



ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКІВ СТОВБУРА ДИМОВОЇ ТРУБИ Н=250 М НА ДІЮ ВІТРОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

В. І. Корсун, Т. М. Віноградова, Ю. Ю. Калмиков, А. С. Волков

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури,
вул. Державіна 2, Макіївка, Україна, 86123.*

E-mail: snpccvs@mail.ru

Отримана 4 листопада 2009; прийнята 27 листопада 2009.

Анотація. Представлені результати розрахунків зусиль та переміщень залізобетонної труби висотою $H=250$ м на дію вітрового навантаження та ваги споруди з використанням інженерної методики ВСН 286-72 та МСЕ у формі сучасного програмного комплексу „Ліра”. Розрахунки виконані з урахуванням пульсаційної складової вітрового навантаження згідно з вимогами СНиП 2.01.07-84. Розглянуті стрижнева та просторова розрахункові моделі стовбура з урахуванням деформованої схеми. Додаткові зусилля за рахунок горизонтальних переміщень стовбура від дії вітру та крену фундаменту визначені методом послідовних наближень у відповідності до вимог ВСН 286-72, а також кроково-ітераційним методом розв’язання геометрично нелінійних задач, що реалізовано у ПК „Ліра”. Порівняльний аналіз отриманих результатів показав, що згинальні моменти в кільцевих перерізах та переміщення вісі, розраховані за методикою ВСН 286-72, перевищують відповідні значення за методикою МСЕ.

Ключові слова: залізобетонна димова труба, розрахункова схема, вітрове навантаження, деформації стовбура, розрахункові зусилля.

СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТОВ СТВОЛА ДЫМОВОЙ ТРУБЫ Н=250 М НА ДЕЙСТВИЕ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ

В. И. Корсун, Т. Н. Виноградова, Ю. Ю. Калмыков, А. С. Волков

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры
ул. Державина 2, Макеевка, Украина, 86123.*

E-mail: snpccvs@mail.ru

Получена 4 ноября 2009; принята 27 ноября 2009.

Аннотация. Представлены результаты расчетов усилий в кольцевых сечениях и перемещений оси железобетонной дымовой трубы высотой $H=250$ м на ветровой нагрузки и веса сооружения с использованием инженерной методики ВСН-286-72 и МКЭ в форме современного программного комплекса «Лира». Расчеты усилий выполнены с учетом пульсационной составляющей ветровой нагрузки согласно требованиям СНиП 2.01.07-84. Рассмотрены стержневая и пространственная расчетные модели ствола с учетом деформированной схемы. Дополнительные усилия за счет горизонтальных перемещений ствола от действия ветра и крена фундамента определены методом последовательных приближений в соответствии с требованиями ВСН 286-72, а также шагово - итерационным методом решения геометрически нелинейных задач, реализованном в ПК «Лира». Сопоставительный анализ полученных результатов показал, что расчетные изгибающие моменты и перемещения, вычисленные по методике ВСН 286-72, превышают соответствующие значения по методике МКЭ.

Ключевые слова: железобетонная дымовая труба, расчетная схема, ветровые нагрузки, деформации ствола, расчетные усилия.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE WIND-LOAD CALCULATION OF THE 250M-HIGH SMOKE PIPE FLUE

V. I. Korsun, T. N. Vinogradova, Yu. Yu. Kalmikow, A. S. Volkov

*The Donbas National the Academy of Civil Engineering and Architecture,
Derzhavin Street 2, Makeyevka, Ukraine, 86123.*

E-mail: snccvs@mail.ru

Received 4 November 2009; accepted 27 November 2009.

Abstract. The results of efforts calculation in the annular section and axis displacement the 250 m-high reinforced concrete smoke pipe on the windload and structure weight using the engineering methods of BCH-286-72 and modern program complex "Lira" have been given. Efforts calculation have been carrying out considering the pulsing wind load component according to BNR 2.01.07-84. Bar and spatial calculation models of the flue taking into account deformed schemes have been considered. Additional efforts at the expense of horizontal displacement of the flue because of the wind influence and the careen foundation are determined by successive approximations method according to DBN 286-72, as well as stepwise iterational method of geometric nonlinear problems, solutions realized in PC "Lira". Comparative analysis of obtained results has shown, that design bending moments and axis displacements, calculated using engineering methods exceed the values suitable to FEM-method.

Keywords: reinforced smokepipe, analysis scheme, wind load, flue deformation, calculation efforts.

