



ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ВУЗЛІВ ДИМАРІВ

В. М. Василев, В. В. Губанов, А. М. Міронов, С. Б. Пчельніков, О. В. Голіков

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

E-mail: alexandr_golikov@mail.ru, pcheln@yandex.ru, box@dgasa.dn.ua, andreuexp@mail.ru.

Отримана 20 грудня 2011; прийнята 25 березня 2011.

Анотація. У роботі викладена методика проведення експериментального дослідження роботи ділянок димарів з місцевими напруженнями. Покроково описані етапи підготовчих і налагоджувальних робіт. Основними етапами були: планування натурного експерименту, конструювання і виготовлення моделей, вибір і розміщення вимірювального обладнання, підготовка і устаткування моделей для експерименту, створення випробувального навантаження, завантаження моделей і зняття показань з приладів, обробка результатів експерименту. Специфікою даного дослідження є проведення аналізу відповідності виготовлених моделей проектним моделям. Підсумком аналізу є побудова тривимірної моделі випробуваних зразків. Об'ємні моделі необхідні для можливості обліку наявної недосконалості в розрахунковій схемі і забезпечення достовірності експерименту. Для отримання тривимірних моделей вироблена тахеометрична зйомка електронним тахеометром. В результаті обробки даних експерименту отриманий ряд уточнюючих коефіцієнтів. Ці коефіцієнти необхідні для методик розрахунку, які розроблені при проведенні чисельних досліджень.

Ключові слова: дослідження, експеримент, моделі, навантаження, установка, випробування, результат.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ УЗЛОВ ДЫМОВЫХ ТРУБ

В. Н. Васильев, В. В. Губанов, А. Н. Миронов, С. Б. Пчельников, А. В. Голиков

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

E-mail: alexandr_golikov@mail.ru, pcheln@yandex.ru, box@dgasa.dn.ua, andreuexp@mail.ru.

Получена 20 декабря 2011; принята 25 марта 2011.

Анотация. В работе изложена методика проведения экспериментального исследования работы участков дымовых труб с местными напряжениями. Пошагово описаны этапы подготовительных и наладочных работ. Основными этапами являлись: планирование натурного эксперимента, конструирование и изготовление моделей, выбор и размещение измерительного оборудования, подготовка и оборудование моделей для эксперимента, создание испытательной нагрузки, загрузка моделей и снятие показаний приборов, обработка результатов эксперимента. Спецификой данного исследования является проведение анализа соответствия изготовленных моделей проектным моделям. Итогом анализа является построение трехмерной модели испытуемых образцов. Объемные модели необходимы для возможности учета имеющихся несовершенств в расчетной схеме и обеспечения достоверности эксперимента. Для получения трехмерных моделей произведена тахеометрическая съемка электронным тахеометром. В результате обработки данных эксперимента получен ряд уточняющих коэффициентов.

Эти коэффициенты необходимы для методик расчета, которые разработаны при проведении численных исследований.

Ключевые слова: исследование, эксперимент, модели, нагрузка, установка, испытание, результат.

CHIMNEY JOINTS BEHAVIOUR RESEARCH

Vasylev Volodymyr, Gubanov Vadim, Myronov Andrey, Pchelnikov Sergei, Golikov Alexander

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,

2, Derzhavina Str., Makiivka, Donetsk Region, Ukraine, 86123.

E-mail: alexandr_golikov@mail.ru, pcheln@yandex.ru, box@dgasa.dn.ua, andreyexp@mail.ru.

Received 20 December 2011; accepted 25 March 2011.

Abstract. The paper deals with the technique of the research of sections of chimneys with local stress. The preparatory, adjustment and alignment work stages have been presented stepwise. The principal stages have been the planning of the full-scale experiment, constructing and manufacturing of models, choosing and placing of instruments, preparing and equipping models for the experiment, making the test load, loading models and reading data, the analyzing of experimental results. The distinguishing feature of the research is the accordance analysis of the produced models to the designed models. The result of the analysis is carrying out of a three-dimensional model of test patterns. The solid models need to be used for the registration opportunities of the design scheme imperfection and the experiment reliability provision. The tacheometry with an electronic tachymeter has been made to obtain the three-dimensional models. The series of the refined coefficients have been received at the experimental data processing. The coefficients are necessary for the design techniques having developed under the numerical studies.

Keywords: research, experiment, models, load, installation, test, result.

Формулировка проблемы

Дымовые трубы по характеру работы принято относить к сооружениям консольного типа. Расчет стволов труб, как правило, производится как сжато-изогнутых стержней. Данный подход хорошо применим для расчета стволов вдали от участков с местными напряжениями (опорные узлы, участки изменения геометрии, участки с несовершенствами формы поперечного сечения). Данная работа является продолжением серии работ по исследованию НДС участков труб и стволов с местными напряжениями [4, 5, 6].

Цель работы

На основании проведенных лабораторных экспериментальных исследований уточнить НДС участков стволов труб с местными напряжениями.

Задачи:

1. Разработать рабочий проект моделей для лабораторных испытаний.
2. Изготовить модели и выполнить анализ соответствия изготовленных моделей расчетным.
3. Оборудовать модели для проведения эксперимента.
4. Провести эксперимент.
5. Обработать результаты эксперимента, дать качественную характеристику работы реальных конструкций участков труб.
6. Получить уточняющие коэффициенты к существующим методикам расчета, полученным при численных исследованиях.

