

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОВЕРОЧНЫХ РАСЧЕТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОБСЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

**Руднев И.В., Украинченко Д.А., Кондуров Н.К.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

На сегодняшний день весьма актуальным является применение в практике выполнения поверочных расчетов конечно-элементных моделей строительных конструкций. Создание таких моделей осуществляется с помощью специализированных компьютерных программ. Они предоставляют возможность всесторонне оценить будущую работу сооружения, внести коррективы, разработать конструкторскую документацию. В полной мере реализовать эти задачи позволяет модуль конечно-элементного анализа APM Structure3D. APM Structure3D – модуль, входящий в систему APM Civil Engineering. Это отечественная разработка, в которой помимо прочностного расчета пространственных металлических, железобетонных, армокаменных и деревянных строительных конструкций реализован расчет всех основных типов фундаментов [1]. В частности в результате расчета столбчатых фундаментов в автоматизированном режиме рассчитываются их индивидуальные размеры с учетом физико-механических и упругих характеристик грунта под каждую из колонн каркаса.

Использование этих возможностей позволяет в более короткий срок выполнить достаточно сложные поверочные расчеты и, как следствие, сократить сроки формирования заключения по результатам проведенного обследования работ в целом.

Примером использования расчетного программного комплекса APM Civil Engineering является, представленный в данной статье, расчет конструкции плавательного бассейна физкультурно-оздоровительного комплекса, являющегося объектом незавершенного строительства, с моделью оснований фундаментов, созданной по данным инженерно-изыскательских работ. Надземная часть модели создавалась на основе фактических данных, полученных при проведении обмерно-обследовательских работ. С помощью инструментов программного модуля Structure3D были воспроизведены фактические геометрические размеры, характеристики сечений и материалов, условия сопряжения и закрепления конструкций. Опорные колонны и балки перекрытия были смоделированы стержневыми элементами с фактическими отклонениями, выявленными в результате обследования, а монолитные дно и стены бассейна представлены с помощью пластин [2]. Связи в основании не имеют степеней свободы относительно соответствующих осей глобальной системы координат.

В качестве расчетных нагрузок, действующих на конструкцию, приняты – собственный вес несущих и ограждающих конструкций бассейна и нагрузки от веса, предусмотренные проектной документацией. Расчетная схема надземной части бассейна приведена на рисунке 1.

Результаты расчета напряжений надземной части бассейна представлены на рисунке 2 в виде карт напряжений и перемещений с изоуровнями.