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. Широко применяемые в настоящее время для расчета строительных конструкций методы, основанные на МКЭ, нуждаются в сравнении с нормативными по результатам расчетов.

Определяющей особенностью расчета башенных сооружений является корректный учет ветровой нагрузки. Однако, в действующих на территории Украины с 2007 г. нормативных документах [1], правила определения ветрового воздействия на сооружения высотой более 200 м не рассмотрены, а только лишь указано на необходимость выполнения специальных динами-

ческих расчетов для определения влияния пульсационной составляющей ветрового воздействия. Динамический характер ветрового воздействия и пространственную корреляцию ветрового давления рекомендуется учитывать для зданий и сооружений простой геометрической формы высотой, не превышающей 200 м, с помощью коэффициента динамичности $C_d \leq 1,2$, а также коэффициента учета высоты сооружения, принимаемым в зависимости от старшего периода собственных колебаний и учитывающими пространственную жесткость сооружения. С одной стороны, отмеченные особенности определения ветрового воздействия значительно упрощают расчет высотных сооружений на действие ветра, но, с другой стороны, действующие нормы не регламентируют правил динамических расчетов зданий и сооружений высотой более 200 м, что обуславливает применение в расчетах высотных сооружений альтернативных методов [6], либо использование существовавших до введения в действие норм [1] руководящих документов [2–5].

С целью выявления степени влияния пульсационной составляющей ветрового воздействия на величины расчетных усилий в горизонтальных сечениях дымовых труб высотой более 200 м, а также выполнения сопоставительного анализа усилий в несущих элементах конструкций дымовых труб, вычисленных в соответствии с различными методиками расчета, были выполнены статические и динамические расчеты для железобетонной дымовой трубы высотой $H=250$ м Кураховской ТЭС.

В процессе определения нагрузок и воздействий на несущую железобетонную оболочку ствола, а также выполнения расчетов усилий в горизонтальных сечениях ствола дымовой трубы были рассмотрены три расчетные модели соответственно принятым для анализа методикам расчета: модель деформируемого консольного стержня [3], а также конечно-элементные модели консольного стержня кольцевого сечения переменной жесткости и пространственно-оболочечной расчетной схемы.

Первая расчетная модель и соответствующие рекомендации по определению нагрузок и расчетных усилий в горизонтальных сечениях сооружения принимались согласно указаниям [3], где расчетная схема ствола дымовой трубы представлялась в виде сплошного консольного стержня, разбитого на 18 участков переменной жесткости по высоте и защемленного у основания. Высота каждого участка соответствовала высоте яруса футеровки и составляла от 15,0 м до 20,0 м.

В соответствии с указаниями [3] ветровая нагрузка определялась как сумма статической и динамической (пульсационной) составляющих:

$$P_{ik} = P_k^{cm} + P_{ik}^{\partial un} \quad (1)$$

где $P_{ik}^{\partial un}$ – динамическая (пульсационная) составляющая ветровой нагрузки для собственных колебаний сооружения по i -ой форме, вычисленная для каждой формы колебаний в виде системы инерционных сил, приложенных к серединам участков, на которые условно разбивался ствол дымовой трубы:

$$P_{ik}^{\partial un} = M_k \cdot \eta_{ik} \cdot \xi_i \cdot v \quad (2)$$

где M_k – масса k -го участка, приложенная в месте положения его центра тяжести;

η_{ik} – приведенное ускорение середины k -го участка;

ξ_i – коэффициент динамичности, зависящий от периода собственных колебаний по i -ой форме;

v – коэффициент корреляции пульсации скорости ветра по высоте сооружения (учитывается только для первой формы собственных колебаний; для высших форм колебаний $n=1$);

$$\eta_{ik} = \frac{\alpha_i(x_k) \cdot \sum_{j=1}^r \alpha_i(x_j) \cdot P_j^{cm} \cdot m_j}{\sum_{j=1}^r \alpha_i^2(x_j) \cdot M_j} \quad (3)$$

где $\alpha_i(x_k)$, $\alpha_i(x_j)$ – относительные ординаты i -ой формы собственных колебаний трубы в рассматриваемой точке с абсциссой x_k и во всех точках с абсциссами x_j ($j=1,2,\dots,k,\dots,r$), где сосредоточены массы M_j ;

m_j – коэффициент пульсации скоростного напора для середины j -го участка.