Объект исследования

Объектом исследования являются опорные участки, участки изменения геометрии, участки

сопряжения отдельных конструктивных элементов дымовых труб и газоотводящих стволов.

Методы исследования

1. Подготовка моделей для испытаний, варьирование расчетных параметров и разработка методик расчета производилось с применением методов планирования эксперимента.

2. Численные исследования (расчет моделей) проводились с применением конечно-элементных расчетных комплексов Lira Soft и SCAD Soft.

3. Определение размеров и материала масштабной модели производилось с учетом реальных условий проведения эксперимента – способ и величина приложения нагрузки, условия размещения моделей.

Для создания моделей применен метод геометрического моделирования. Использован масштабный коэффициент 2,667, что позволило применить модели участков труб с толщиной стенки 3 мм.

4. Для получения результатов работы испытываемых моделей под нагрузкой применен тензорезисторный метод. Использованы тензорезисторы КФ4 и КФ5 по ГОСТ 21616-91 и ТУ 3.06

Украины 7710.0001.93. Номинальная рабочая база 10 мм и 20 мм.

Снятие показаний производилось при помощи измерительной тензорезисторной системы СИИТ-3.

5. Построение зависимостей при обработке результатов эксперимента производилось методом наименьших квадратов.

Модели для испытания

Эксперимент произведен для следующих участков:

1. Участок сопряжения цилиндрической части трубы с опорным ребром футеровки (см. модель 1 на рис. 1).

2. Участок сопряжения цилиндрической части трубы с конической частью (см. модель 2 на рис. 1).

3. Участок сопряжения цилиндрической части трубы с патрубком газохода (см. модель 3 на рис. 1).

Местные напряжения для испытываемых участков сосредоточены в зоне краевого эффекта.

Структурная схема экспериментального исследования приведена на рисунке 2.

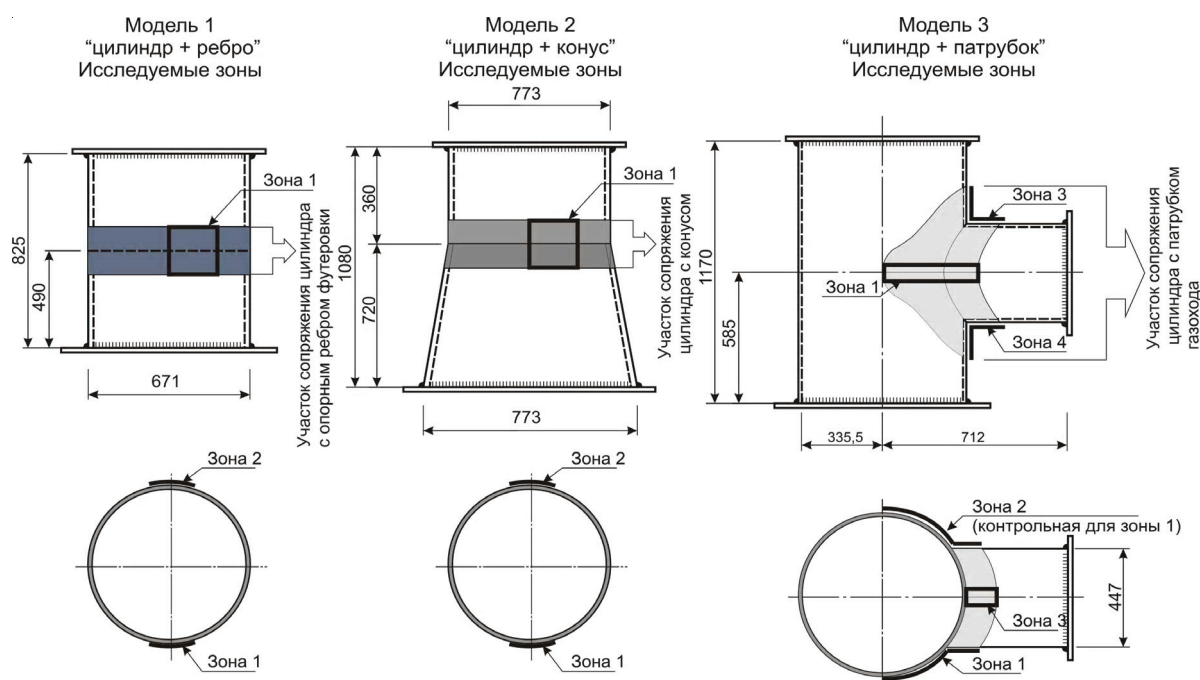


Рисунок 1. Схемы моделей и зоны исследования.

