

РАСЧЕТ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ

Autorul: Serghei COVALI
Conducătorul științific: Tudor SARBU

Universitatea Tehnică a Moldovei

Аннотация: За последние два десятка лет, изменились режимы работы промышленных дымовых труб и ослаб контроль за их техническим состоянием, что пагубно сказывается на их прочностных характеристиках. Таким образом в будущем в связи с улучшением экономической и промышленной ситуации в стране, может стать вопрос о восстановлении, или полной замене технологического парка дымовых труб. За это время, произошел определенный научно-технический прогресс в области проектирования и расчета на прочность и устойчивость, а именно появилась возможность применения систем автоматизированного проектирования (САПР) с помощью ЭВМ. Что должно упростить задачу инженерам и снизить себестоимость сооружения.

Ключевые слова: Расчетная схема, конечный элемент, программный комплекс «SCAD», железобетонная дымовая труба, ветровые нагрузки, оболочка ствола, геомеханическая модель.

Введение

Теоретические и экспериментальные исследования, направленные на изучение особенностей работы инженерных сооружений башенного типа – дымовых труб, башенных копров, вытяжных градирен, угольных башен и т.п., в условиях совместного действия внешних и внутренних силовых факторов всегда актуальны и отличаются высокой сложностью выполнения. Действующие нормы проектирования дымовых труб [2, 3], основанные на расчете по допускаемым напряжениям, давно устарели. В настоящее время для расчета строительных конструкций, широко применяется метод конечных элементов, который может дать более эффективное представление и понимание раскрывающихся проблем.

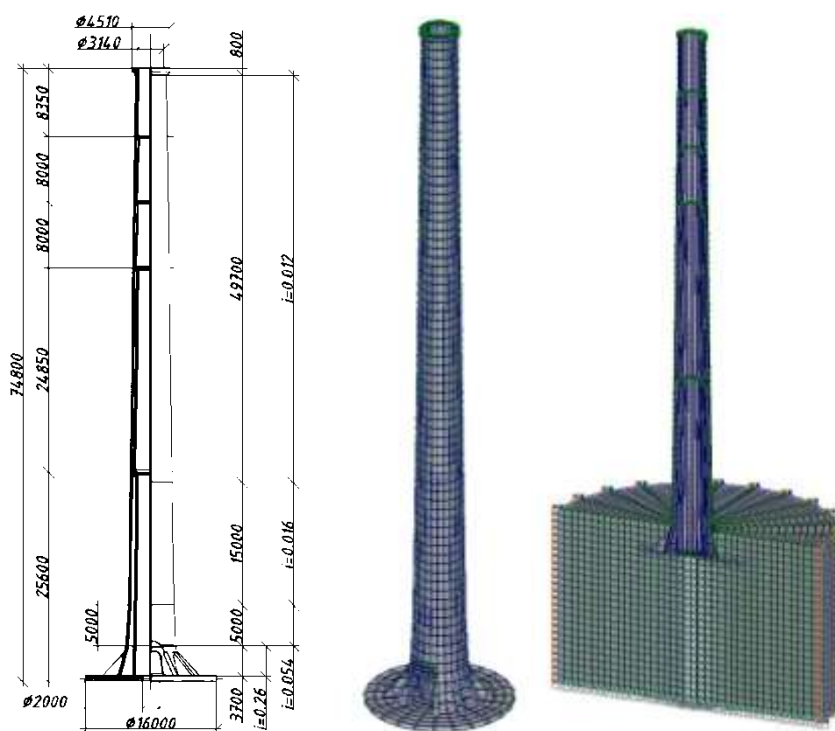


Рис.1 Конечноэлементная расчетная схема железобетонной дымовой трубы

1. Краткое описание метода конечных элементов

Основная идея метода конечных элементов состоит в том, что любую непрерывную величину, такую, как температура, давление и перемещение, можно аппроксимировать дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе подобластей. Пример дискретной модели изображен на рис. 1.