Усилия и перемещения сооружения определялись отдельно от статической и динамической составляющих ветровой нагрузки, соответствующей каждой i -ой форме колебаний:

$$X_i = X^{cm} + \sqrt{\sum_{i=1}^s (X_i^{\partial un})^2} \quad (4)$$

где X_i – суммарное усилие или перемещение;

X^{cm} – то же, от статической составляющей ветровой нагрузки;

$X_i^{\partial un}$ – то же, от динамической составляющей ветровой нагрузки при колебаниях по i -ой форме;

S – число учитываемых в расчете форм колебаний, определяемое в соответствии с указаниями [5] в зависимости от предельной частоты собственных колебаний сооружения для рассматриваемого района ветровой нагрузки.

Расчетные изгибающие моменты в горизонтальных сечениях ствола дымовой трубы от действия ветра определялись с учетом дополнительных моментов, возникающих от веса участков трубы вследствие отклонения продольной оси ствола от вертикали. Расчет выполнялся в соответствии с указаниями [3] методом последовательных приближений по деформированной схеме консольного стержня.

В первом приближении определялись изгибающие моменты $M_k^{(1)}$ только от действия ветра без учета дополнительных моментов,

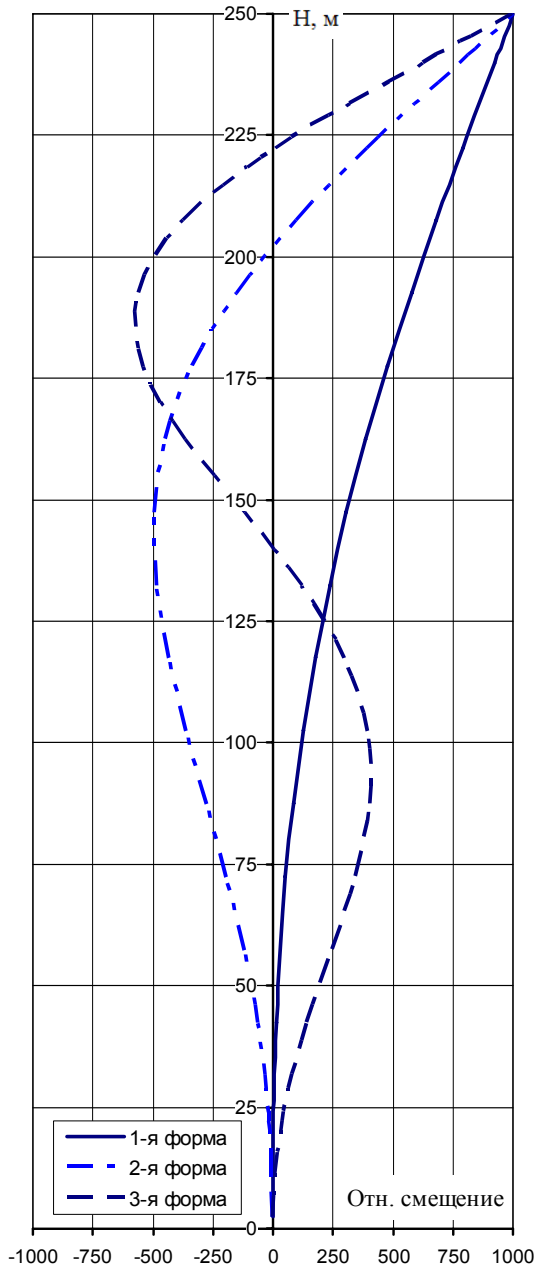


Рис.1. Относительные смещения продольной оси ствола дымовой трубы для трех первых форм собственных колебаний.

обусловленных эксцентриситетами приложения вертикальных нагрузок вследствие горизонтальных смещений продольной оси ствола. При этом динамическая составляющая ветровой нагрузки определялась по формуле (2) для всех форм собственных колебаний, учитываемых в расчете. Относительные ординаты для первых трех форм колебаний

ствола дымовой трубы, представленные на рис.1, вычислялись как для упругого стержня переменной по высоте жесткости с использованием программного комплекса “Лира-Windows” версии 9.4. Соответствующие периоды собственных колебаний для расчетных форм составили $T_1 = 4,29$ сек, $T_2 = 1,13$ сек, $T_3 = 0,47$ сек.

При заданных размерах сечений ствола дымовой трубы и содержании в них арматуры определялись напряжения в арматуре s_{aj} и в бетоне $s_{\sigma j}$ для расчетных сечений в соответствии с зависимостями, приведенными в [3].