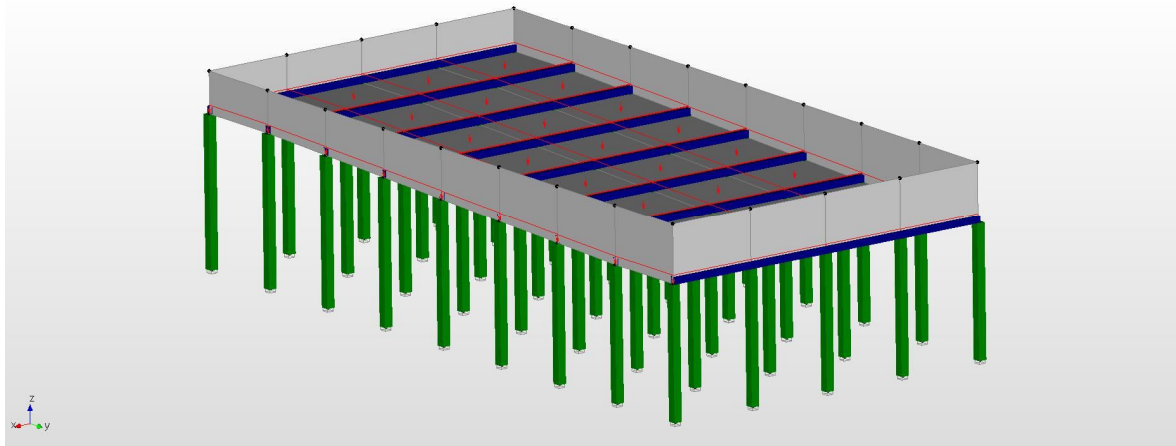
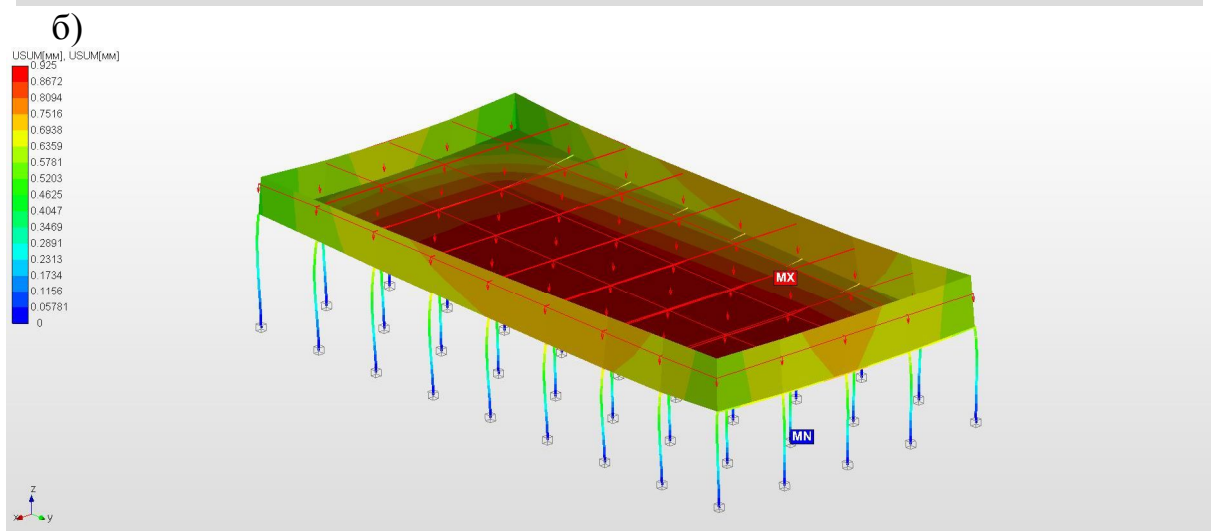
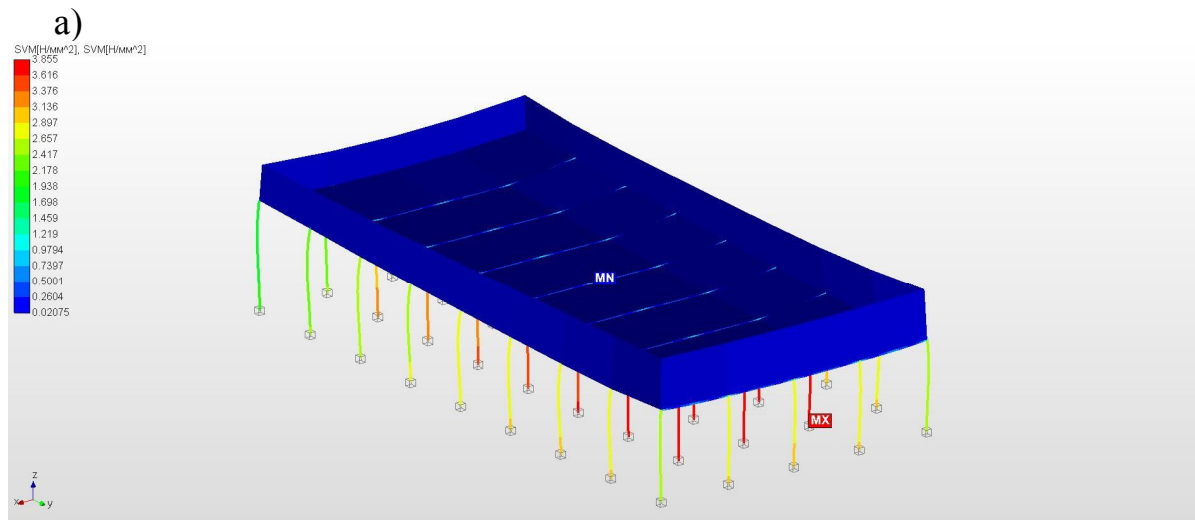


