

6. SHOP WELDING FIELD VS WELDING

It is practical to do as much welding in the shop as possible and to make only those welds in the field that cannot be made in the shop. The following two sections on the field welding of buildings and bridges of includes some recommendations on shop welding specified connection joints.

7- CONCLUSION

Distortion resulted When a condition of non -uniform expansion and contraction of ice created .distortion Can Be Anticipated village Evaluating The Following Factors:

1- The Weld along with some adjacent metal contracts on cooling producing a shrinkage force, F

2- The shrinkage force acts about the natural axis of a member .the distance between the center of gravity of the weld area and this natural axis represents the torque arm, d

3- The moment of inertia of the section I, resists this contraction. In the section of a finns resists straightening, should it be necessary.

REFERENCES:

1. Zemzin V.N. Svarnye soedineniya raznorodnykh stalei (The welded joints of dissimilar steels). Moscow, Mashinostroenie, 1966. 232 p.
2. Zaks I. A. Svarka raznorodnykh stalei. Spravochnoe posobie (Welding dissimilar steels. Handbook). Leningrad, Mashinostroenie, 1973. 208 p.
3. Vinokurov V.A. Otpusk svarnykh KON-

STRUKTSII dlya snizheniya napryazhenii (Tempering weldments to Reduce Stress). Moscow, Mashinostroenie, 1973. 213 p.

4. STO Gazprom 2-2.2-136-2007. Instruktsiya po tekhnologiyam svarki pri stroitel'stve in remonte promyslovykh in magistral'nykh gazoprovodov. Chast 1 (Instruction for welding technologies in construction and repair of field gathering and trunk gas pipelines. Part I).
5. Polnov V. G., V. M. Sagalevich, Mogil'ner M.N. Vliyanie sobstvennykh kolebaniy svarnykh KONSTRUKTSII na ustranenie v nikh ostatochnykh napryazhenii vibratsiei (Effect of natural oscillations of welded structures to elimination of residual stresses vibration). Svarochnoe proizvodstvo, 1988, Issue 4, p. 37-39.
6. Mel'nikov B. E., P. A. Pavlov, Parshin L.K. Soptivlenie materialov (Strength of Materials). Sankt-Peterburg, Lan', 2007. 560 p.
7. British Standards Institution (1992) Design of Steel Structures. Part 1-1, General Rules and Rules for Buildings. BSI, London, DD ENV 1993-1-1.
8. Veljkovic, M. and Johansson, B. (2001) Design for buckling of plates due to direct STRESS. Proceedings of the Nordic Steel Construction Conference, Helsinki.
9. The British Standards Institution (2000) Structural Use of Steelwork in Building. BSI, London, BS 5950: Part first
10. Young, W. C. (1989) Roark's Formulas for Stress and Strain. McGraw-Hill, Singapore.
11. American Welding Institute (AWS).
12. American Institute of Steel Construction (AISC).

УДК 692:693.5

Бугаевский С.А., Бережная Е.В., Бормот Д.С.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ УКЛАДКИ ВКЛАДЫШЕЙ НА НДС ПЕРЕКРЫТИЯ СИСТЕМЫ «МОНОФАНТ»

Введение. В современном строительстве перекрытия облеченного типа нашли широкое применение в конструкциях из сборного и монолитного железобетона [1-4]. Данные конструктивные элементы применяются как при строительстве промышленных, так и жилых зданий. Поэтому совершенствованию технологии их изготовления уделяется большое внимание. Традиционным направлением повышения эффективности перекрытий облеченного типа является

снижение их материалоемкости путем внедрения более прогрессивных материалов, а также регулирование напряженно деформированного состояния, уточнение методик расчета как отдельного конструктивного элемента, так и пространственно-деформируемого перекрытия в целом. Одним из актуальных вопросов становится определение рациональных геометрических параметров и положения вкладышей в теле перекрытия.