Метод конечных элементов (МКЭ) является в настоящее время одним из основных методов решения вариационных задач, в том числе — задач расчета напряженно-деформированного состояния конструкций. Основным достоинством его является возможность решения задач для области любой формы, в то время как аналитические решения могут быть получены только для задач с достаточно простой геометрией. Этот факт, а также появление целого ряда коммерческих программ, реализующих этот метод, сделали его основным инструментом инженера, выполняющего расчеты на прочность. Для правильного и эффективного применения таких программ необходимо как знакомство с их интерфейсом, так и хорошее знание математических основ метода и связанных с ними ограничений и источников ошибок (погрешностей) решения.

2. Особенности расчета методом конечных элементов

Расчеты для пространственной расчетной схемы дымовой трубы включают определение сейсмической и пульсационной составляющих, ветрового воздействия, а также расчетных усилий и перемещений элементов оболочки ствола в рамках решения упругой задачи методом конечных элементов.

При выполнении расчета методом конечных элементов может быть предложена оригинальная методика учета упругих свойств неоднородных грунтовых оснований. Деформационные характеристики оснований могут быть определены путем построения объемных конечноэлементных геомеханических моделей, учитывающих их реальное геологическое строение в пределах сжимаемой толщи грунта.

3. Результат расчета в комплексе «SCAD»

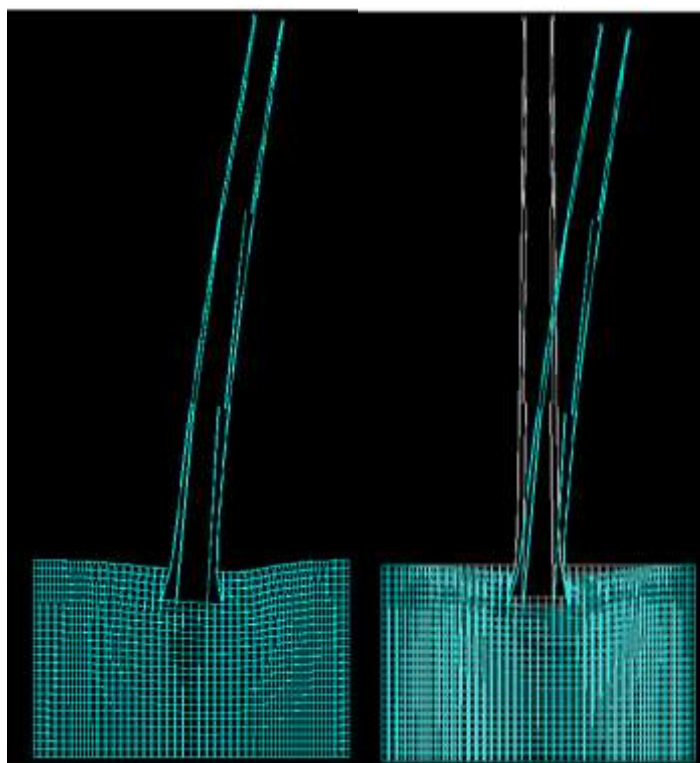


Рис.2 Деформированная расчетная схема железобетонной дымовой трубы.

В методе конечных элементов, реализованном в программном комплексе «SCAD» и др., перемещения определяются деформационным методом с использованием диаграмм деформирования материалов. Результаты этих расчетов представляются более достоверными, так как отвечают результатам натуральных наблюдений. На рис. 2 показана деформированная расчетная схема железобетонной дымовой трубы.

Также программный комплекс «SCAD» дает возможность подбора арматуры в соответствии с требованиями СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции», см. рис. 3-4. В действующих нормах не оговорена процедура проверки арматуры в элементах оболочек, плит и т. п., но в комплексе «SCAD» для этого использована методика, предложенная Н. И. Карпенко.