По значениям деформаций, однозначно связанных с напряжениями s_{aj} и $s_{\sigma j}$, вычислялись кривизны по границам расчетных участков трубы. Принимая в соответствии с графоаналитическим методом эпюру кривизны первого приближения в качестве фиктивной нагрузки в фиктивной балке, соответствующей консоли, вычислялись прогибы трубы $y_k^{(1)}$. К полученным расчетным прогибам добавлялись прогибы, обусловленные креном трубы и составляющие на уровне верхнего обреза $y_{k,крен} = 0,0015H$. Далее вычислялись дополнительные моменты $M_{дон}^{(1)}$ от собственного веса трубы и футеровки, как

$$M_{дон}^{(1)} = \sum_{j=1}^r N_j \cdot y_j,$$

где r – количество участков дискретизации трубы по высоте.

Во втором приближении вычислялись перемещения трубы по суммарному моменту $M_k^{(2)} = M_k^{(1)} + M_{дон}^{(1)}$. Определялся новый дополнительный изгибающий момент $M_{дон}^{(2)}$, который суммировался с $M_k^{(1)}$: $M_k^{(3)} = M_k^{(1)} + M_{дон}^{(2)}$. По моменту $M_k^{(3)}$ снова вычислялись перемещения аналогичным способом также с учетом крена фундамента. Расчет продолжался до совпадения прогибов на n -ой итерации с прогибами $(n-1)$ -ой итерации в пределах $\pm 5\%$.

Полученные таким способом прогибы и расчетные усилия в горизонтальных сечениях дымовой трубы принимались как окончательные. Результаты расчетов кривизны, перемещений и усилий в горизонтальных сечениях ствола, согласно первой расчетной модели представлены на рисунке 2.