Анализ публикаций. В работе Стебловского И.А. [3] проведена рационализация внутренних параметров конструкции перекрытия облегченного типа, к которым отнесена толщина обшивок (полок), шаг и геометрия внутренних ребер (стенок). При этом указано, что толщина обшивок, как правило, не рассчитывается, а принимается из технологических условий и ДБН: безопасная передача усилий при сцеплении арматуры с бетоном, защита арматурной стали от коррозии и необходимая граница огнестойкости. По итогам расчета рациональный шаг внутренних ребер составил 75 см для бетона класса C25/30 и арматуры A500С при заданных временных и постоянных нагрузках. Назначение минимальной толщины ребра производилось, исходя из технологических условий и составило 100 мм.

Технологии устройства перекрытий облегченного типа, предложенные в работе Помазана М.Д. [2] могут привести к смещению вкладышей в горизонтальной плоскости при укладке бетона в две стадии, т.к. удержание вкладышей в проектном положении осуществляется только с помощью пригруза свежееуложенной бетонной смесью или за счет последовательности бетонирования верхней части перекрытия. Кроме этого, в

реальных условиях строительной площадки, во время устройства перекрытий возможны неточности укладки вкладышей, связанные с технологией бетонирования (одностадийное или двухстадийное), способом фиксации вкладыша, геометрическими допусками, а также нарушениями технологических операций.

Существуют различные способы задания ориентации твердого тела в пространстве [5, 6]: углы Эйлера (углы прецессии, нутации и собственного вращения), углы Крылова, основанные на самолетной системе координат (оси крена, тангажа и скольжения), а также кватернионы, удобные для описания изометрий трёх- и четырёхмерного евклидового пространства, получившие широкое распространение в механике и в вычислительной математике при создании трёхмерной графики (рис. 1).

Наиболее удобным способом задания положения вкладыша-пустотообразователя в пространстве для моделирования его смещения от проектного положения является использование углов Крылова. В нашей работе будет рассмотрена только часть возможных положений вкладыша, связанных с линейными перемещениями относительно осей X, Y и Z.

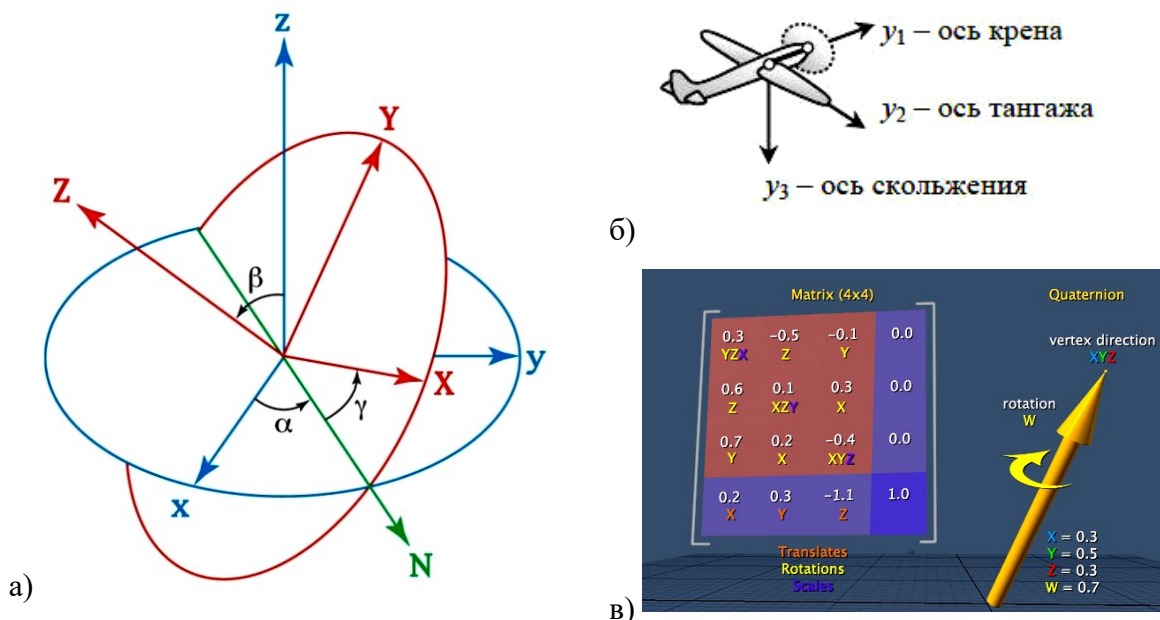


Рис. 1. Способы задания ориентации твердого тела: а) углы Эйлера; б) углы Крылова; в) кватернион

Цель и постановка задачи. Целью данной работы является расчет фрагмента железобетонного перекрытия облегченного типа с учетом точности укладки вкладышей-пустотообразователей.

