

УДК 699.841:69.059

**УСИЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ РДЭС  
ЭНЕРГОБЛОКОВ №1,2 ОП РАЭС**

*д.т.н., проф. Савицкий Н.В., с.н.с. Бауск Е.А., соиск. Бардах А.Е.  
к.т.н., доц. Матюшенко И.Н., м.н.с. Несин А.А., м.н.с. Сопильняк А.М.*

*Государственное высшее учебное заведение*

*«Приднепровская государственная академия строительства и  
архитектуры»*

**Постановка проблемы. Связь с научными и практическими заданиями.** В 2009 году специалистами ГВУЗ «ЛГАСиА» были выполнены проверочные расчеты несущих строительных конструкций здания РДЭС ОП РАЭС на особые воздействия, включая сейсмические (МРЗ - 6 баллов), воздушную ударную волну и смерч. По результатам данных расчетов несущая способность строительных конструкций по первой и второй группам предельных состояний была обеспечена.

В 2012 согласно требованиям МАГАТЭ и НАЕК «Энергоатом» в результате событий на АЭС «Фукусима Даичи» возникла необходимость выполнения дополнительных проверочных расчетов на сейсмическое воздействие МРЗ - 7 баллов строительных конструкций зданий и сооружений АЭС, содержащих системы важные для безопасности. По результатам расчетов, выполненных Киевским научно исследовательским и проектно-конструкторским институтом «Энергопроект», несущая способность строительных конструкций здания РДЭС по второй группе предельных состояний не обеспечивалась, в результате чего были разработаны мероприятия по усилению строительных конструкций для восприятия сейсмического воздействия МРЗ-7 баллов [1].

**Целью** работы являлась разработка проектной документации по усилению строительных конструкций здания РДЭС для обеспечения несущей способности и эксплуатационной пригодности строительных конструкций здания при сейсмическом воздействии МРЗ-7 баллов.

**Изложение основного материала.** Здание РДЭС относится к сооружениям, содержащим системы важные для безопасности, и предназначено для аварийного электроснабжения ответственных потребителей в условиях потери переменного тока (в режиме обесточивания) на станции для энергоблоков № 1,2.

Здание РДЭС представляет собой одноэтажное, прямоугольное в плане сооружение с подвалом с размером в осях 31,0x54,0 м. Повышенная часть здания имеет высоту 9,6 м (оси 1-13/А-Г), пониженная 4,3 м (оси 1-13/Д-Ж). Пол подвала повышенной части находится на отметке -3,900, пониженной части - на отметке -3,600. План здания на отм. 0.000 и поперечный разрез представлены на рис. 1,2.

Конструктивная система повышенной части здания – каркасная связевая. Пространственная жесткость каркаса повышенной части здания обеспечивается защемлением колонн в фундаментах, а также

крестообразными металлическими вертикальными связями, выполненными из уголков, между железобетонными колоннами ниже уровня подкрановых балок по осям «1,3,5,7,9,11,13» в осях «Б-В». Сечение подкрановой части железобетонных колонн - 800х400 мм, надкрановой - 600х400 мм. Балки покрытия длиной 9 м выполнены из двутавров №60. Опираие балок на колонны - шарнирное. Плиты покрытия – ребристые, железобетонные, предварительно напряженные с размерами в плане 1,5х6 м.

Конструктивная система пониженной части здания – каркасная связевая. Пространственная жесткость данной части здания обеспечивается защемлением колонн в фундаментах, а также железобетонными диафрагмами жесткости в подвальной части, расположенных по оси «Г» в осях «2-3, 4-5, 6-7, 8-9, 10-11, 12-13». Колонны – железобетонные сечением 400х400 мм. По колоннам выполнены ригели таврового сечения, по которым уложены ребристые, железобетонные, предварительно напряженные плиты покрытия с размерами в плане 1,5х6 м.

