

ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ИСХОДНЫЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ

Бул макалада автомобиль жолдорун куруудагы копурулордун, тоннельдердин жана башка транспорттук курулмалардын мааниси, ошондой эле курулмаларды долбоорлоонун алгачкы шарттары менен алардын сейсмостуруктуулугунун негизги талаптары каралган.

В данной статье рассматривается роль мостов, тоннелей и других искусственных сооружений при строительстве автомобильных дорог, а также исходные условия проектирования сооружений и основные требования к их сейсмостойкости.

In given article the role of bridges, tunnels and other artificial constructions is considered at building of highways, and also initial conditions of designing of constructions and the basic requirements on their seismic stability.

Трасса дороги, проходя по местности, встречает на своем пути различные препятствия: реки, ручьи, овраги, горные хребты, лоцины, суходолы. Чтобы провести дорогу через такие препятствия, устраивают мосты, тоннели, водопропускные трубы и другие искусственные сооружения, представляющие собой ответственные и дорогостоящие элементы дороги. На автомобильных дорогах, сооружаемых в равнинных местностях, расходы на возведение искусственных сооружений составляют около 10 % от стоимости постройки дороги. В пересеченных и горных местностях, а также когда трасса дороги встречает большое число рек, эти расходы значительно возрастают. Крупные мосты через многоводные реки стоят миллионы /1/.

Простейший вид дорожного искусственного сооружения – водопропускные трубы под насыпями, служащие для пропуска под земляным полотном дороги небольших постоянных или временных водотоков. Существенная особенность трубы – это

непрерывность земляного полотна над ней. Поэтому проезжающие над трубой автомобиля не испытывают никаких изменений в условиях движения.

Мосты представляют собой сооружения, перекрывающие пересекаемое препятствие и прерывающие земляное полотно дороги. Езда на этом участке происходит по конструкции моста /1/.

При изыскании трассы автомобильных дорог в тяжелых условиях их расположения на местности возникает необходимость преодолевать природные препятствия в плане – контурные и в профиле – высотные. К контурным препятствиям относят район действия оползней и карстов, осыпей, лавин и снежных заносов, водотоки и водоемы, а также населенные пункты; к высотным – все формы рельефа земной поверхности, которые оказывают влияние на расположение трассы, т.е. холмы, горные хребты и водоразделы.

Устройство тоннеля – наиболее эффективное средство расширения технических возможностей преодоления таких препятствий вместо их обхода, связанного со значительным развитием трассы. Тоннели должны обеспечивать безопасность, бесперебойность движения транспорта и простоту их эксплуатации в течение длительного срока /2/.

Контурные препятствия влияют преимущественно на план трассы, а в некоторых случаях – и на ее профиль, что предопределяет высотное расположение проектируемой дороги. Обход контурных препятствий связан с удлинением трассы, а следовательно, и с увеличением эксплуатационных расходов. Поэтому в некоторых случаях оказывается более целесообразным не обход, а преодоление такого препятствия с применением специальных сооружений – мостов, эстакад и тоннелей. Кроме того, при больших размерах препятствия и его особом расположении иногда обход вообще невозможен.

Тоннели служат для проведения дороги через толщу горного массива, а в городах – для пропуска под землей улиц и пешеходных переходов. Бывают случаи устройства подводных тоннелей под реками, морскими заливами и проливами.

Большое число сложных и дорогих искусственных сооружений обычно требуется на горных дорогах. Кроме тоннелей приходится устраивать галереи для защиты дороги от каменных и снежных лавин, а также балконы и подпорные стенки.

По сравнению с мостами подводные тоннели имеют ряд важных: преимуществ, главнейшие из которых: отсутствие воздействия ударов льда и волн при пересечении крупных рек и проливов; возможность почти полной механизации строительных работ при щитовой проходке; в городских условиях – меньшая длина тоннельного перехода; независимость строительных работ от сезонных колебаний уровня воды, ледохода и др.; отсутствие помех судоходству. К недостаткам подводных тоннелей следует отнести более

продолжительный срок их постройки, необходимость устройства вентиляции и постоянного освещения, а также периодического искусственного водоотлива /2/.