Предметом исследования являются величина перемещений, возникающих в перекрытии облегченного типа от собственного веса при различных смещениях вкладышей-пустотообразователей вызванных нарушением технологии бетонирования.

В основу исследования поставлена задача моделирования фрагмента перекрытия облегченного типа системы «МОНОФАНТ» и определение перемещений конструкции, в зависимости от изменения положения вкладышей-пустотообразователей [7].

Моделирование и расчет фрагмента перекрытия системы «МОНОФАНТ». Возможность расчетов конструкции, как отдельно, так и в составе всего здания, дают современные расчетные комплексы (SCAD Office, ПК «Лира», Мономах и другие). Все эти комплексы созданы на основе метода конечных элементов [8].

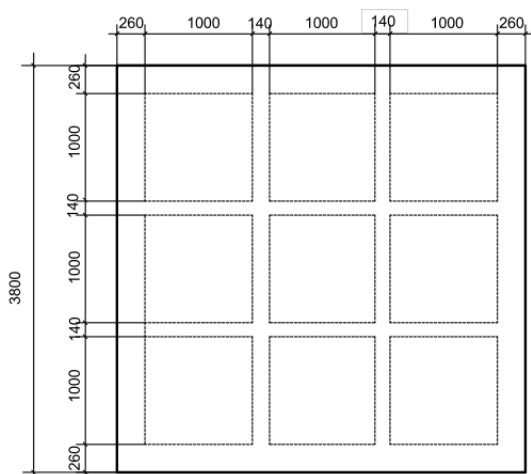
Одна из основных задач, которую необходимо решить при расчете конструкций с помощью программного комплекса – это создание адекватной конечно-элементной

модели, которая с большой точностью опишет конструкцию, будет достаточно простой и не требует дополнительных трудоемких расчетов.

Модели конструкций могут создаваться из разных конечных элементов, которые доступны в том или ином программном комплексе. Выбор типа конечного элемента или сочетания элементов зависит от точности и назначения расчета.

Наиболее подробно и качественно исследовать напряженно-деформированное состояние перекрытия при смещении вкладышей можно, смоделировав исследуемое перекрытие с помощью объемных элементов. Широкие возможности программного комплекса «ЛИРА САПР» [9] позволяют не только провести расчеты, но и выполнить конструирование заданных элементов перекрытия и вывести необходимые для анализа напряженно-деформированного состояния графические материалы.

В программе «ЛИРА САПР» была смоделирована ячейка 3,8×3,8 м с использованием восьмиугольных объемных конечных элементов (рис. 2). Размер объемных конечных элементов 2×2×2 см. Внешние ребра ячейки 26 см, внутренние 14 см, обшивки приняты толщиной 6 см. (рис. 3).



б)

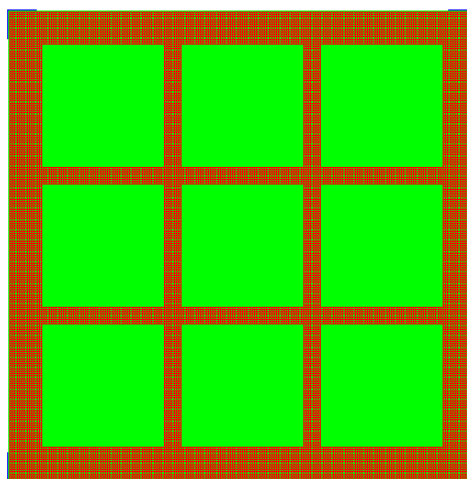


Рис. 2. Расположение вкладышей-пустотообразователей в плите перекрытия: а) схема расположения пустотообразователей; б) модель в программном комплексе «ЛИРА САПР»