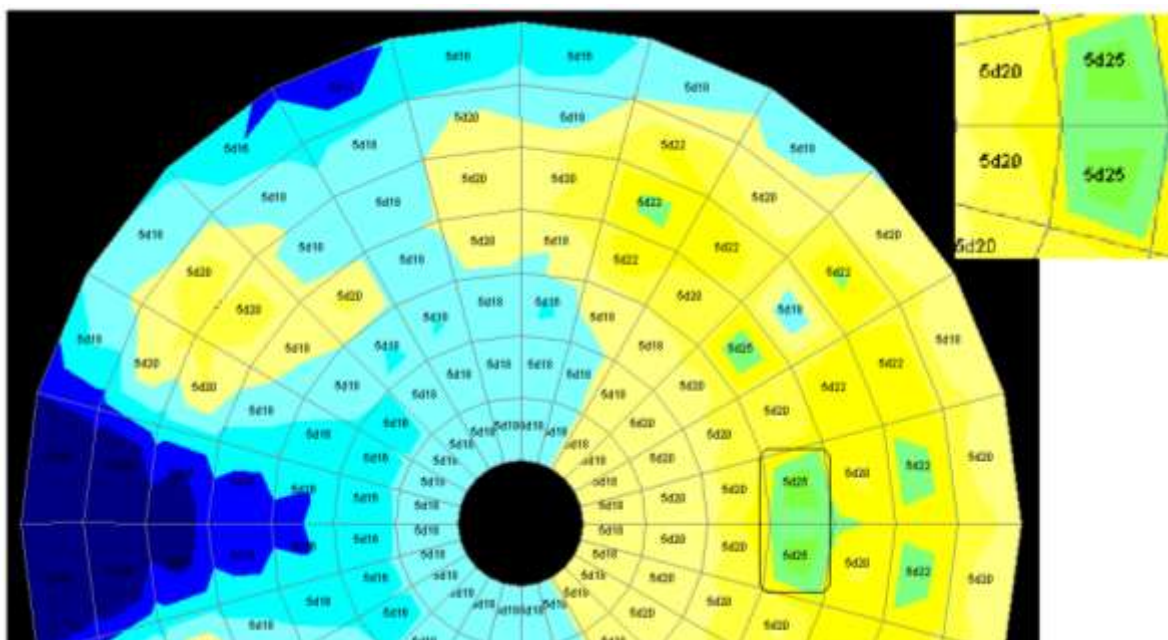


Рис.3 Результат подбора нижней арматуры по оси X, для плоской фундаментной плиты.

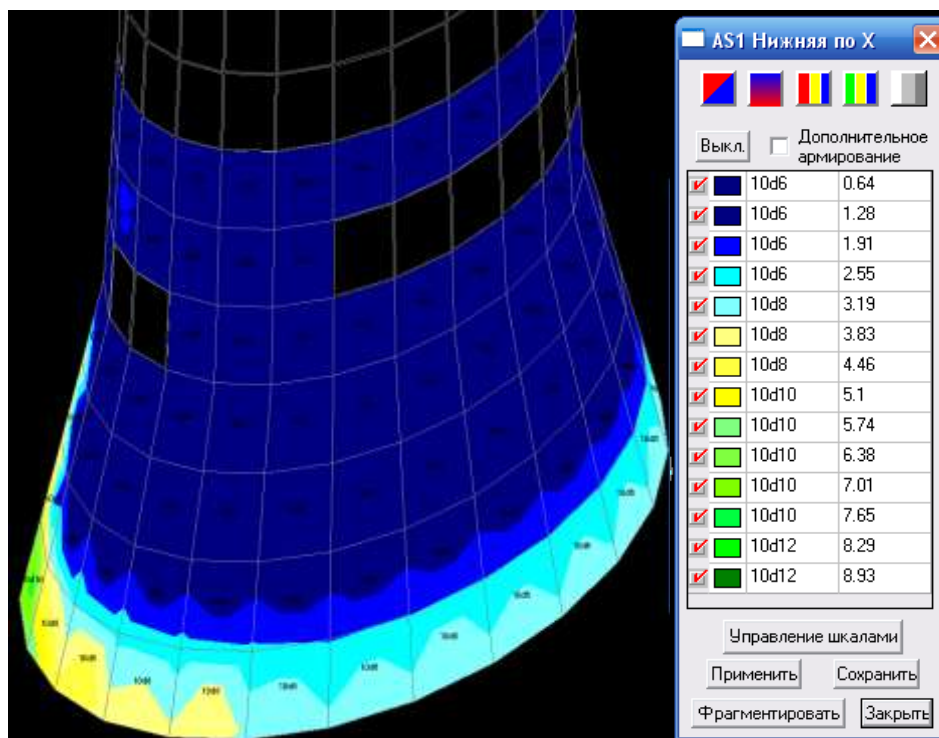


Рис.4 Результат подбора нижней арматуры по оси X, для криволинейной оболочки ствола.