Рисунок 1 – Расчетная схема конструкции с нагрузками, представленная в программе



а) карта напряжений; б) карта перемещений
Рисунок 2 – Результаты расчета надземной части бассейна

Следует отметить, что введенные в расчет фактические геометрические размеры элементов и характеристики материалов обеспечивают прочность и жесткость надземной части бассейна при действии проектных нагрузок.

Расчет фундаментов производится по найденным усилиям в нижнем сечении колонн после статического расчета надземной части конструкции [3], выборочные результаты которого приведены в таблице 1.

Результаты определения усилий на фундамент. Таблица 1

N	Узел	Сила [кгс]			Момент [кгс*мм]		
		x	y	z	x	y	z
1	0	225.05	19.95	44008.73	-80428.28	412869.43	4093.81
3	2	52.81	119.13	705.85	-11385.56	3283.45	1402.51
5	4	-18.43	-86.64	605.98	3566.26	-2337.55	-6169.17
6	5	54.48	30.95	27570.84	-105270.37	86582.92	1651.29
7	6	413.99	-163.51	54379.02	225862.20	720916.32	4813.61

Основной целью расчета является подбор типоразмеров фундаментов в зависимости от местоположения колонн и физико-механических характеристик грунта. Для моделирования фундаментов в меню «конструктивные элементы» выбираются типы фундаментов, в данном случае – одиночные столбчатые фундаменты. В свою очередь, физико-механические и упругие характеристики, а также толщина слоев грунта под подошвой фундаментов задается при помощи соответствующих опций в этом же меню.

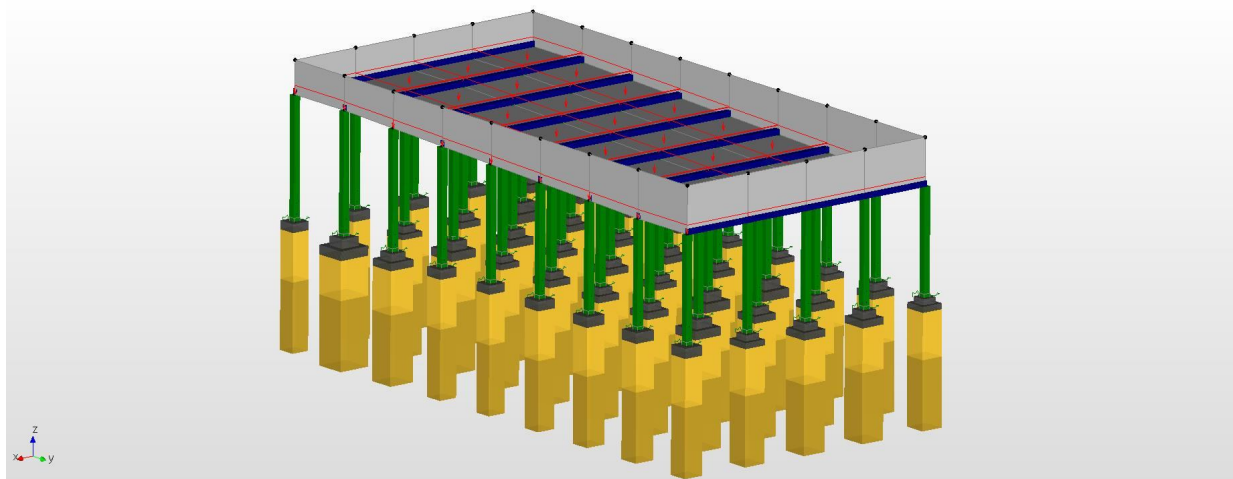


Рисунок 3 – Общий вид конструктивного решения фундаментов

В результате вычислений были проверены геометрические размеры фундаментов, с определением глубины продавливания грунтов, осадок и кренов фундаментов. На рисунке 3 представлена визуализация результатов расчета фундаментных конструкций. Кроме этого, в меню «Результаты» имеется возможность просмотреть основные геометрические размеры фундаментов, в

том числе, размеры подошвы фундаментов (рисунок 4), их высоту и количество ступеней.