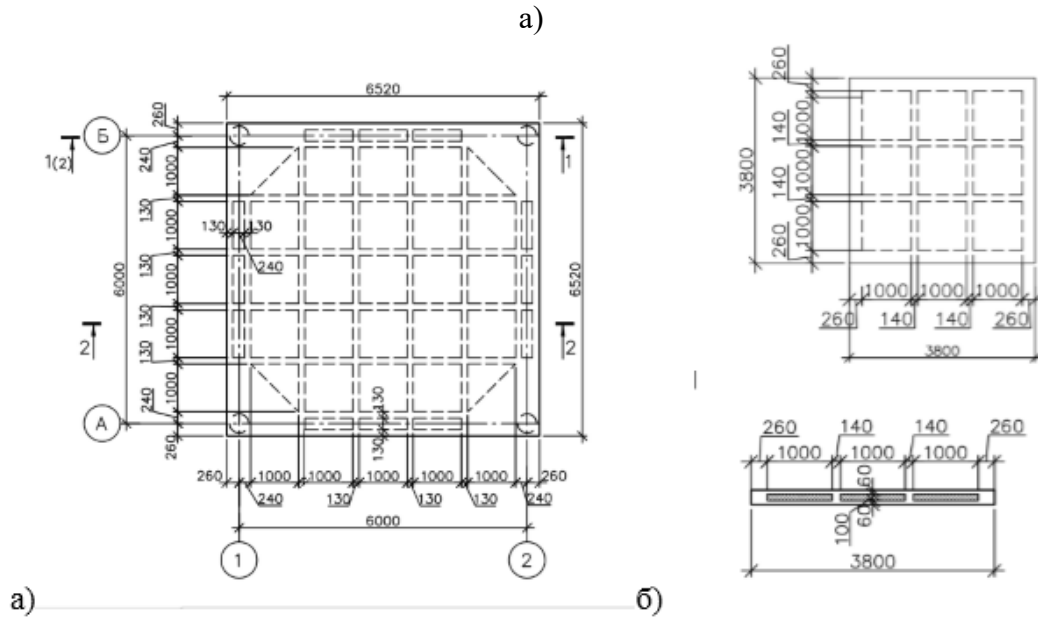


Рис. 3. Плита перекрытия системы «МОНОФАНТ»: а) плита перекрытия 6×6 м; б) поперечное и продольное сечение фрагмента плиты перекрытия 3×3 м

Первоначально был проведен анализ влияния направления смещения по разным осям: расчет без смещения вкладыша, со смещением крайнего вкладыша на 2 см по оси X и на 2 см по оси Y. Полученные результаты сведены в табл. 1. Перемещения всей конструкции по трем осям X, Y, Z до и после смещения вкладышей-пустотообразователей приведены на рис. 4.

В связи с тем, что система симметрична, а нагрузка равномерно распределена по поверхности, смещение по оси X и по оси Y аналогичны. Поэтому в дальнейшем расчете будем смещать вкладыш только по одной из осей. Принимаем для дальнейшего расчета смещение по оси X.

Таблица 1 - Перемещения конструкции при смещении вкладыша-пустотообразователя (крайнего вкладыша на 2 см)

Схема смещения вкладыша	Перемещение по оси Z, мм	Перемещение по оси X, мм	Перемещение по оси Y, мм
исходная схема	0,374	0,0219	0,0219
на 2 см по X	0,381	0,0223	0,0223
на 2 см по Y	0,381	0,0223	0,0223