Натурное экспериментальное исследование статического напряженного состояния участков дымовых труб с местными напряжениями

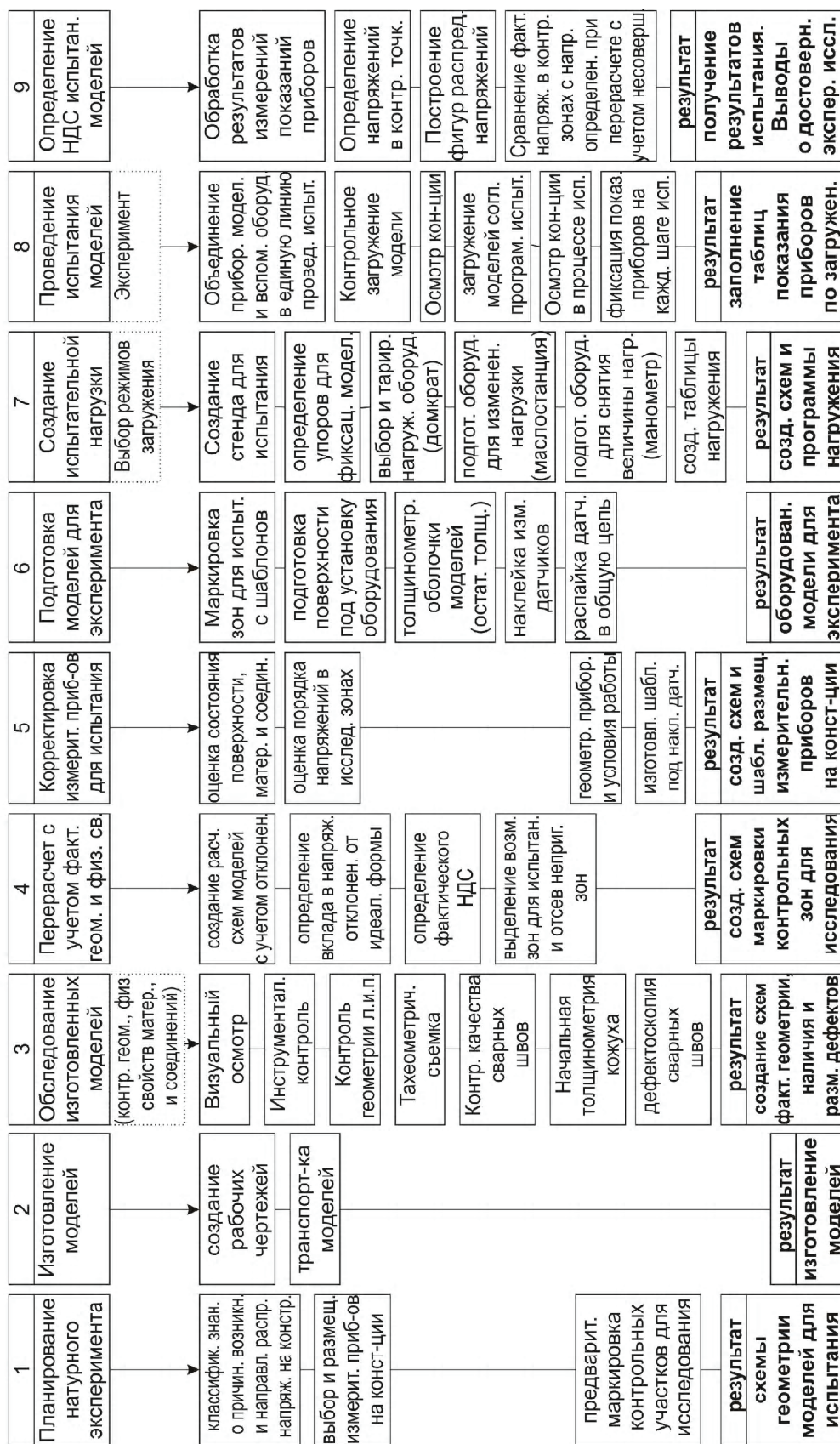


Рисунок 2. Структурная схема экспериментального исследования.

Анализ соответствия (обследование) изготовленных моделей расчетным моделям производился при помощи линейно-измерительных средств – штангенциркуль с базой до 900 мм (определение эллипсности), шаблоны для определения стрелки искривления длиной $l = 4\sqrt{r \cdot t}$.

Для определения фактических размеров модели и возможности учета напряжений, возникающих из-за отклонений от проектной геометрии, была произведена тахеометрическая съемка моделей с использованием электронного тахеометра с точность 3" и созданы объемные расчетные схемы.

Для определения фактической толщины оболочки моделей была выполнена толщинометрия портативным толщиномером.

Для определения полей напряжений в оболочке моделей с учетом влияния отклонений от проектной геометрии перед проведением эксперимента был выполнен **перерасчет моделей**. Цель перерасчета моделей – окончательное утверждение зон для исследования.

Подготовка установки для проведения эксперимента включала:

- настройка прессы (использовался как вертикальные упоры);
- создание нагружающей плоскости (ж.б. плита размерами 800 × 800 × 150 мм);
- выбор и размещение прокладок в контактной зоне металл-железобетон (транспортная лента толщиной 20 мм);
- маркировка оси расположения модели и нагружающих устройств (плита, домкрат);
- настройка маслостанции, служащей для создания требуемого давления в домкрате;
- тестирование оборудования (тензорезисторы, СИИТ, домкрат, манометр).

Толщина железобетонной плиты рассчитывалась из условия работы плиты на продавливание. Армирование плиты выполнено 2 сетками из стержней 10 мм класса АIII с размером ячейки 50 × 50 мм. В нагружающей части под установку домкрата предусмотрена пластина (связанная с бетоном 4 анкерами) размерами 150 × 150 мм.