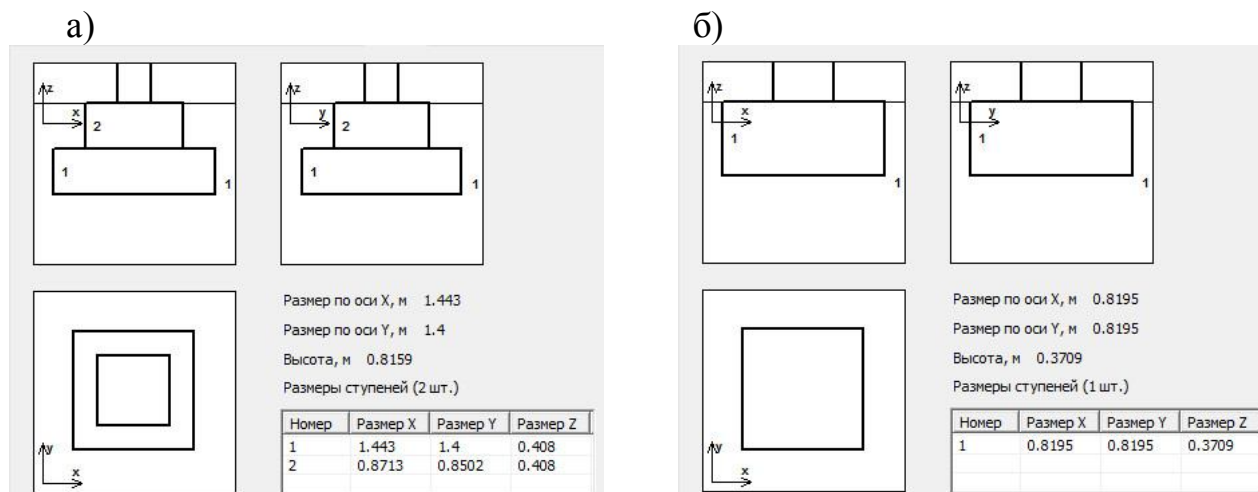


Рисунок 4 – Максимальные (а) и минимальные (б) геометрические размеры фундаментов

Результаты расчета бассейна с введенными фактическими параметрами строительных конструкций, включая фундаменты, полученными в результате обследования сооружения, подтвердили их работоспособное техническое состояние.

Поверочные расчеты обследуемого объекта, проведенные в современном отечественном программном комплексе APM Civil Engineering, позволили достаточно быстро оценить техническое состояние всего сооружения, в том числе оснований и фундаментов, и сократили время проведения обследования.

Список литературы

1. СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. – М.: ФГУП ЦППБ 2005. – 130 с.
2. Руднев, И.В. Применение cad/cae систем в расчетах на прочность соединений элементов строительных конструкций / И. В. Руднев, Г. А. Столповский // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : сб. материалов Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием), 30 января - 1 февраля 2014г. / Оренбургский гос. ун-т - Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. - [секция 2, с. 211-215]. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - загл. с этикетки диска. - ISBN 978-5-4417-0161-7.
3. Горелов, С. Н. Использование систем инженерного анализа в расчете металлоконструкций на прочность // С. Н. Горелов, Н. К. Кондуров // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры [Электронный ресурс]: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием), 4-6 февраля 2015 г.

/ Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2015. – [С. 49-51]. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с этикетки диска. - ISBN 978-5-7410-1180-5.