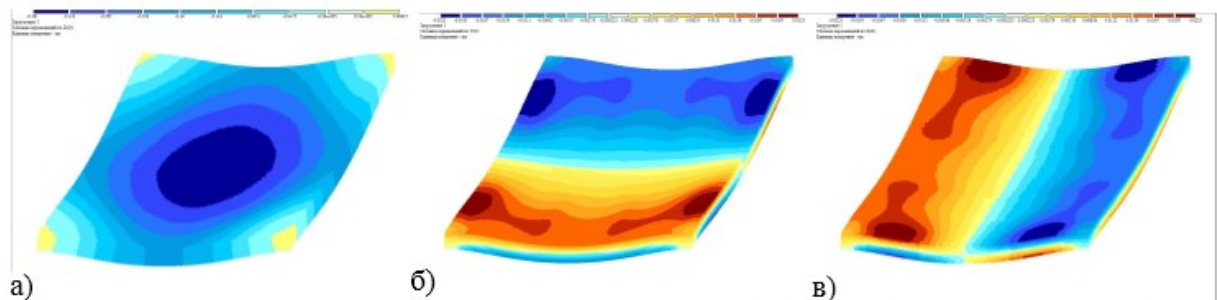


Рис. 4. Перемещения (деформации) в плите перекрытия от смещения вкладыша-пустотообразователя: а) по оси Z; б) по оси Y; в) по оси X

Как известно, наибольший прогиб в подобных конструкциях возникает в середине пролета, кроме того, вокруг среднего вкладыша, в рассматриваемой конструкции, ребра имеют толщину 14 см, а вокруг крайнего - одно или два ребра имеют большее сечение, то есть 26 см. Поэтому можно предположить, что смещение среднего вкладыша будет оказывать большее влияние на работу плиты, чем крайнего. Для того, чтобы проверить предположение, выполним сдвиг каждого из вкладышей на 2 см по оси X и 2 см по оси Z, моделируя смещение в плане и погружение вкладыша в бетон. Результаты расчета сведены в табл. 2.

Из таблицы видно, что смещение в плане (по оси X) среднего и крайнего вкладышей приводит к одинаковому результату. Однако погружение среднего вкладыша в бетон на 2 см (смещение по оси Z) оказыва-

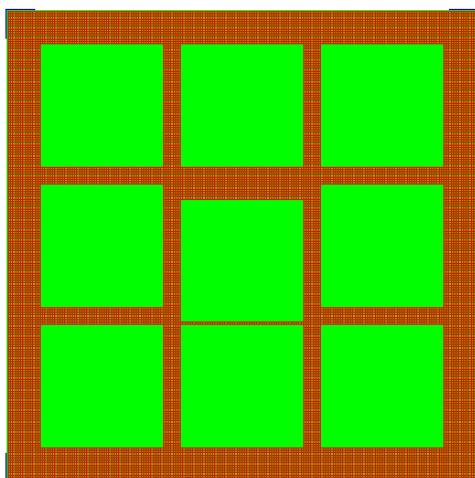
ет влияние на работу конструкции, что видно из результатов расчета. Прогиб при сдвиге крайнего вкладыша составил 0,381 мм, при сдвиге среднего – 0,386 мм. Для дальнейшего исследования принимаем худший вариант и будем рассматривать смещение только среднего вкладыша.

Для того, чтобы наиболее полно оценить влияние смещения вкладыша на работу конструкции, было смоделировано смещение среднего вкладыша по оси X до полного вырождения ребра (рис. 5).

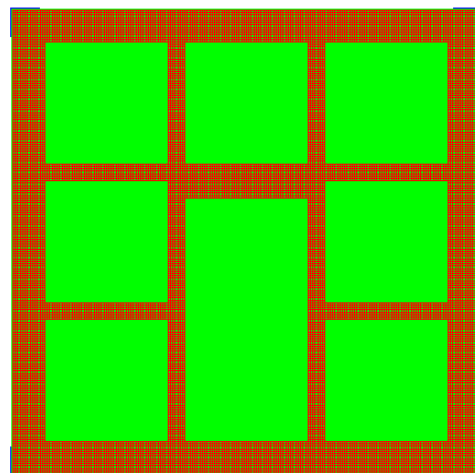
При толщине ребра 14 см смещение производилось на 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 см. Полученные результаты сведены в табл. 3. Так же было смоделировано смещение вкладыша по оси Z вверх и вниз на 2, 4 см, с целью моделирования всплывания и погружения вкладыша в бетон. Результаты сведены в табл. 4.

