подземного перехода расположен в зоне средних инженерно-геологических условий. Современные процессы и явления существенного влияния оказывать не будут. Грунт гравийно-песчаной смеси оптимальной фракции рекомендуется предварительно уплотнить: $\rho_n = 2,25 \text{ т/м}^3$, $W = 0,12\%$, коэффициент уплотнения рекомендуется принять - 0,95, при толщине слоя не более 0,3 м. Сейсмичность участка работ - 8 баллов /2/.

Рассмотрим влияние слабого грунта (строительного мусора) на фундамент при сейсмическом воздействии (рис. 2 и 3).

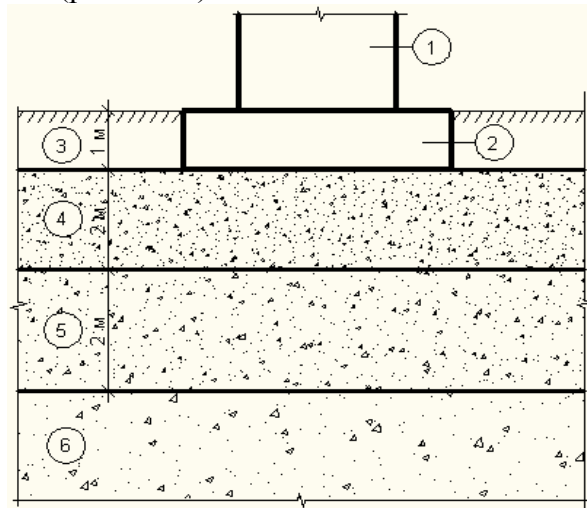


Рис.2. Фундамент и основания промежуточной опоры подземного перехода: 1-опора; 2-фундамент; 3-обратная засыпка; 4-гравийно-песчаная смесь оптимальной фракции(ГПС); 5-строительный мусор; 6-галечниковый грунт.

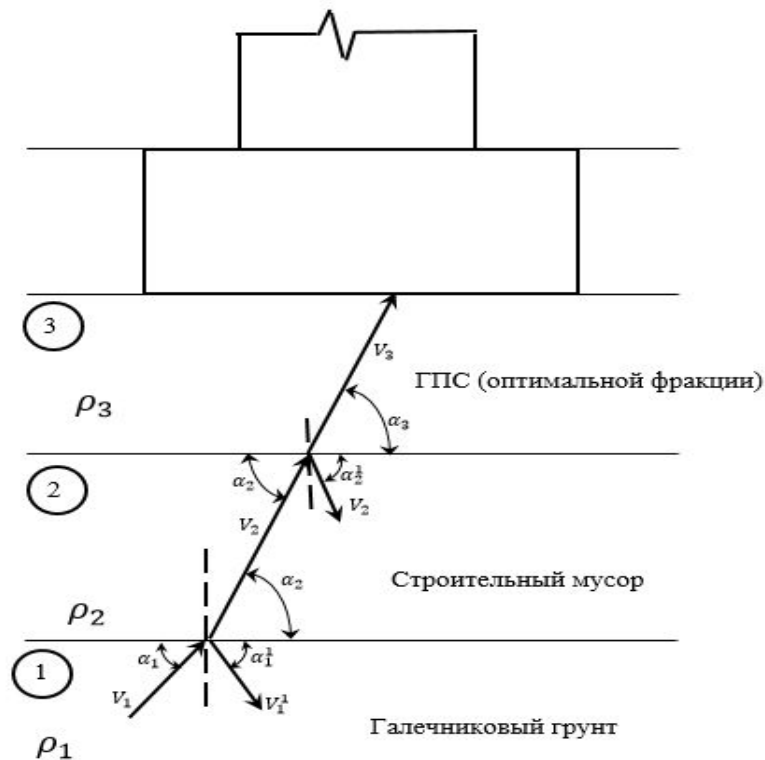


Рис.3. Схема воздействия сейсмической волны

На основе использования закона преломления волн в твердых средах должно соблюдаться условие

$$\frac{\cos \alpha_1}{V_1} = \frac{\cos \alpha_2}{V_2}; \quad /3,4/$$

(1)

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2}.$$

(2)

Для снижения скорости падающей волны должно соблюдаться условие

$$\frac{V_1}{V_2} > 1 \quad \text{или} \quad V_1 > V_2, \quad \text{тогда по (2)}$$

$$\frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2} > 1 \quad \text{или} \quad \cos \alpha_1 > \cos \alpha_2, \quad \text{у нас } \alpha_1 \text{ меняется от } 0^0 \text{ до } 90^0.$$

(3)

Из условия (3) имеем, $\alpha_2 > \alpha_1$.

(4)

При соблюдении условия (4), угол преломления должен быть больше угла падения тогда, когда $V_1 > V_2$ или $\rho_1 > \rho_2$.

Сравниваем энергии падающих и преломленных сейсмических волн.

Энергия волны на единицу длины волны вычисляется по формуле

$$E = \frac{1}{8} \rho g h^2 \lambda, \quad /3,4/$$

(5)

где ρ – плотность грунта, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ускорение свободного падения,

h – полный размах амплитуды волны. λ – длина волны, $\lambda = V \cdot T$,

где V – скорость, T – период волны.

