

Отдельной проблемой в вопросах построения математических моделей шин и проведения на их основе расчетов является проблема учета неоднородной структуры ее отдельных слоев. Так, в шине присутствуют композиционные слои, а именно, каркас и брекер, которые в своём составе имеют металлический и текстильный корды.

Таким образом, при теоретическом моделировании пневматической шины самостоятельной и сложной проблемой выступает задача задания свойств материалов ее отдельных слоев.

В данной работе предлагается расчетный способ определения усредненных упругих постоянных неоднородных слоев шины. Предлагаемая методика заключается в проведении ряда вычислительных экспериментов над представительным объёмным элементом (ПОЭ) композиционного материала. ПОЭ моделируется на основе метода конечных элементов и описывает микромеханическую структуру композитного слоя с учетом явно представленных нитей корда, для которых достоверно известны механические и физические свойства (рис. 1). На основе такой модели проводится серия вычислительных тестов упрощенного типа – при которых реализуются одноосные распределения деформаций и сложный сдвиг. Для каждого из вычислительных экспериментов определяются поля деформаций и напряжений, которые затем усредняются по объему ПОЭ. В результате усредненные упругие свойства определяются как параметры, связывающие усреднённые компоненты тензора деформаций и напряжений, в соответствии с обобщенным законом Гука.

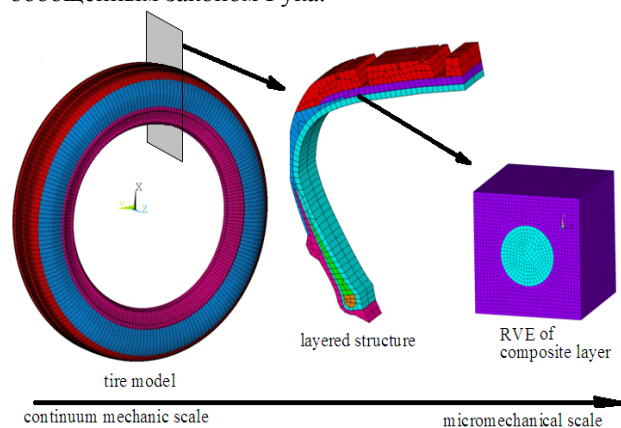


Рис. 1. Методология двухмасштабного моделирования пневматических шин.

Полученные таким образом усреднённые свойства используются в качестве исходных данных для построения теоретической модели пневматической шины, как самостоятельной конструкции в рамках масштаба континуальной механики. Так, в данной работе рассматривается радиальная пневматическая шина модели 205/55R16, нагруженная внутренним давлением величиной 0,2 МПа, и находящаяся в контакте с дорогой под действием вертикальной нагрузки. Деформированное состояние данной шины определяется на основе детальной конечно-элементной модели контактного взаимодействия шины с дорожным покрытием, которая учитывает

особенности трехмерной геометрии, многослойную структуру, ортотропию механических свойств и геометрическую нелинейность деформирования материалов. Следует отметить, что данная модель не позволит определять достоверные значения напряжений, вследствие наличия внутри шин композитных элементов усиленные кордом.

С целью определения распределения напряжений в композитных слоях шины, которые являются наиболее нагруженными, в работе вновь используется микромеханическая модель представительного объема соответствующих частей. Граничные условия для данной модели получены на основе результатов расчетов деформирования всей конечно-элементной модели шины. Причем микромеханическое моделирование позволяет определить амплитуд напряжений, которые возникают при циклическом нагружении шины во время ее качения и оценить процесс накопления усталостной повреждаемости.

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПРУЖНОГО ЕЛЕМЕНТА ВИПРОМІНЮВАЧА ДЛЯ МОРСЬКОЇ СЕЙСМОРОЗВІДКИ ЯК ГЕОМЕТРИЧНО НЕЛІНІЙНОЇ ПОЛОГОЇ СФЕРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ

*Ломов С.Г., *Грищенко В.М.*

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна

Важливою частиною розвідувальної геофізики є сейсморозвідка. В наш час для сейсморозвідки на акваторіях використовується широкий спектр засобів. Це "пневмогармати", "спаркери", пристрої типу "бумер" та інші. Їх основною метою є створення пружних хвиль у водному середовищі для проникнення у донні породи та використання роздільної здатності зворотних сигналів.

Імпульс тиску у воді створюється за допомогою газового пухиря пневматичними засобами або внаслідок розряду конденсаторної батареї чи використання приводів електромеханічного типу та інших. Напрямок розвитку таких пристроїв пов'язаний з підвищенням імпульсної енергії для підсилення високочастотних складових, а разом з цим більшої роздільної здатності сейсмічних сигналів.

З метою підвищення питомої енергії, що випромінюється, підвищення енергії високо частотних складових пружної хвилі розглядається конструкція джерела випромінювання механічного типу. В якості рухомого елемента використовується кругла пластина з пружної сталі закріплена в корпусі і встановлена в увігнутому стійкому положенні рівноваги. Пружний елемент переводиться зі стійкого увігнутого положення рівноваги до плоскої форми нестійкого, за час якого накопичується пружна механічна енергія. В подальшому відбувається звільнення енергії при переході до випуклої стійкої (зворотної) форми рівноваги. Ця енергія створює імпульс пружного стискання води.