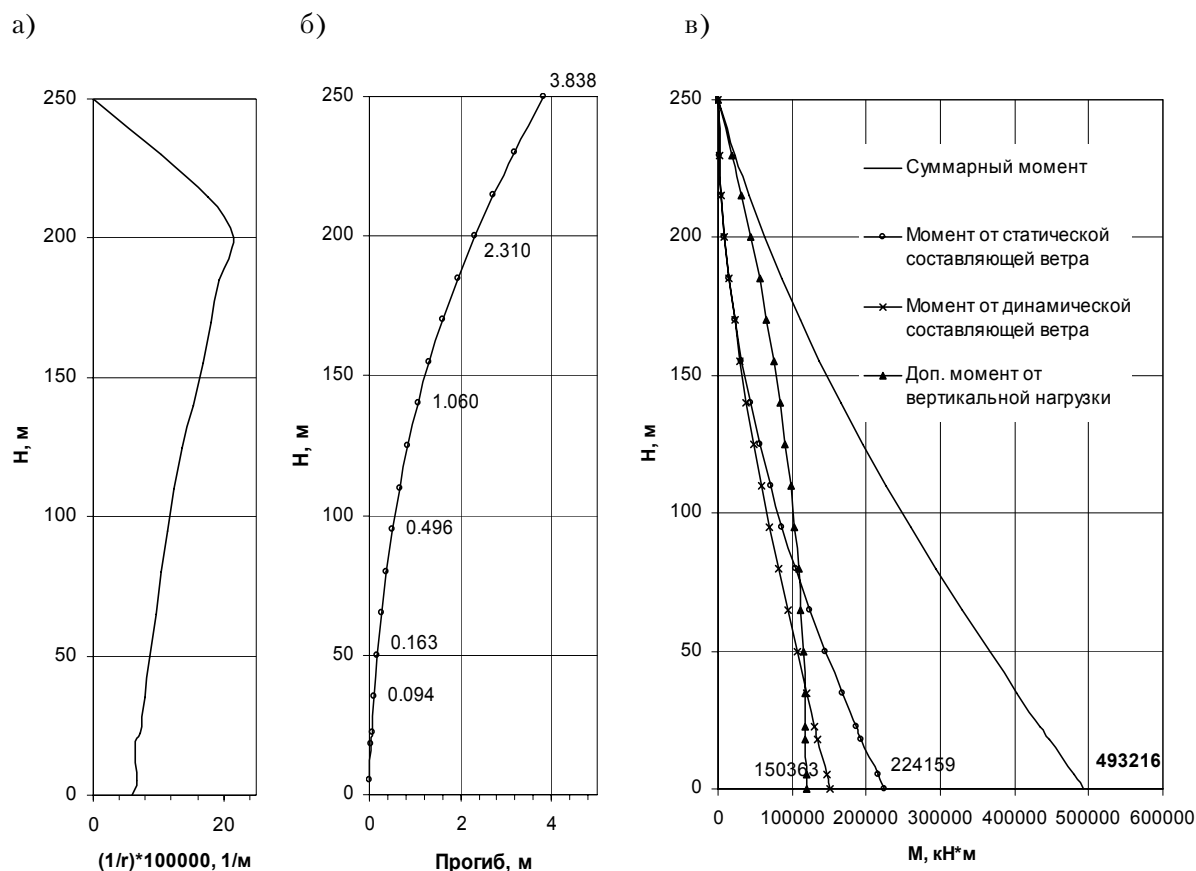


Рис. 2. Результаты расчета ствола дымовой трубы $H=250$ м в соответствии с указаниями [3]: а – значения кривизн по высоте ствола в третьем приближении; б – суммарный прогиб по высоте трубы; в – эпюры изгибающих моментов в горизонтальных сечениях по высоте трубы.

Основными особенностями методики расчета стволов дымовых труб, представленной в [3], являются следующие:

- необходимость определения спектра форм и частот собственных колебаний ствола с использованием компьютерных средств;
- необходимость итерационных вычислительных процедур при определении кривизн и прогибов продольной оси ствола дымовой трубы с учетом действия дополнительных изгибающих моментов;
- необходимость предварительного назначения размеров сечения несущей оболочки и содержания вертикальной арматуры в горизонтальных сечениях. При выполнении поверочных расчетов конструкции трубы указанная особенность не создает проблемы, так как может быть принято конструктивное армирование по требованиям СНиП 2.03.01-84. При проектировании новой тру-

бы после n -ой итерации необходим расчет вертикальной арматуры и последнее уточнение перемещений и усилий, что при наличии алгоритма расчета в Microsoft Excel не представляет затруднений.

Группа расчетов для *второй и третьей расчетных моделей* предусматривала определение пульсационной составляющей ветрового воздействия и усилий в элементах ствола дымовой трубы с использованием вычислительных процедур, реализованных в программном комплексе "Лира-Windows". При этом во второй расчетной модели расчетная схема принималась в виде консольного стержня кольцевого сечения переменной жесткости, а в третьей - пространственно-оболочечная расчетная схема. Обе схемы предусматривали 18 расчетных участков по высоте сооружения соответственно ярусам футеровки. Расчет ветровых воздействий производился аналогично расчетам по первой расчетной модели.

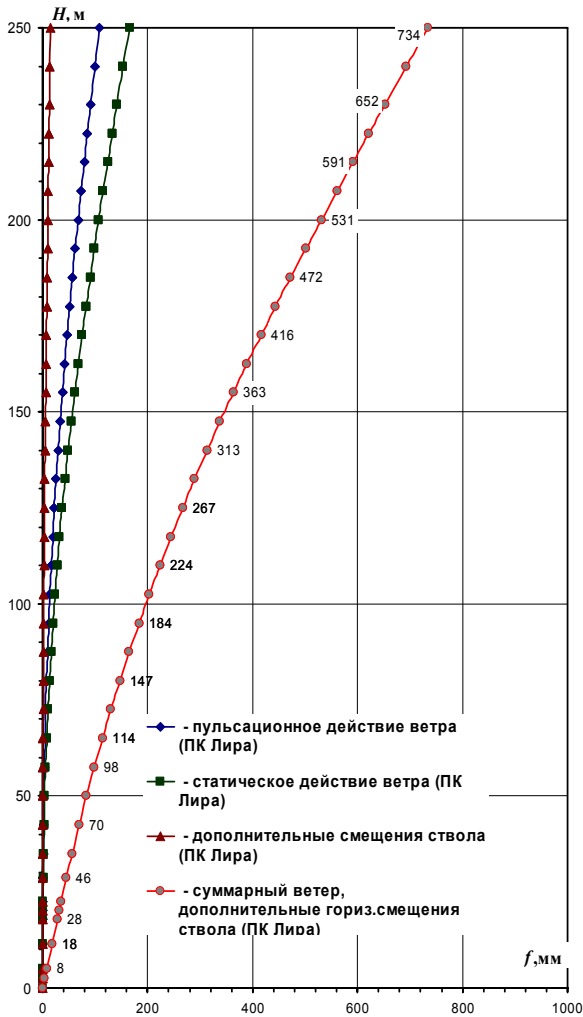


Рис. 3. Перемещения продольной оси ствола дымовой трубы.