Сравнивая стоимости тоннельного и мостового переходов, необходимо всегда сопоставлять в экономическом отношении конкурирующие варианты с учетом современных методов скоростного тоннельного строительства.

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.

Порядок определения сейсмичности площадки строительства: сначала по картам сейсмического районирования или по списку населенных пунктов, данных в приложении к гл. СНиП П-А. 12-69, определяют сейсмичность района строительства. Далее, на основе карт сейсмического микрорайонирования или по материалам общих инженерно-геологических изысканий устанавливают уточненную сейсмичность площадки строительства /3/.

Сейсмичность площадки строительства, установленная по материалам общих инженерно-геологических изысканий, должна быть согласована с утверждающей проект инстанцией. Для особо ответственных сооружений (внеклассных или больших мостов, крупных тоннелей), возводимых в сложных инженерно-геологических условиях, может быть поставлен вопрос о специальном проведении микросейсморайонирования территории с применением в необходимых случаях инструментальных методов исследования. Такие работы поручаются научно-исследовательским организациям по сейсмостойкому строительству. Практика возведения крупных гидротехнических комплексов показывает, что, несмотря на значительные затраты средств и времени, микрорайонирование во многих случаях дает существенный экономический эффект за счет снижения балльности отдельных микрозон, более рационального размещения сооружений на местности и соответствующего снижения строительной стоимости объекта. При этом повышается также достоверность принятой сейсмичности площадки строительства мостов.

1. Для уточнения сейсмичности площадки строительства по материалам общих инженерно-геологических изысканий в СНиП П-А.12-69 дана таблица изменения силы землетрясения в зависимости от характера грунтов и глубины уровня грунтовых вод. Эти факторы действительно играют весьма важную роль в локальном проявлении силы

землетрясения. Однако имеется еще целый ряд факторов, не учитываемых таблицей в явной форме.

Таковы рельефные, тектонические, стратиграфические и другие условия, перечисленные в примечании к таблице. Кроме того, сама таблица характеризуется некоторой условностью. Поэтому ею надо пользоваться с осторожностью.

Рекомендуется уточнять сейсмичность площадки строительства с учетом всего комплекса указанных условий и в сложных случаях привлекать для окончательного решения вопроса специальные организации.

2. При уточнении сейсмичности площадки строительства исходят из общей сейсмичности района, указанной на картах сейсмического районирования (или в списке населенных пунктов), данных в СНиПе. Сейсмичность района на картах отнесена к средним геологическим условиям (песчано-глинистые грунты с низким стоянием грунтовых вод). Однако это не во всех случаях так.

Учитывая вышесказанное, при уточнении сейсмичности площадки строительства рекомендуется в сомнительных случаях с помощью специальных организаций выяснить, к каким грунтогеологическим условиям относится исходная сейсмичность района.

3. Сейсмичность площадки строительства искусственного сооружения принимают, как правило, единой на всем ее протяжении. Однако в некоторых случаях площадки строительства могут иметь резко неоднородные инженерно-геологические условия по длине протяженного сооружения (большие мосты, крупные тоннели). Так, например, грунтогеологические условия в русле реки нередко резко отличаются от условий на поймах; тоннели могут прорезать участки горных массивов различного строения и т.д. В таких условиях может оказаться целесообразным разделить строительную площадку на отдельные микрзоны, соответствующие крупным участкам сооружения (русовая часть моста, подходные эстакады). Для каждой микрзоны можно назначить свою сейсмичность в соответствии с фактическими инженерно-геологическими условиями в ее пределах. Такое решение требует соответствующего обоснования и согласования с утверждающей проект инстанцией /3/.

Сейсмичность площадки строительства, установленная вышеуказанным путем, определяет максимальную силу землетрясения, ожидаемую в ее пределах независимо от характера сооружения. Однако нецелесообразно в условиях равной сейсмичности площадок проектировать различные сооружения в расчете на землетрясения одной и той же силы. Очевидно, степень гарантий безопасности сооружений при сейсмическом воздействии должна зависеть от их назначения, степени капитальности, срока службы, опасности последствий разрушения, объема вызванных этим убытков. Такой

дифференцированный подход позволяет более рационально расходовать средства на антисейсмические мероприятия в зависимости от характера сооружений и обеспечивает преимущественную защиту более ответственных объектов.