Перед проведением испытания плита фиксировалась к верхней (подвижной) траверсе прессы.

Проверка тензорезисторов и определение цены деления СИИТ-3 для датчиков с базой 10 и 20 мм производились на эталонной консольной балке.

Схемы наклейки тензорезисторов приведены на рисунках 3 и 4.

Общий вид экспериментальной установки приведен на рисунке 5.

Подготовка моделей для проведения эксперимента включала:

- подготовка поверхности моделей под наклейку датчиков;
- создание шаблонов для наклейки датчиков;
- разметка поверхности моделей под наклейку датчиков;
- наклейка датчиков;
- распайка датчиков (производилась по схеме $\frac{1}{4}$ моста);
- подключение датчиков к измерительной системе;
- маркировка вертикальной оси модели (установка стационарного уровня);
- тестирование работы всей системы.

Создание испытательной нагрузки производилось путем изменения давления в домкрате через маслостанцию. Нагружение моделей производилось ступенчато. Шаг выбирался в зависимости от предельной нагрузки на модель, но не менее 10 шагов нагружения. Схема нагружения – ступенчатая нагрузка с последующей ступенчатой разгрузкой.

Максимальная нагрузка на модели:

- цилиндр с опорным ребром футеровки – 700 кг;
- цилиндр с конусом – 10 000 кг;
- цилиндр с патрубком – 10 000 кг.

Проведение испытания моделей производилось в следующей последовательности:

- подъем верхней траверсы с ж.б. плитой выше уровня модели;
- установка модели, оснащенной датчиками под пресс;
- центрирование модели под прессом;
- снятие нулевых показаний датчиков (при отсутствии нагрузки);
- укладка прокладки в зоне контакта с бетоном;
- установка и центрирование нагружающей ж.б. плиты;
- снятие показаний по всем датчикам (первое нагружение);
- установка домкрата в рабочее положение;
- фиксация верхней траверсы (подвижной) прессы на уровне верха домкрата;
- создание рабочей нагрузки (пошагово);

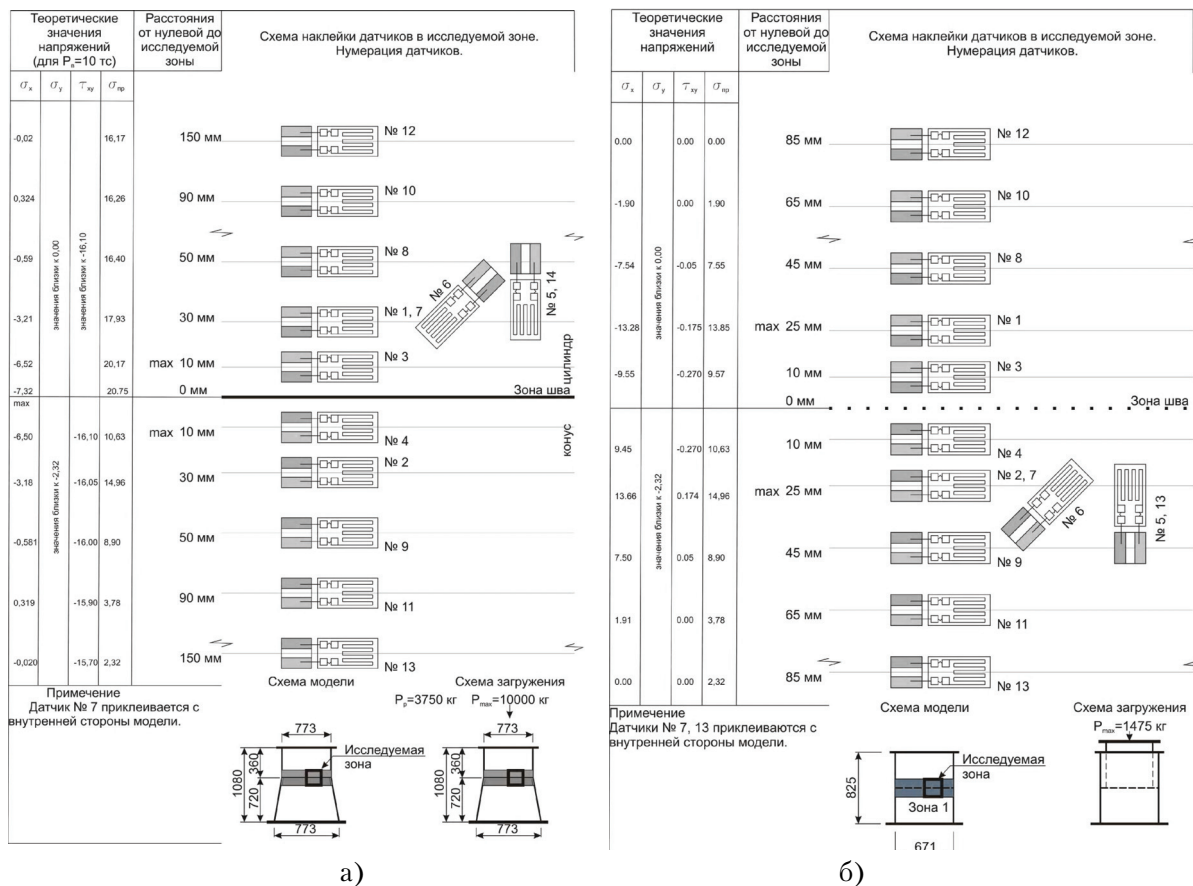


Рисунок 3. Схемы наклейки тензорезисторов (а – для модели 1 «цилиндр с ребром», б – для модели 2 «цилиндр с конусом»).