Для стержневой конечно-элементной модели во второй расчетной модели расчеты ствола выполнялись в три этапа. На первом этапе выполнены расчеты усилий в горизонтальных сечениях ствола на действие нагрузок от собственного веса конструкций ствола и футеровки, статической и пульсационной составляющих ветрового воздействия. Расчет усилий выполнялся как для упругой системы с применением универсальных стержневых конечных элементов (КЭ-10). Пульсационная составляющая ветрового воздействия определялась по формуле (2) программно путем заполнения специальной таблицы с заданием соответствующих характеристик для расчета ствола сооружения на динамические воздействия и с указанием типа соответствующего дина-

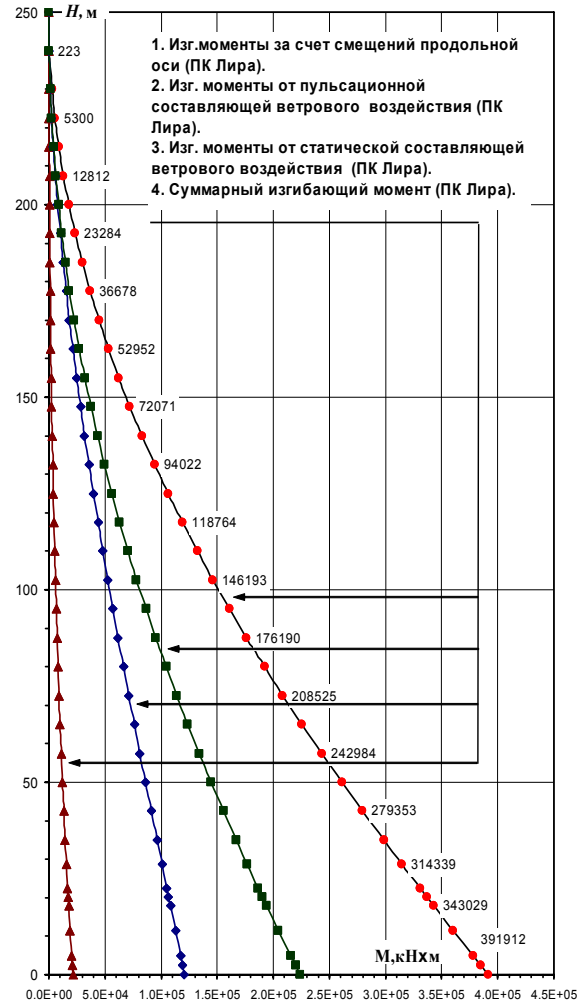


Рис. 4. Изгибающие моменты в горизонтальных сечениях ствола дымовой трубы.

ческого нагружения (тип 21 – пульсационное воздействие). Суммарные усилия в сечениях ствола от статической и пульсационной составляющих ветрового воздействия определялись программно согласно формуле (4). Результаты расчетов первого этапа – расчетные усилия, перемещения и инерционные силы, представленные на рис. 3–5, использовались в качестве исходных для последующих этапов.

На втором этапе расчетов с использованием полученных суммарных расчетных усилий выполнялись расчеты прочности и трещиностойкости горизонтальных сечений и определялась требуемая площадь арматуры в расчетных по высоте сечениях ствола дымовой трубы. Требуемая площадь вертикальной арматуры принималась на основании расчетов по второй группе предель-