Для учета вышеуказанных требований в наших нормах введено понятие *расчетной сейсмичности сооружения*. Расчетная сейсмичность определяет расчетную (максимальную) силу землетрясения в баллах шкалы ГОСТ 6249-52, на которую проектируют сооружение. Очевидно, расчетная сейсмичность должна определяться в зависимости от сейсмичности площадки строительства и характера сооружения. Для сооружений обычного типа расчетную сейсмичность приравнивают сейсмичности площадки строительства; для особо ответственных сооружений ее принимают выше, а для мало ответственных – ниже сейсмичности площадки /3/.

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.

Большие мосты, возводимые на площадках с сейсмичностью 9 баллов, должны осуществляться с дополнительными антисейсмическими мероприятиями по особым проектам. Также следует проектировать особо ответственные (внеклассные) мосты и тоннели, имеющие большое народнохозяйственное или оборонное значение и расположенные на площадках с сейсмичностью 8 и 9 баллов. Для обоснования антисейсмических мероприятий, применяемых в проектах таких сооружений, рекомендуется проведение специальных теоретических и экспериментальных (модельных) исследований /3/.

Расчетную сейсмичность, как правило, принимают единой для сооружения в целом. Выше было отмечено, что для крупных сооружений допускается выделение на площадке строительства микрзон с различной сейсмичностью. В этих случаях, по согласованию с утверждающей проект инстанцией, могут быть приняты различные расчетные сейсмичности для отдельных крупных участков сооружения (русловой части моста, подходных эстакад).

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

Общие соображения подсказывают, что при назначении условий сейсмостойкости необходим дифференцированный подход к сооружениям различного назначения. Признано, что экономически невыгодно и технически нецелесообразно проектировать сейсмостойкие гражданские и промышленные здания массового типа так, чтобы они не получали никаких повреждений при землетрясениях расчетной силы. Поэтому условия сейсмостойкости обычно формулируют как требование неразрушимости зданий, допускающее развитие второстепенных повреждений. В японской практике разрешается предусматривать повреждения такого объема, чтобы стоимость восстановительного ремонта после землетрясения не превышала 10 % полной стоимости здания. Высказывалось также мнение, что антисейсмические мероприятия могут допускать развитие второстепенных повреждений при землетрясениях расчетной силы, но должны обеспечивать полную неповреждаемость зданий при менее сильных землетрясениях, характеризующихся более частой повторяемостью /3/.

Действующие в СНГ нормы предусматривают, что при сейсмическом воздействии расчетной силы должна быть обеспечена сохранность конструкций, выход из строя которых угрожает обрушением здания или его частей; при этом допускаются повреждения элементов конструкций, не угрожающие безопасности людей или сохранности ценного оборудования. Такая установка отвечает вышеизложенным соображениям в отношении гражданских и промышленных зданий. Однако к дорожным сооружениям более целесообразен, по-видимому, другой подход. Повреждения искусственных сооружений и связанный с этим перерыв (хотя бы кратковременный) движения в значительной мере усугубляют бедствия пострадавшего района. В конструкции большинства искусственных сооружений (например, мостов) нет второстепенных элементов, повреждения которых не приводили бы к необходимости перерыва движения (или, по крайней мере, ограничения скорости). Поэтому для обеспечения бесперебойной работы путей сообщения после сильных землетрясений условия сейсмостойкости дорожных сооружений следует формулировать как требования неповреждаемости его конструкций и сохранения сооружением своих эксплуатационных качеств при расчетном сейсмическом воздействии /3/.

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 /3/.

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.

Для сооружений на второстепенных путях сообщения это требование можно было бы смягчить, однако это нарушает единство подхода к задаче проектирования. Меньшая значимость сооружений на второстепенных путях сообщения учитывается при назначении расчетной сейсмичности.

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

Список литературы

1. Гибшман М.Е., Дедух И.Е. Мосты и сооружения на дорогах. – М.: Транспорт, 1981. – С.5.
2. Волков В.П. Тоннели. – М.: Транспорт, 1970. – С.7.
3. Карцивадзе Г.Н. Сейсмостойкость дорожных искусственных сооружений. – М.: Транспорт, 1974. – С. 98.