Вывод

В области проектирования промышленных дымовых труб существующая нормативная база устарела: перешедшие республике Молдова по наследству от СССР основные ГОСТы, СНиПы и другие стандарты были разработаны в 60-е годы прошлого века и не отвечают современным требованиям. Решение проблемы проектирования требует реализации целого комплекса мер. В связи с тем, что переработка существующей нормативной базы может занять годы, оптимальным представляется изучение и адаптация более современных методов проектирования.

Рассматривая в совокупности расчет конструктивной системы методом конечных элементов и расчет отдельных конструктивных элементов железобетонной дымовой трубы по прочности с использованием моделей сечений и каркасно-стержневых моделей, можно отметить следующее.

Классические методы расчета прочности железобетонных дымовых труб не имеют универсального характера, используют различные расчетные модели для различных отдельных конструктивных элементов железобетонной дымовой трубы и остаются весьма несовершенными. Так как иррациональная форма железобетонной дымовой трубы, это тело вращения с криволинейной образующей и переменной толщиной стенки по высоте ствола, с наличием различных конструктивных элементов (фундамента, ребер жесткости, цоколя, ствола, оголовка). Таким образом, проектирование определяется большим числом параметров и сопровождается массой математических расчетов, выполнить которые без применения серьезной вычислительной техники практически не представляется возможным.

Метод конечных элементов является более универсальным методом расчета любых конструктивных систем, содержащих любые железобетонные конструкции (балки, колонны, плиты, стены).

Список литературы

1. «Инструкция по проектированию железобетонных дымовых труб»//М.,1962. – 54с.
2. ВСН 286-72. «Указания по проектированию железобетонных дымовых труб»// М.,1973. – 64с.
3. ВСН 286-90. «Указания по расчёту железобетонных дымовых труб». Москва - 1990 г.
4. Дымовые трубы/А.М. Елышин, М.Н. Ижорин, В.С. Жолудов, Д. 88 Е.Г. Овчаренко; Под редакцией С.В. Сатьянова. — М.: Стройиздат, 2001. - 296 с.; ил.
5. Дужих Ф. П., Осоловский В. П., Ладыгичев М. Г. Промышленные дымовые и вентиляционные трубы: Справочное издание / Под редакцией Ф. П. Дужих. – М.: Теплотехник, 2004. – 464 с.
6. Шишков И.А., Лебедев В.Г., Беляев Д.С. Дымовые трубы энергетических установок. — М., 1976.
7. Волков Э.П., Гаврилов Е.И., Дужих Ф.П. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС. - М., 1987.
8. Руководство по расчету зданий и сооружений на действие ветра//М.,1978 – 216с.
9. Байков, В.Н. Проектирование железобетонных тонкостенных пространственных конструкций : учеб. пособие для вузов / В.Н. Байков, Э. Хампе, Э. Рауэ. – М. : Стройиздат, 1990. – 232 с.
10. Примеры расчёта железобетонных конструкций / А.М. Овечкин, Я.Ф. Хлебной и др. – Изд-во «Высшая школа», 1968. – 447 с.
11. Кричевский А.П. Расчет железобетонных инженерных сооружений на температурные воздействия. — М.: Стройиздат, 1984. – 248 с.
12. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций//К.: издательство «Факт», 2005 – 344 с.
13. СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции» // М.,1996. – 76 с.
14. СНиП 2.01.0784. «Нагрузки и воздействия»//М.,1985. – 88с.
15. СП 13-101-99 «Свод правил по проектированию и строительству. Правила надзора, обследования, проведения технического обслуживания и ремонта промышленных дымовых и вентиляционных труб».