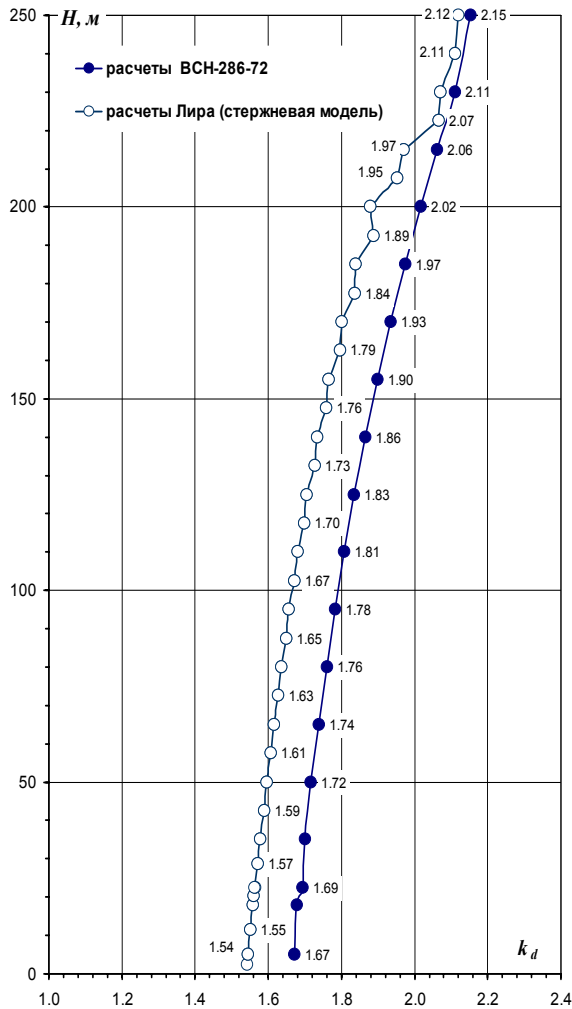


Рис. 5. Влияние пульсационной составляющей ветровой нагрузки на величину изгибающего момента по высоте трубы: $k_d = M_{сумм} / M_{ст}$; $M_{сумм}$ – полный изгибающий момент от действия ветра; $M_{ст}$ – изгибающий момент от статической составляющей ветра.

ных состояний с использованием программного модуля «Лира-АРМ». Проценты армирования для сечений нижней трети ствола составили 0,75...1,05%, средней трети – 1,21...1,41%, верхней трети – 0,29...0,85%.

На третьем этапе выполнены расчеты стержневой модели сооружения в нелинейной постановке с использованием шагового нелинейного процессора, предназначенного для решения физически и геометрически нелинейных задач. Применение для решаемой задачи шагового процессора позволило учесть дополнительные изгибающие моменты, обусловленные смещениями продольной оси ствола от

вертикали вследствие действия ветра и крена ствола с наибольшим смещением на уровне верхнего обреза $y_{к,крен} = 0,0015 H$ вследствие неравномерных осадок основания. При этом учитывалось неупругое деформирование бетона и образование трещин в горизонтальных сечениях. Для корректного учета крена ствола дымовой трубы расчетная модель сооружения была повернута относительно опорного узла на величину угла, соответствующего принятому значению крена, а полученные перемещения от силовых факторов суммировались с отклонениями, соответствующими крену продольной оси ствола от вертикали.

В качестве исходных данных для выполнения третьего этапа расчетов принимались вычисленные по формуле (1) инерционные силы, определенные на первом этапе расчетов, а также расчетные проценты армирования горизонтальных сечений. Расчеты усилий выполнялись для нелинейной расчетной схемы с использованием универсального пространственного стержневого элемента с учетом физической и геометрической нелинейности (КЭ-410). Диаграммы деформирования бетона принимались как для бетона класса В30, диаграммы деформирования арматуры – как для арматурной стали класса А - III.

Расчеты для пространственной расчетной схемы дымовой трубы включали определение пульсационной составляющей ветрового воздействия, а также расчетных усилий и перемещений элементов оболочки ствола в рамках решения упругой задачи МКЭ. Вследствие отсутствия возможности учета в нелинейных задачах динамических нагружений, а также в связи с определенными сложностями моделирования крена ствола решение нелинейной задачи МКЭ, позволяющей учитывать дополнительные изгибающие моменты, обусловленные смещениями продольной оси ствола от вертикали от действия ветра, в настоящей работе не выполнялось.

Изгибающие моменты в горизонтальных сечениях ствола и соответствующие перемещения, полученные в расчетах, выполненных для второй и третьей расчетных моделей дымовой трубы, представлены на графиках рис. 3-5.

Выполненные численные исследования показали довольно существенное отличие результатов расчета ствола трубы по нормам [3] от результатов расчета по методике МКЭ с использованием ПК «Лира». По методике [3] максимальный изгибающий момент в уровне заземления трубы от действия ветра составил $M_{max} = 493216 \text{ кН}^* \text{м}$, а горизонтальные смещения верха трубы $y_{max} = 3,84 \text{ м}$. При этом доля дополнительного момента от сил веса участков с учетом соответствующих горизонтальных смещений трубы составила в заземлении трубы около 30 %.

Для конечно-элементной модели ствола трубы, принятой в виде консольного стержня кольцевого сечения переменной жесткости, указанные расчетные величины составили соответственно $M_{max} = 391912 \text{ кН}^* \text{м}$ и $y_{max} = 0,734 \text{ м}$. Доля дополнительного момента от вертикальных нагрузок в суммарном моменте составила около 5%.