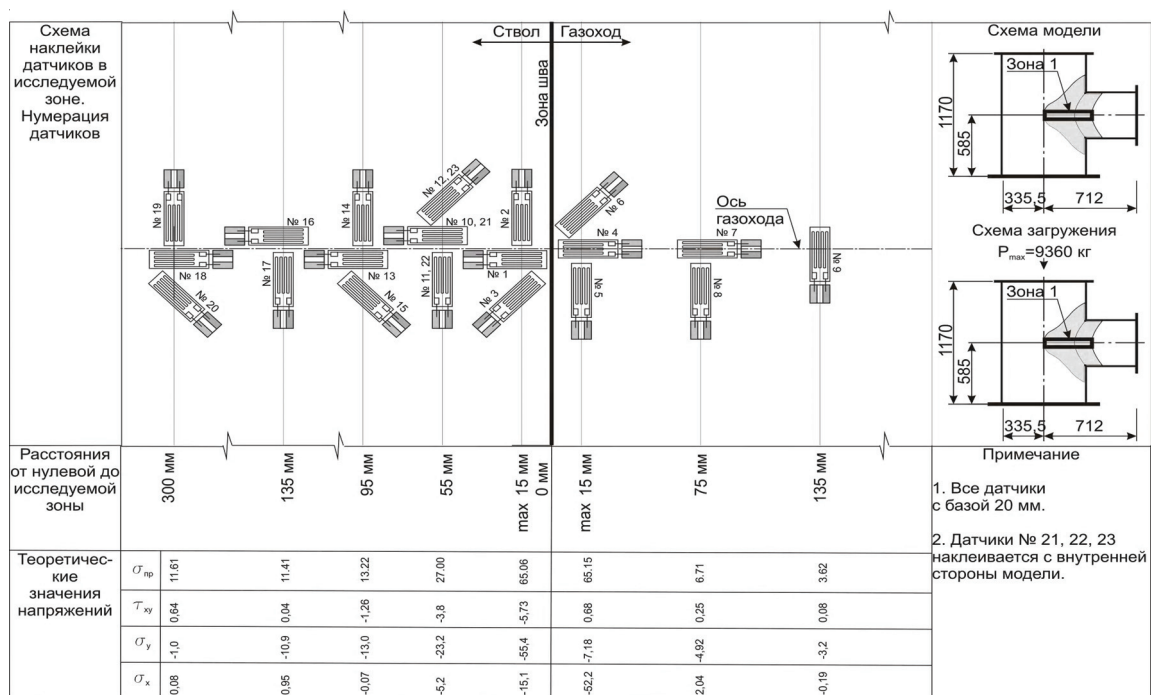


Рисунок 4. Схемы наклейки датчиков (для модели 3 «цилиндр с патрубком»).

— снятие показаний после каждого шага нагружения и разгрузки.

Общий вид модели в процессе эксперимента приведен на рисунке 6.

Определение НДС испытанных моделей производилось по результатам обработки данных эксперимента.

Получение уточняющих коэффициентов производилось путем сравнения напряжений, полученных по результатам численных и экспериментальных исследований с вычетом добавочных напряжений от влияния несовершенств изготовления, транспортировки и монтажа.

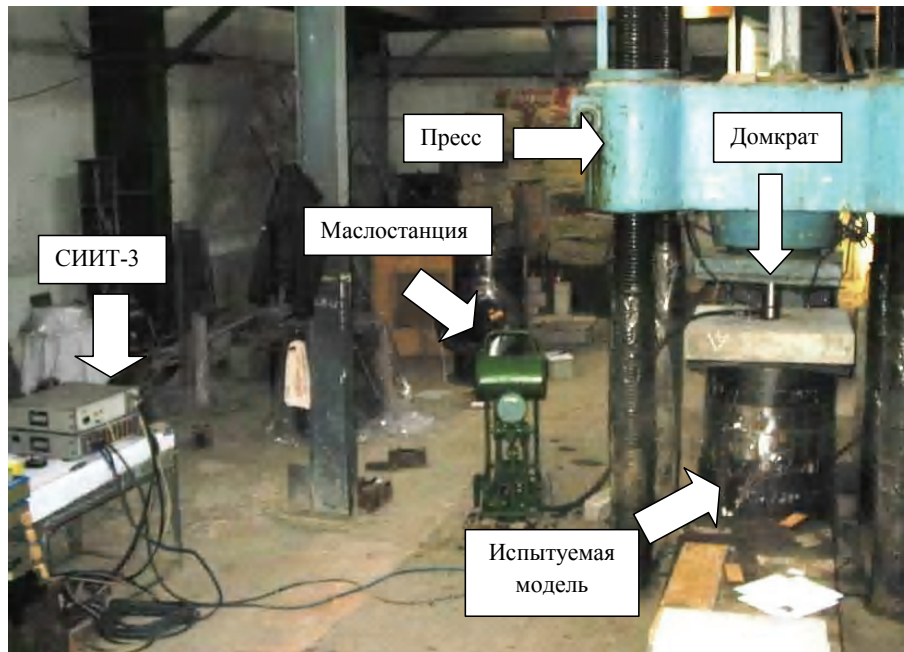


Рисунок 5. Фотография экспериментальной установки.

