**О ФОРМАЛИЗАЦИИ СОСТАВА ОТЧЕТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАСЧЕТОВ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**А.В. Колесников**, технический директор ООО «ЛИРА софт»

**Аннотация.** В докладе приводится опыт по проведению расчетов на сейсмические воздействия. Выделяются наиболее часто допускаемые ошибки при проведении расчетов на сейсмические воздействия. Приводятся рекомендации по составлению отчета по результатам расчета на сейсмические воздействия.

**Ключевые слова:** расчет на сейсмические воздействия, расчет на максимальное расчетное землетрясение, отчет по результатам отчета

В настоящее время нет официальных документов, регламентирующих состав отчета по результатам расчетов не только на аварийные и сейсмические воздействия, но и на стандартные эксплуатационные нагрузки. Таким образом, проектировщик, не зная, что ему вставить в отчет, пишет не всегда полный, либо вообще не полный, отчет по результатам расчетов. Экспертиза, в свою очередь, пишет замечания проектировщику, получив неполноценный отчет. Пока что, все, к чему приучен экспертизой проектировщик – это то, что в отчете должен быть подробный сбор нагрузок, остальное – дело фантазии проектировщика и эксперта, пишущего замечания проектировщику.

В настоящей работе автором сделана попытка обобщить собственный опыт расчета на сейсмические воздействия, а также опыт руководителя отдела технической поддержки известного программного комплекса, используемого, в том числе, для расчетов на сейсмические воздействия. В рамках технической поддержки пользователей ПК ЛИРА 10.6, автор буквально каждый день сталкивается с расчетными моделями и вопросами по расчету на сейсмические воздействия, что позволило выявить практически все возможные ошибки, которые может допустить расчетчик.

Очевидным является то, что если отчет по результатам расчетов будет содержать в себе все особенности расчета, где расчетчик мог бы допустить ошибку, то расчет будет выполняться более вдумчиво со стороны расчетчика и более прозрачно для экспертизы.Поэтому, отчет по результатам расчетов должен содержать все особенности расчета, где расчетчик мог бы допустить ошибки. Наиболее часто допускаемые ошибки при проведении расчетов на сейсмические воздействия, исключая общие ошибки моделирования:

* не учёт или неправильный учет взаимодействия сооружения с грунтом основания;
* в случае наличия антисейсмических швов, расчетчик считает все блоки сооружения в одной задаче;
* задание сейсмического воздействия только по Х или по У и не учёт наиболее опасных направлений.
* неправильный сбор масс при формировании матрицы масс;
* количества форм недостаточно для учета 90% массы [1];
* неправильное задание акселерограмм;
* неправильная оценка перекосов этажей;
* неправильные частоты и формы колебаний – ошибки в нагрузках или жесткостях;

и др.

Помимо особенностей, где расчетчик мог бы допустить ошибку, в отчете по результатам расчетов должны быть выписаны все применяемые коэффициенты, входящие в сейсмическую силу, а также все рассматриваемые особые сочетания нагрузок. Также должны быть ссылки на используемые расчетно-динамические модели – могут быть различными в разных программных комплексах. В качестве результатов расчета необходимо рассматривать:

* максимальные перемещения верха сооружения;
* частоты (периоды) и формы колебаний;
* изополя (мозайки) перемещений и усилий от особых сочетаний в основных элементах конструкций;
* минимальное значение ширины деформационных швов (при необходимости);
* сколько процентов масс учтено по каждому из направлений сейсмического воздействия;
* результаты проверок/подбора металлических/железобетонных конструкций по предельным состояниям.

и др.

К сожалению, не всегда изополя и мозайки читабельны с точки зрения шрифта и цветов при передачи их из программного комплекса в офисные приложения. Все современные программные комплексы сегодня позволяют настраивать шрифты и шкалы результатов, поэтому необходимо убедится в читабельности картинок, прежде чем заканчивать формирование отчета.

Что касается исходных данных, то в отчете помимо описания РДМ и коэффициентов, входящих в сейсмическую силу, а также описанных выше особенностей расчета, должны быть описаны статические нагрузки и подробное описание коэффициентов в особых сочетаниях. В исходных данных также необходимо указывать основные конструктивные решения сооружения. Для правильного чтения результатов расчета должна быть информация по применяемым условным обозначениям и типам/видам конечных элементов.

Особое внимание необходимо уделить описанию расчета на максимальное расчетное землетрясение (МРЗ), если такой расчет необходим в рамках рассматриваемой задачи. При расчете на МРЗ необходимо описать:

* какие приняты коэффициенты, входящие в сейсмическую силу;
* описание примененного метода расчета на МРЗ, ввиду указаний выполнять расчет с учетом физической нелинейности [1];
* как была получена акселерограмма и ее основные характеристики;

и др.

В случае применения сейсмоизоляции в рассматриваемом сооружении, необходимо привести:

* методику расчета жесткостей сейсмоизоляции;
* описание моделирования работы сейсмоизоляторов в составе сооружения;
* вертикальные профили перемещения здания (для наглядности анализа);
* анализ изменения частот сооружения и обоснование эффективности применения сейсмоизоляции;

и др.

Если выполняется расчет нестандартного уникального или особо ответственного сооружения, например, стадиона, то необходимо указать все особенности такого расчета, включая нелинейные методы в случае неприменимости спектрального подхода.

Вне зависимости от того, на какие воздействия выполняется расчет сооружения, в отчете должны быть также разделы:

* Основные результаты расчета;
* Вывод и рекомендации;
* Список использованных источников.

В разделе «Основные результаты расчета» необходимо указать экстремальные значения усилий и перемещений для основных элементов конструкций, коэффициент потери устойчивости, основной период колебаний и другие реперные особенности расчета. «Раздел Выводы и рекомендации» должен ответить на вопрос обоснования надежности по всем предельным состояниям в явной форме: надежность конструктивных решений обеспечена или не обеспечена по всем или конкретным предельным состояниям. Также в этот раздел могут войти рекомендации, выполнение которых обеспечит надежность принятых конструктивных решений. Раздел «Список использованных источников» должен включать все, что использовал расчетчик – чертежи, отчеты, геология, СТУ, нормативные документы, статьи, книги и пр. Также, могут быть приложения, с таблицами и изополями для более детального анализа результатов расчета.

***Литература***

1. СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах», 2015 г.