Выводы

1. Выявленные отличия в расчетных величинах усилий и деформаций обусловлены различиями в способах определения перемещений в использованных методах расчета. Перемещения оси трубы в методике [3] определяются через кривизны кольцевых сечений, вычисляемые, исходя из закона плоских сечений,

по разности соответствующих деформаций в сжатом бетоне и арматуре растянутой зоны. При этом неупругие деформации материалов учитываются путем снижения модулей упругости бетона и арматуры.

2. В методе МКЭ, реализованном в ПК «Лира», перемещения определяются деформационным методом с использованием диаграмм деформирования материалов. Результаты этих расчетов представляются более достоверными, так как отвечают результатам натуральных наблюдений.
3. Увеличение изгибающих моментов за счет пульсационной составляющей ветрового воздействия по результатам расчетов составило в среднем 1,6 для нижних сечений трубы и 2,13 для верхних.

Литература

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи//Київ: 2006.- 31с.
2. Инструкция по проектированию железобетонных дымовых труб//М.,1962. - 54с.
3. ВСН-286-72. Указания по проектированию железобетонных дымовых труб// М.,1973. - 64с.
4. Руководство по расчету зданий и сооружений на действие ветра//М.,1978 - 216с.
5. СНиП 2.01.07-84. Нагрузки и воздействия// М.,1985. - 88с.
6. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций//К.: издательство «Факт», 2005 – 344 с.

Корсун Володимир Іванович – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Залізобетонні конструкції» Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розвиток ортотропної моделі деформування бетону для загального випадку об'ємного напруженого стану з урахуванням температурних впливів. Оцінка технічного стану і проектування залізобетонних конструкцій.

Віноградова Тамара Миколаївна – к.т.н., доцент кафедри «Залізобетонні конструкції» Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: удосконалення методів розрахунку та підсилення залізобетонних конструкцій будівель та споруд, що експлуатуються; динаміка споруд.

Калмыков Юрій Юрійович – к.т.н., доцент кафедри «Залізобетонні конструкції» Донбаської національної академії будівництва і архітектури, головний інженер СНВЦ «Спеціальні і висотні інженерні споруди». Наукові інтереси: удосконалення методів оцінки напружено-деформованого стану елементів залізобетонних конструкцій будівель та споруд, що працюють в умовах складних силових та температурно-вологісних впливів.

Волков Андрій Сергійович – асистент кафедри «Залізобетонні конструкції» Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розвиток загальної методики деформування залізобетонних елементів із застосуванням високоміцного бетону. Оцінка технічного стану і проектування залізобетонних конструкцій.

Корсун Владимир Иванович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Железобетонные конструкции» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: развитие ортотропной модели деформирования бетона для общего случая объемного напряженного состояния с учетом температурных воздействий. Оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

Виноградова Тамара Николаевна – к.т.н., доцент кафедры «Железобетонные конструкции» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: усовершенствование методов расчета и усиления эксплуатирующихся железобетонных конструкций зданий и сооружений; динамика сооружений.

Калмыков Юрий Юрьевич – к.т.н., доцент кафедры «Железобетонные конструкции», гл. инженер СНПЦ «Специальные и высотные инженерные сооружения». Научные интересы: усовершенствование методов оценки напряженно-деформированного состояния элементов железобетонных конструкций зданий и сооружений, работающих в условиях сложных силовых и температурно-влажностных воздействий.

Волков Андрей Сергеевич – ассистент кафедры «Железобетонные конструкции» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: развитие общей методики деформирования железобетонных элементов с применением высокопрочного бетона; оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

Korsun Vladimir Ivanovych, doctor of Engineering Sciences, professor, the head of the «Reinforced Concrete Structures» Chair of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of the orthotropic model of concrete deforming for the general case of volume tense state taking into account the temperature influences. Estimation of the technical state and reinforced-concrete structures designing.

Vinogradova Tamara Nikolayevna, candidate of technical science, assistant professor of the «Reinforced Concrete Structures» Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of calculation methods and strengthening of reinforced concrete structures and buildings; the structures dynamics.

Kalmikov Yury Yuryevych, candidate of technical science, assistant professor of the «Reinforced Concrete Structures» Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, chief engineer of SNPZ “Special and Altitudinal Engineering Structures”. Scientific interests: development of estimation method of tensile deformed state of elements of the reinforced concrete structures and buildings, working in conditions of effort, temperature and moisture influences.

Volkov Andrey Sergeevich, the assistant of the «Reinforced Concrete Structures» Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of general methods of deforming reinforced concrete elements using high-durable concrete. Estimation of the technical state and reinforced concrete structures designing.