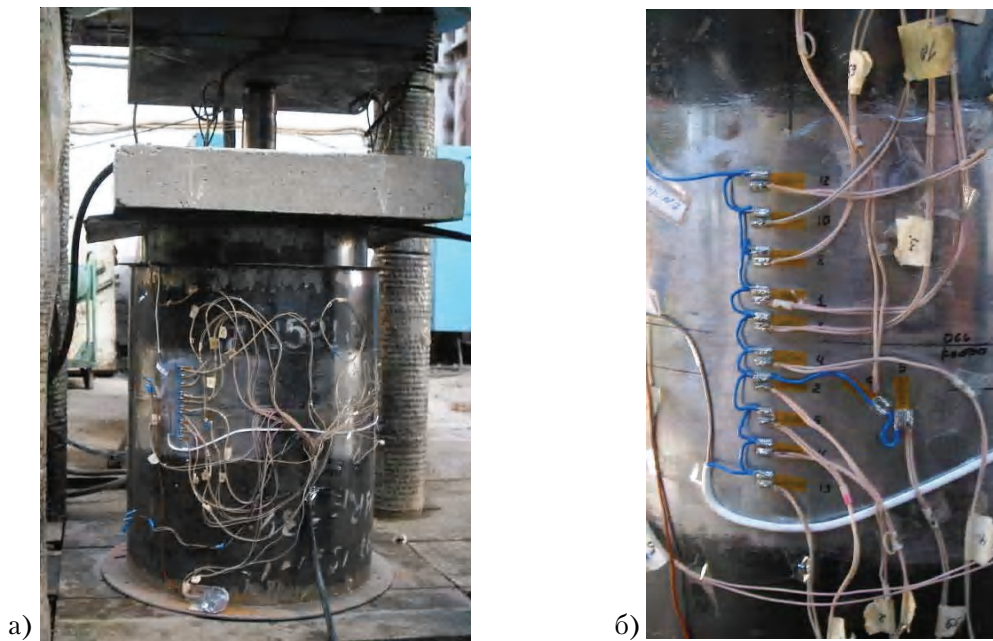


Рисунок 6. Фотография модели в процессе исследования (а – общий вид нагруженной модели; б – цепь тензорезисторов).

Уточняющие коэффициенты получены по формуле:

$$k_y = \frac{\sigma_{\text{эсп.}} - \sigma_{\text{деф.}}}{\sigma_{\text{числ.}}} \quad (1)$$

Выводы:

1. Отклонения изготовленных моделей от расчетных составили 0...5 %. Эллипсность не более 5 %, стрелка искривлений не превышает 4 толщины оболочки.

2. В результате проведенных экспериментальных исследований были получены зависимости напряжений от величины нагрузки и геометрических характеристик моделей.

3. Исследование работы натурных моделей позволило скорректировать полученные численным экспериментом зависимости напряжений от геометрии участков.

4. В результате предварительной обработки данных эксперимента получена разница теоретических и практических напряжений 8...12 %.

Литература

1. Александров, В. М. Аналитические методы в контактных задачах теории упругости / Александров В. М., Чебаков М. И. – М.: ФМИЗМАТЛИТ, 2004. – 304 с. – ISBN 5-9221-0519-1.
2. Бойков, В. Н. Экспериментальное исследование влияния концентраций напряжений на длительную прочность / Бойков В. Н., Бойцов Ю. И., Малинин Н. Н. // Изв. вузов. Машиностроение. – 1974. – № 10. – С. 16–19.
3. Бэбкок, Ч. Д. Эксперименты по устойчивости оболочек / Бэбкок Ч. Д. // Тонкостенные оболочечные конструкции: Теория, эксперимент и проектирование / Под ред. Фына и Секлера. – М.: Машиностроение, 1980. – С. 355–379.
4. Губанов, В. В. Уточнение методик расчета локальных напряжений в оболочках дымовых труб и газоотводящих стволов / Губанов В. В., Голиков А. В. // Будівельні металеві конструкції: сьогодення та перспективи розвитку. – К.: Вид-во «Сталь», 2006. – С. 118–121.
5. Губанов, В. В. Методика определения краевых напряжений в оболочках дымовых труб / Губанов В. В., Голиков А. В. // Металеві конструкції: сьогодення та перспективи розвитку. – К.: Вид-во «Сталь», 2008. – С. 118–121.
6. Губанов, В. В. Расчет и конструирование газоотводящих стволов с местными напряжениями / Губанов В. В., Голиков А. В. // Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури: зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, ДонНАБА. – 2009. – Вип. 4(78): Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології. – С. 215–220.
7. Экспериментальное исследование деформирования и несущей способности упругопластических оболочек с начальными несовершенствами формы различной конфигурации при осевом сжатии / Гудрамович В. С., Деменков А. Ф., Демешко М. Ф., Самарская Е. В. // Проблемы прочности. – 1990. – № 5. – С. 86–88.
8. Григолюк, Э. И. Устойчивость оболочек / Григолюк Э. И., Кабанов В. В. – М.: Наука, 1978. – 360 с.