Таблица 2 - Перемещения конструкции при смещении вкладыша-пустотообразователя (смещение крайнего и среднего вкладышей по оси X и по оси Z на 2 см)

Схема смещения вкладыша	Перемещение по оси Z, мм	Перемещение по оси X, мм	Перемещение по оси Y, мм
крайнего по оси X на 2 см	0,381	0,0223	0,0223
среднего по оси X на 2 см	0,381	0,0223	0,0223
крайнего по оси Z на 2 см	0,381	0,0223	0,0222
среднего по оси Z на 2 см	0,386	0,0222	0,0222



а)



б)

Рис. 5. Смещение вкладыша-пустотообразователя: а) на 12 см; б) на 14 см (удаление ребра)

Таблица 3 - Перемещения конструкции при смещении вкладыша-пустотообразователя

Схема смещения вкладыша	Перемещение по оси Z, мм	Перемещение по оси X, мм	Перемещение по оси Y, мм
по оси X на 2 см	0,381	0,0223	0,0223
по оси X на 4 см	0,381	0,0223	0,0223
по оси X на 6 см	0,381	0,0223	0,0223
по оси X на 8 см	0,381	0,0223	0,0223
по оси X на 10 см	0,381	0,0224	0,224
по оси X на 12 см	0,382	0,0224	0,224
по оси X на 14 см	0,383	0,0224	0,0224

Анализируя табл. 3, видно, что только практически полное вырождение ребра влияет на работу плиты в целом, незначительное изменение величины одного ребра почти не влияет на характер работы конструкции.

Как видно в табл. 1, смещение вкладыша по оси Z может привести к ухудшению напряженно-деформированного состояния плиты, поэтому рассмотрим смещение среднего вкладыша по оси Z на 2 и 4 см вверх и вниз и сравним полученные результаты с табл. 3.

Из результатов табл. 3 и 4 видно, что самым худшим вариантом смещения вкладыша, является смещение по оси Z вверх, т.е. всплытие вкладыша при бетонировании.

Прогибы, полученные при смещении вкладыша по вертикальной оси вверх, больше прогибов при смещении его в плоскости. Полное удаление ребра приводит к прогибу - 0,383 мм, а прогиб при всплытии пустотообразователя составил 0,419 мм.

Таблица 4 - Перемещения конструкции при смещении вкладыша-пустотообразователя (смещение среднего вкладыша по оси Z на 2, 4 см)

Схема смещения вкладыша	Перемещение по оси Z, мм	Перемещение по оси X, мм	Перемещение по оси Y, мм
по оси Z на 2 см вниз	0,386	0,0222	0,0222
по оси Z на 4 см вниз	0,411	0,0222	0,0222
по оси Z на 2 см вверх	0,407	0,0235	0,0227
по оси Z на 4 см вверх	0,419	0,0214	0,0214

Выводы. Проанализировав все полученные результаты, можно сделать вывод, что при бетонировании плит перекрытия особое внимание следует уделить положению вкладыша по высоте для обеспечения принятой толщины обшивок плиты перекрытия, так как это имеет наибольшее влияние на работу рассматриваемой конструкции под нагрузкой. В дальнейшем будет выполнен анализ НДС перекрытия с учетом перемещений вкладыша относительно осей крена, тангажа и скольжения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шмуклер В.С., Климов Ю.А., Буряк Н.П. Каркасные системы облегченного типа. –

Харьков, Золотые страницы, 2008. – 336 с.
 2. Помазан М. Д. Совершенствование технологии устройства облегченных железобетонных перекрытий.: дис. ... кандидата техн. наук: 05.23.08 / Максим Дмитриевич Помазан. – Харьков, 2013. – 187 с.
 3. Стебловский И.А. Конструктивно-монолитное железобетонное перекрытие с рациональными параметрами: дис. ... кандидата техн. наук: 05.23.01 / Илья Арчилович Стебловский, – Харьков, 2015. – 192 с.
 4. Головки Д.В. Напряжённо-деформированное состояние сталебетонных пустотных плит перекрытия: дис. ... кандидата техн. наук: 05.23.01 / Денис Валерьевич Головки. – Харьков, 2015. – 156 с.