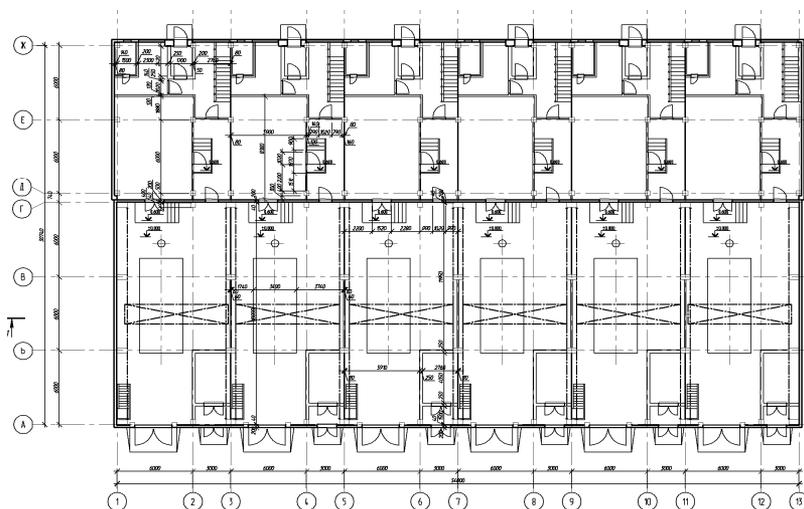


Рис. 1. План здания РДЭС на отм. 0.000

Согласно мероприятиям, разработанным КИЭП, которые бы обеспечивали несущую способность и эксплуатационную пригодность здания, предполагалось:

- увеличение жесткости существующих железобетонных диафрагм путем увеличения их сечения;
- выполнить горизонтальные диафрагмы жесткости на отметке 9.000 с устройством жесткой завязки с колоннами каркаса;

- выполнить дополнительные и усилить существующие вертикальные металлические связи здания.

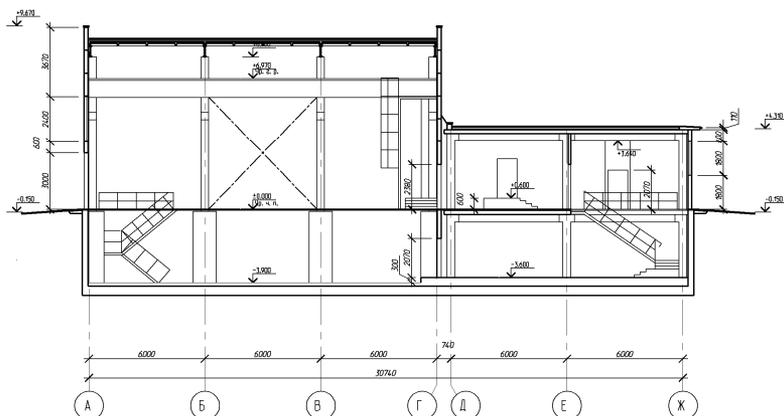


Рис.2. Поперечный разрез здания РДЭС.

В результате анализа возможных конструктивных решений по усилению строительных конструкций было рассмотрено несколько вариантов:

- использование металлических конструкций (вертикальных и горизонтальных связей) внутри здания (предложено КИЭП);
- использование металлических вертикальных связей внутри здания и железобетонного диска жесткости по плитам покрытия (предложено ГВУЗ ПГАСиА).

По предварительным расчетам усиление металлическими конструкциями внутри здания предполагало использование около 18 тонн металла, что значительно меньше в плане расхода материалов, чем при внедрении второго варианта. Однако, учитывая то, что дизель-генераторы должны постоянно находиться в режиме «Дежурство», было принято решение о минимизации работ, проводимых внутри здания над генераторами, т.е. внедрение второго варианта усиления, предложенного специалистами ГВУЗ ПГАСиА.

Изначально в качестве горизонтального диска жесткости по плитам покрытия рассматривался вариант применения железобетонной монолитной плиты. Но после проведения проверочных расчетов конструкций покрытия в стадии монтажа (бетонирования) горизонтального диска жесткости оказалось, что несущая способность балок и плит покрытия не обеспечивается. В результате чего для снижения собственного веса горизонтального диска было принято решение о применении продольных и поперечных балок с заполнением пространства между ними облегченным материалом.