References

1. Aleksandrov, V. M.; Chebakov, M. I. Analytical method in tangent problems of the theory of elasticity. Moscow: PHIZMATLIT, 2004. 304 p. (in Russian)
2. Boikov, V. N.; Boitsov, Yu. I.; Malinin, N. N. Research of the stress concentration effect on long-lasting strength. *Proceedings of higher educational establishments*. Moscow: Mashinostroenie, 1974, Vol. 10, p. 16–19. (in Russian)
3. Bebkok, Ch. D. Experiments on shell stability. *Thin-walled shell structures: theory, experiment, design*. Moscow: Mashinostroenie, 1980, p. 355–379. (in Russian)
4. Gubanov, V. V.; Golikov, O. V. Redetermination of local stress design technique in chimney shells and gas shafts. In *Building Metal Structures: nowadays and development prospects*. Kyiv: Stal, 2006, p. 118–121. (in Russian)
5. Gubanov, V. V.; Golikov, O. V. Determination technique of edge stress in chimney shell. In *Metal Constructions: nowadays and development prospects*. Kyiv: Stal, 2008, p. 118–121. (in Russian)
6. Gubanov, V. V.; Golikov, O. V. Calculation and gas pipes with local stress. In compendium *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*. Vol. 4(78): Towers: building materials, structures, processes, 2009, p. 215–220. (in Russian)
7. Gudramovich, V. S.; Demenkov, A. F.; Demeshko, M. F.; Samarskaya, Ye. V. Research of deformation and bearing capacity of elastic and plastic shells with initial form imperfection of various patterns at axial compression. In *Strength problems*, 1990, Vol. 5, p. 86–88. (in Russian)
8. Grigolyuk, E. I.; Kabanov V. V. Shell stability. Moscow: Nauka, 1978. 360 p. (in Russian)
9. Grigolyuk, E. I.; Tolkachev, V. M. Tangent problems of the theory of plates and shells. Moscow: Mashinostroenie, 1980. 411 p. (in Russian)
10. Tanks and devices. Rates and strength design techniques. Reinforcement of openings in shells and bottoms at internal and external pressures. Strength

9. Григолюк, Э. И. Контактные задачи теории пластин и оболочек / Григолюк Э. И., Толкачев В. М. – М. : Машиностроение, 1980. – 411 с., ил.
10. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и внешнем давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних статических нагрузках на штуцер : ГОСТ Р 52857.3-2007. – Введен 2008-04-01. – М. : Стандартинформ, 2008. – 26 с.
11. Кузнецов, В. К. Влияние несовершенств и местных напряжений на устойчивость цилиндрических оболочек при осевом сжатии / Кузнецов В. К., Липовцев Ю. В., Шварц Э. Б. // Тр. VII Всесоюз. конф. по теории оболочек и пластин. – М. : Наука, 1970. – С. 323–327.
12. Лампси, Б. Б. Металлические тонкостенные несущие конструкции при локальных нагрузках. Теория местных напряжений / Лампси Б. Б. – М. : Стройиздат, 1979. – 272 с.
13. Лессиг, Е. Н. Листовые металлические конструкции / Лессиг Е. Н., Лилеева А. Ф., Соколов А. Г. – М. : Изд-во лит. по строит., 1970. – 488 с.
14. Строительные нормы и правила. Стальные конструкции : СНиП II-23-81*. – Взамен СНиП II-B.3-72; СНиП II-И.9-62; СН 376-67 ; введ. 1982-01-01. – М. : ФГУП ЦПП, 2005. – 90 с.
15. Строительные нормы и правила. Сооружения промышленных предприятий : СНиП 2.09.03-85. – Взамен СНиП II-91-77, СН 302-65, СН 471-75 ; введ. 1987-01-01. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.
16. Солодарь, М. Б. Металлические конструкции тяжелых башен / Солодарь М. Б., Кузнецова М. В., Плишкин Ю. С. – Л. : Стройиздат, 1975. – 186 с.
17. Structural design rules for steel chimneys – the preparation of Eurocode 3, Part 3.2 B.W. Smith et al; Vol. 13, No. 1, 1997.
18. Model Code for Concrete / Steel Chimneys Part D – GRP Liners (April 2009)
19. Donnell L.H.A. New theory for the buckling of thin cylinders under axial compression and bending // *Trans ASME Ser.E.* – 1934. – № 56. – P. 795–806.
- design of shells and bottoms at external static loads to the pipe union. GOST P 52857.3-2007. Moscow: Standartinform, 2008. 26 p. (in Russian)
11. Kuznetsov, V. K.; Lipovtsev, Yu. V.; Shvarts, E. B. Impact of imperfection and local stress on stability of cylindrical shells at axial compression. In *Works of the Seventh All-Union Conference on Theory of plates and Shells*. Moscow: Nauka, 1970, p. 323–327. (in Russian)
12. Lampsi, B. B. Metal thin-walled bearing structures at local loads. The local stress theory. Moscow: Stroyizdat, 1979. 272 p. (in Russian)
13. Lessing, Ye. N.; Lileeva, A. F.; Sokolov, A. G. Sheet metal structures. Moscow: Publishing House on Civil Engineering, 1970. 488 p. (in Russian)
14. Structural Rules and regulations. Steel structures: SNiR II-23-81*. Moscow: FGUP TSPP, 2005. 90 p. (in Russian)
15. Structural Rules and Regulations. Constructions of industrial enterprises: SNiP 2.09.03-85. Moscow: Gosstroy SSSR, 1986. 56 p. (in Russian)
16. Solodar, M. B.; Kuznetsova, M. V.; Plishkin, Yu. S. Metal structures of exhaust towers. Leningrad: Stroyizdat, 1975. 186 p. (in Russian)
17. Smith, B. W. et al. Structural design rules for steel chimneys – the preparation of Eurocode 3, Part 3.2, Vol. 13, № 1, 1997.
18. Model Code for Concrete / Steel Chimneys Part D – GRP Liners (April 2009).
19. Donnell, L. H. A. New theory for the buckling of thin cylinders under axial compression and bending. *Trans ASME Ser.E.*, 1934, № 56, p. 795–806.