Энергия падающей волны

$$E_1 = \frac{1}{8} \rho_1 g h^2 \lambda_1 = \frac{1}{8} \rho_1 g h^2 V_1 T.$$

(6)

Энергия преломленной волны на втором участке

$$E_2 = \frac{1}{8} \rho_2 g h^2 V_2 T; \quad \frac{E_1}{E_2} = \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2 V_2}.$$

(7)

Для плотного гравийно-песчаной смеси оптимальной фракции принимаем

$$\rho_1 = 2200 \text{ кг/м}^3; \quad V_1 = 230 \text{ м/с}.$$

Для пористого материала, например, плотность пористого материала (шлака или отходы строительного материала) и скорость волны в этом грунте будут соответственно $\rho_2 = 2000 \text{ кг/м}^3$ и $V_2 = 140 \text{ м/с}$.

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{2200 \cdot 230}{2000 \cdot 140} = 1,81.$$

Отсюда видно, что энергия при преломлении волны уменьшается в $1,81 \approx 2$ раза.

Вычислим, какая часть энергии волны преломляется и отражается при переходе от первого участка на второй участок.

E_1 – энергия падающей волны на первом участке;

E_2 – энергия преломленной волны на втором участке;

E'_1 – энергия отраженной волны на первом участке.

Если считать энергию падающей волны E_1 за 100%, тогда $\frac{E_2}{E_1} = 0,553$, отсюда

следует, что энергия E_2 преломленной волны составляет 53,3% энергии падающей волны.

Тогда энергия E'_1 отраженной волны составляет 44,7% энергии падающей волны.

Мы установили, что энергия отраженной волны составляет 44,7% от энергии падающей волны, тогда энергия E'_1 отраженной волны будет

$$E'_1 = E_1 \cdot 0,447; E_2 = E_1 \cdot 0,553;$$

(8)

Рассмотрим закон преломления на втором участке или при переходе волны от пористого материала к гравийно-песчаному (участок III). При переходе от пористого участка грунта (участок II) к плотному участку (участок III) скорость преломленной волны возрастает.

$V_3 > V_2$, тогда должно соблюдаться условие

$$\frac{\cos \alpha_3}{\cos \alpha_2} > 1 \quad \text{или} \quad \cos \alpha_2 < \cos \alpha_3$$

(9)

Из (9) следует, что

$$\alpha_3 < \alpha_2.$$

(10)

$$\frac{E_2}{E_3} = \frac{V_2 p_2}{V_3 p_3} = \frac{140 \cdot 2000}{230 \cdot 2250} = 0,54$$

$$E_3 = 0,54 E_2$$

Из условия (8) имеем, что

$$E_2 = E_1 \cdot 0,553; \text{ тогда } E_3 = 0,54 E_2 = E_1 \cdot 0,553 \cdot 0,54 = E_1 \cdot 0,3$$

$$\frac{E_1}{E_3} = \frac{E_1}{0,3 E_3} = \frac{1}{0,3} = 3,33 \approx 3 \text{ раза, т.е. это значит, что энергия сейсмической волны}$$

уменьшается на 1,5 балла.

На основании сравнения энергии падающей и преломленной сейсмической волны установлено, что плотность гравийно-песчаной смеси насыпи и строительного мусора должно быть $\rho_{\text{мусор}} < \rho_{\text{гнс}}$.

Расчетным путем выявлено, что энергия сейсмической волны в гравийно-песчаной смеси без строительного мусора составляет

$$\frac{E_{\text{гнс}}^{\text{Ⓞ}}}{E_{\text{гнс}}^{\text{Ⓢ}}} = 1, \quad \text{а с строительным мусором это соотношение равно, } \frac{E_{\text{гнс}}^{\text{Ⓞ}}}{E_{\text{мусор}}^{\text{Ⓢ}}} = 3,3 \text{ т.е.}$$

это значит, что сейсмическое воздействие на фундамент в III участке уменьшается на 1,5 балла.

Отсюда следует, что строительный мусор с меньшей плотностью играет роль экрана при защите фундамента от сейсмических воздействий.

Список литературы

1. Карцивадзе Г.Н. Сейсмостойкость дорожных искусственных сооружений [Текст] / Г.Н. Карцивадзе. – М.: Транспорт, 1984. – С. 12-15.

2. СНиП КР 20-02:2009. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования [Текст]. – Бишкек: 2004. - С. 48-50.
3. Апсеметов М.Ч. Влияние волнового числа на сейсмостойкость сооружений в более чем 9–балльной зоне г. Бишкек [Текст]/ М.Ч. Апсеметов, Р.А. Жумабаев, М.М. Копобаев, У.Т. Шекербек // Вестник КГУСТА. – Бишкек: Выпуск 1 (27). - 2010. – С. 104–113.
4. Кадомцев Б.Б. Волны вокруг нас [Текст] / Б.Б. Кадомцев, В.И. Рыдник.– М.: Знание, 1984. – С.29.