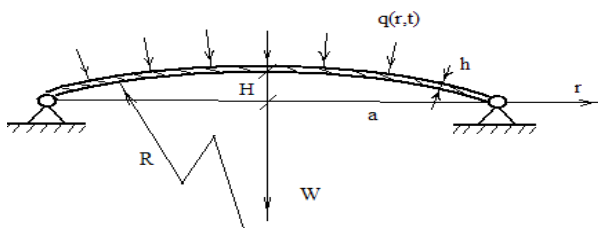


Рис. 1. Пружний елемент випромінювача енергії

Робота присвячена моделюванню нелінійної динаміки пружного елемента випромінювача з метою визначення характеру поведінки, рівня коливань та обґрунтування вибору параметрів конструкції.

В якості математичної моделі прийнята система розрахункових рівнянь геометрично нелінійної теорії згинання пологих оболонок в полярній системі координат. Середина поверхня прийнята сферичною, а задача осесиметричною.

$$\frac{D}{h} \frac{d}{dr} \left[r \frac{d}{dr} (\Delta W) \right] = \frac{1}{r} \frac{d}{dr} (W' \Phi') + \frac{1}{Rr} \frac{d}{dr} (r \Phi') - \rho \ddot{W} - \frac{\mu}{h} \dot{W} + \frac{q}{h}, \quad (1)$$

$$r \frac{d}{dr} (\Delta \Phi) = -\frac{E}{2} W'^2 - \frac{E}{R} r W'. \quad (2)$$

Граничні умови відповідають шарнірному закріпленню для згинальних коливань і жорсткому – в серединній площині.

Рішення приймається у вигляді ряду з використанням необхідних базисних функцій. Функція напружень визначається з (2).

Задача в першому наближенні вирішується з використанням підходу Бубнова-Гальоркіна.

У випадку обмеження рішення одним доданком розрахункове рівняння вільних коливань геометрично нелінійної пологої сферичної оболонки з врахуванням сил в серединній поверхні без врахування сил опору представляє собою консервативну систему з 1-им ступенем вільності і допускає детальний аналітичний аналіз.

Характер поведінки пружного елемента випромінювача з врахуванням факторів реальної роботи досліджується чисельними методами.

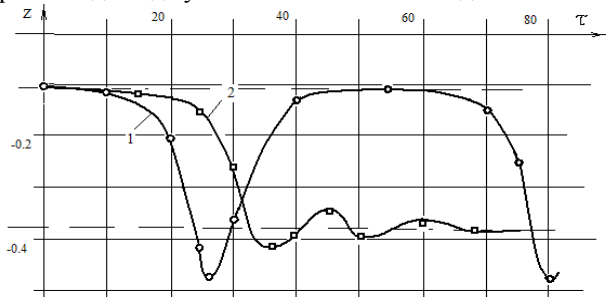


Рис. 2. Характер поведінки пружного елемента без врахування (1) та з врахуванням (2) сил опору.

Визначені положення рівноваги оболонки, характер стійкості, досліджено вплив конструктивних параметрів та експлуатаційних

факторів на динаміку поведінки пристрою, одержані оцінки енергетичного стану роботи.

Проведені розрахунки відповідають очікуваній поведінці оболонки, дозволяють обґрунтувати вибір параметрів пристроїв.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек. – М.: Наука, 1972. – 432 с.
2. Огибалов П.М., Колтунов М.Л. Оболочки и пластины. – М.: Изд.МГУ, 1969. – 764 с

АВТОФРЕТИРОВАНИЕ ТОЛСТОСТЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ЭФФЕКТА БАУШИНГЕРА И ПОВРЕЖДАЕМОСТИ МАТЕРИАЛА

Львов Г.И., *Огороков В.А.

Национальный Технический Университет «Харьковский Политехнический Институт», Украина

Процесс автофретирования используется для повышения прочностных характеристик и ресурса при малоцикловой усталости для элементов конструкций, работающих при высоких давлениях. Идея автофретирования состоит в том, что элемент конструкции предварительно нагружают давлением выше рабочего для того, чтобы он деформировался пластически, и затем, после разгрузки в нем появляются остаточные сжимающие напряжения, которые суммируются с растягивающими напряжениями от рабочего давления и как результат снижается уровень суммарных напряжений.

Автофретирование широко применяется для цилиндрических сосудов, которые используются во многих сферах промышленности. Толстостенные сосуды сферической формы также нашли свое применение и активно используются как резервуары для топлива для многих видов транспорта, баллоны для содержания сжиженного газа, емкости для хранения химических веществ под давлением [1].

Одной из важных проблем автофретирования является эффект Баушингера, который проявляется в появлении вторичных пластических деформаций при разгрузке, и как следствие ведет к уменьшению благоприятных остаточных напряжений. Поэтому при расчете процессов автофретирования необходимо использовать теории пластичности, позволяющие учесть эффект Баушингера. В работе рассматривается модель пластичности с комбинированным упрочнением, при использовании которой поверхность пластичности может равномерно расширяться и смещаться, что позволяет учесть эффект Баушингера.

Положительный эффект от автофретирования основан на появлении в толстостенном цилиндре остаточных сжимающих напряжений, и чем больше эти напряжения тем больше повышается несущая способность цилиндра после процесса автофретирования. Для получения больших значений остаточных сжимающих напряжений необходимо увеличивать зону пластических деформаций,