Василев Володимир Миколайович – к. т. н., професор кафедри металевих конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: дійсна робота металевих конструкцій, легкі металеві конструкції, експериментальна аеродинаміка будівель і споруд, технологія виготовлення металевих конструкцій.

Губанов Вадим Вікторович – к. т. н., доцент кафедри металевих конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: експлуатаційна надійність будівельних металевих конструкцій; вдосконалення методів розрахунку висотних споруд; планування експлуатаційного процесу висотних будівельних конструкцій та висотних споруд.

Міронов Андрій Миколайович – к. т. н., доцент кафедри металевих конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: сталезалізобетонні конструкції (трубобетонні конструкції); напружено-деформований стан рамних вузлів трубобетонних конструкцій, концентрація напружень в трубобетонних вузлах, втомна міцність трубобетонних конструкцій.

Пчельников Сергій Борисович – к. т. н., доцент кафедри теоретичної і прикладної механіки Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: забезпечення експлуатаційної надійності будівельних конструкцій; імовірнісні методи розрахунку будівельних конструкцій; планування експлуатаційного процесу промислових будівель та споруд.

Голиков Олександр Володимирович – асистент кафедри металевих конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: вдосконалення конструктивних рішень і методів розрахунку висотних споруд; вдосконалення методів розрахунку опорних вузлів і вузлів сполучення окремих конструктивних елементів металевих димарів і газотвідних стовбурів.

Василев Владимир Николаевич – к. т. н., профессор кафедры металлических конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: действительная работа металлических конструкций, легкие металлические конструкции, экспериментальная аэродинамика зданий и сооружений, технология изготовления металлических конструкций.

Губанов Вадим Викторович – к. т. н., доцент кафедры металлических конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: эксплуатационная надежность строительных металлических конструкций; совершенствование методов расчета высотных сооружений; планирование эксплуатационного процесса высотных строительных конструкций и высотных сооружений.

Миронов Андрей Николаевич – к. т. н., доцент кафедры металлических конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: сталежелезобетонные конструкции (трубобетонные конструкции); напряженно-деформированное состояние рамных узлов трубобетонных конструкций, концентрация напряжений в трубобетонных узлах, усталостная прочность трубобетонных конструкций.

Пчельников Сергей Борисович – к. т. н., доцент кафедры теоретической и прикладной механики Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: обеспечение эксплуатационной надежности строительных конструкций; вероятностные методы расчета строительных конструкций; планирование эксплуатационного процесса промышленных зданий и сооружений.

Голиков Александр Владимирович – ассистент кафедры металлических конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: совершенствование конструктивных решений и методов расчета высотных сооружений; совершенствование методов расчета опорных узлов и узлов сопряжения отдельных конструктивных элементов металлических дымовых труб и газоотводящих стволов.

Vasylev Volodymyr – Ph. D. (Engineering), a Professor of the Metal Structures Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: valid behaviour of steel structures, light metal structures, experimental aerodynamics of constructions and structures, procedures and techniques of metal structures manufacture.

Gubanov Vadim – Ph. D. (Engineering), an Assistant Professor of the Metal Structures Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: operational reliability of metal structures, improvement of high-rise buildings design techniques, operating process planning of high-rise constructions and structures.

Myronov Andrey – Ph. D. (Engineering), an Assistant Professor of Metal Structures Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: steel and reinforced concrete structures (concrete tube structures); stress and strain state of the frame joints of the concrete chimney structures, stress concentration in concrete chimney joints, fatigue strength concrete chimney structures.

Pchelnikov Sergei – Ph. D. (Engineering), an Assistant Professor of the Theoretical and Applied Mechanics Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: operational reliability provision of building structures, probabilistic methods of analysis of building structures; operating process planning process of industrial constructions and structures.

Golikov Alexander – a teaching fellow of the Metal Structures Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: the improvement of structural conceptions and high-rise buildings design techniques, the perfection of the design techniques of bearing joints and some structural elements of metal stacks and gas flues.