Поэтому, для обеспечения несущей способности и эксплуатационной пригодности строительных конструкций здания РДЭС было предусмотрено [3], [4]:

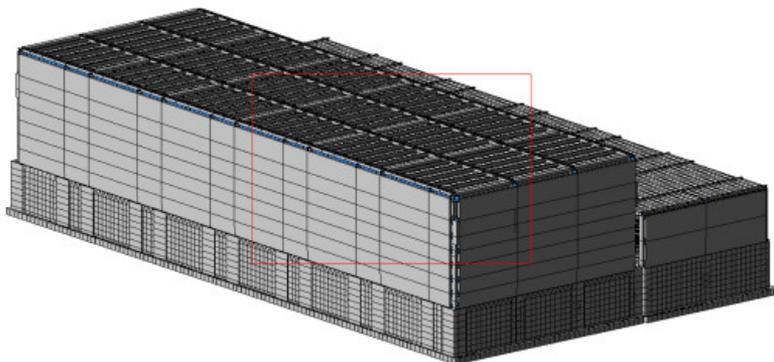
- устройство вертикальных связей portalного типа для обеспечения прохода в осях «2-3, 4-5, 6-7, 8-9, 10-11, 12-13» по оси «Е».
- усиление сборных железобетонных колонн в осях «А-Г/1-13» путем устройства железобетонной обоймы с отг. +6,000 до отг. +9,000 м. Толщина обоймы – 80 мм. Обойма армируется арматурными стержнями класса А500С.
- устройство в осях «А-Г/1-13» по плитам покрытия монолитных главных и второстепенных балок (устройство горизонтального диска жесткости). Главные балки запроектированы прямоугольного сечения 400 х 250 мм, второстепенные балки таврового сечения – высота 450 мм, ширина полки 100 мм, толщина полки 250 мм, толщина стенки 40 мм. Балки армируются сварными арматурными каркасами из арматуры класса А500С. Пространства между балками заполняются жесткими негорючими плитами из минеральной ваты, толщиной 250 мм, плотностью 160 кг/м<sup>3</sup>.
- устройство в осях «А-Г/1-13» по балкам покрытия плоской кровли с применением рулонных наплавляемых материалов.

Для проверки несущей способности и эксплуатационной пригодности строительных конструкций здания во всех режимах эксплуатации, в т. ч. и в стадии монтажа (бетонирования), с учетом конструкций усиления были проведены дополнительные проверочные расчеты. Расчет производился при помощи программного комплекса ПК ЛИРА-САПР 2011 PRO (Лицензия №1Д/2273 от 24.04.2012 г.) с учетом совместной работы сооружения и основания. Объемная модель здания представлена на рис. 3 [2].

По результатам расчета были определены наиболее нагруженные участки строительных конструкций, для которых выполнялась проверка соответствия на требования первой и второй группам предельных состояний.

В результате проверочных расчетов и анализа НДС строительных конструкций здания РДЭС было установлено, что несущая способность и эксплуатационная пригодность строительных конструкций здания РДЭС при особых воздействиях, включая сейсмические (МРЗ - 7 баллов), воздушную ударную волну и смерч обеспечивается при внедрении предложенного варианта усиления.

**Выводы и обсуждение результатов.** Предложенный специалистами ГВУЗ ПГАСиА вариант усиления обеспечивает несущую способность и эксплуатационную пригодность строительных конструкций здания РДЭС при особых воздействиях, включая сейсмические (МРЗ - 7 баллов), воздушную ударную волну и смерч. Проектная документация прошла экспертизу Государственного научно технического центра по ядерной и радиационной безопасности и получила положительное решение на производство работ по усилению строительных конструкций здания РДЭС ОП РАЭС.



*Рис. 3. Объемная модель здания РДЭС*

### **ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ**

1. Дизель-генераторная станция и склад дизельного топлива. Рекомендации по усилению строительных конструкций для возможности восприятия нагрузок от сейсмического воздействия МРЗ 7 баллов. ПАО «Киевский научно исследовательский и проектно-конструкторский институт «Энергопроект», Киев, 2012.
2. Отчет по результатам расчета строительных конструкций проверочных расчетов здания РДЭС энергоблоков № 1,2. 450.13-00-ИД. ГВУЗ ПГАСиА, Днепропетровск, 2013.
3. Комплект рабочих чертежей по усилению строительных конструкций здания РДЭС в осях «1-13/А-Г» энергоблоков № 1,2 ОП РАЭС. 450.13-01-00 – РД. ГВУЗ ПГАСиА, Днепропетровск, 2013.
4. Комплект рабочих чертежей по усилению строительных конструкций здания РДЭС в осях «1-13/Д-Ж» энергоблоков № 1,2 ОП РАЭС. 450.13-01-00 – РД. ГВУЗ ПГАСиА, Днепропетровск, 2013.