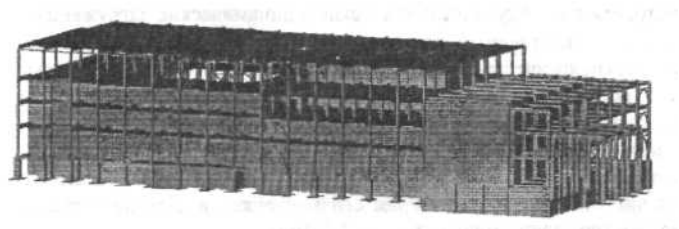


А.Н.Бучнев (аспирант, каф. СКИМ), Н.В.Новиков (6 курс, каф. СКИМ),  
Н.В.Андреев (6 курс, каф. ЭИПГС), В.В.Белов, д.т.н., проф.

## СТАТИЧЕСКИЙ И ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НЕСУЩЕГО КАРКАСА СПЕЦКОРПУСА ЛАЭС

В настоящее время остро актуальной является проблема утилизации отходов атомной промышленности. Твердые радиоактивные отходы (ТРО), образующиеся на Ленинградской АЭС (г.Сосновый Бор), без переработки вывозятся в металлических или железобетонных контейнерах на долговременное хранение в существующее хранилище. К настоящему времени хранилище имеет ограниченный запас площадей для хранения ТРО, в связи с чем возникла необходимость разработки проекта спецкорпуса ЛАЭС по переработке твердых радиоактивных отходов.

Объемно-планировочное решение здания спецкорпуса предполагает разделение на пять конструктивных блоков.



Основной блок 1 - 4-х этажный, общей высотой 24 м с размерами в плане 90x48 м. Пространственная несущая система относится к смешанному виду, т.к. наряду со сборным железобетонным каркасом в здании применена система монолитных железобетонных пространственных устоев, перекрытий и стен.

Сложность конструктивного решения каркаса определяется технологией переработки и необходимостью биологической защиты многих помещений.

Примыкающий к первому блок 2 имеет размеры в плане 18x36 м. Он представляет собой набор одноэтажных поперечных рам пролетом 18 м, оборудованный мостовым краном  $Q = 16$  т. Высота до низа стропильных ферм  $H = 14,4$  м.

Блок решен в типовых железобетонных конструкциях Госстроя РФ.

Размеры блока 3 в плане 9x36 м. Конструктивная схема - 3-х этажная однопролетная этажерка с высотой этажей 6+4,8+4,8 м, решаемая с применением типовых сборных железобетонных конструкций.

Блок 4 имеет размеры в плане 12 x 27 м. Конструктивная схема - 3-х этажная, с высотой этажей 6+4,8+4,8 м, четырех пролетная этажерка с продольным расположением рам.

Конструкции решены с применением типовых серий многоэтажных промышленных зданий.

Блок 5 имеет размеры в плане 12x24 м. Основой его несущего каркаса является одноэтажный поперечник пролетом 12 м, оборудованный мостовым опорным краном  $Q = 16$  т. Высота до низа стропильных ферм  $H = 10,8$  м.

Блок решен в типовых сборных железобетонных конструкциях, предусматривающих их применение при заданной в проекте сейсмичности.

Расчет несущей системы спецкорпуса производился средствами интегрированной системы анализа конструкций StructureCAD (SCAD 7.31), дающей возможность решить весь комплекс задач по оперативному многовариантному и оптимизационному исследованию работы трехмерных комбинированных конструкций здания.

В вычислительном пакете SCAD реализован метод конечных элементов.

Пространственная геометрическая модель несущей конструкции объекта в осевых линиях создавалась средствами AutoCAD. При генерации конечно-элементной модели учитывались шарнирный характер сопряжения некоторых сборных элементов и связей жесткости железобетонного каркаса, эксцентricность расположения полуколонн по отношению к срединной поверхности монолитных стен. В последнем случае использованы бесконечно жесткие вставки по концам стержневых конечных элементов, что позволяет удачно обходить известную вычислительную трудность.

При моделировании кровельного покрытия рассматривались два варианта конечно-элементных схем для двускатных решетчатых балок: стержневыми и пластинчатыми элементами. Последнее позволяет смоделировать раздельную работу балок покрытия и продольных распорок.

Взаимодействие верхнего строения с грунтовым основанием моделировалось винклеровой расчетной схемой. Параметры упругого основания вычислялись в соответствии с модулями упругости, коэффициентами Пуассона слоев грунта, их толщиной.

Рассматривались следующие статические и динамические нагрузки:

- Статические - собственный вес конструкций, климатические (снеговые и ветровые) нагрузки, технологические нагрузки (длительные и кратковременные), нагрузки от кранового оборудования, гидростатические нагрузки от грунтовых вод, нагрузки от обратной засыпки грунта;
- Динамические - сейсмические воздействия.

В соответствии с НП-031-01 «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций» здание отнесено к I категории сейсмостойкости. Для него требуется учитывать воздействия землетрясений мощностью до 7 баллов.

При задании сейсмической нагрузки одновременно учитывались вертикальная и горизонтальная составляющие воздействия. Рассматривались три динамических нагружения в зависимости от направления горизонтальной составляющей (вдоль здания, поперек и под углом 45°). Расчет производился в рамках линейно-спектральной теории сейсмостойкости.

Комплекс численных исследований показал, что принятое проектное решение в целом удовлетворяет требованиям нормативных документов по прочности и жесткости несущих конструкций и грунтов основания. Следующим этапом работы является уточненный анализ деформирования наиболее ответственных фрагментов конструкции, наиболее нагруженных элементов и узлов сопряжения.

Следует отметить, что рассматриваемое расчетное сейсмическое воздействие не является определяющим фактором для здания спецкорпуса, имеющего большой объем монолитных конструкций.