5. Журавлев В.Ф. Основы теоретической механики. Изд. 2-е, перераб. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2001. – 301 с.
6. Гордеев В.Н. Квартернионы и трехмерная геометрия. – К., 2012. – 60 с.
7. Babaev V., Shmukler V., Bugayevskiy S., Nikulin V. Cast Reinforced Concrete Frame of Buildings and Methods of Its Erection. Journal of Civil Engineering and Construction. V. 5. No. 2. 2016, pp. 143-156.
8. Річард Галлагер / Метод конечных элементов. Основы / Річард Галлагер; [пер. с английского В.М. Картвелишвили]. – М.: Мир, 1984. – 423 с.
9. Программный комплекс Лира. Учебное пособие / Д.А. Городецкий, М.С. Барабаш и др., под ред. академика РААСН Городецкого А.С. – К.– М: Электронное издание, 2013. – 376 с.

УДК 539.374

Семененко Н.В.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

РАСЧЁТ КОМБИНИРОВАННОЙ ТОРОВОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ПОСТОЯННОМ ВНУТРЕННЕМ ДАВЛЕНИИ

В практике машиностроения широкое применение находят конструкции в виде торовых оболочек (баки, баллоны высокого давления, защитные и рабочие камеры термоядерных установок и т.д.), сопряженных с упругими элементами в виде стержней, пластинок и оболочек. Для таких комбинированных конструкций, основными исходными данными при определении напряженно-деформированного состояния являются давление надува, силы реакций соседних элементов, постоянное внутреннее или внешнее давление, изменяющаяся нагрузка вдоль меридиана.

В связи с этим задача определения напряженно-деформированного состояния торовой оболочки, взаимодействующей со стержнями, является актуальной, имеет практическое значение и ставится как контактная задача.

При решении этой контактной задачи в работе используется подход, основанный на расчленении расчётной схемы: при этом подкрепляющий стержень отделяется от оболочки, а их взаимодействие описывается контактными силами, которые затем определяются с помощью условий неразрывности соответствующих перемещений торовой оболочки и подкрепляющего элемента.

Для решения поставленной задачи разработана методика аналитического определения осесимметрического напряженно-деформированного состояния гладкой торовой оболочки при действии на неё внутреннего постоянного давления (рис 1), погонных радиальных осевых сил и моментов, приложенных в произвольных точках меридиана (рис. 2).

Нагрузка давлением надува является исключительной при описании нарыженного состояния по безмоментной теории. Однако осевое перемещение и угол поворота нормали сечения оболочки определяется не корректно. Поэтому используется подход, разработанный ранее в работе (1). Описанная методика в работе (1) применима в широком диапазоне изменения физико-геометрических параметров.

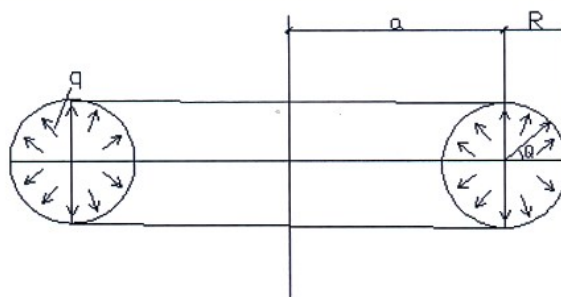


Рис. 1. Осесимметрическое напряженно-деформированное состояние гладкой торовой оболочки при действии на неё внутреннего постоянного давления

Согласно сказанному имеем

$$N_1 = \frac{aR}{2} \frac{2k + \cos\theta}{R + \cos\theta}, \quad N_2 = \frac{q \cdot R}{2}$$

$$U = \frac{q \cdot R}{2E\delta} [k(1 - 2\mu) + (1 - \mu)\cos\theta]$$