

відомим аналітичним розв'язкам. Проведено порівняння значень часу до руйнування і інтенсивності напружень в концентраторах при повзучості, з використанням різних скінченно-елементних сіток.

Висновки. Рівняння стану повзучості з урахуванням пошкоджуваності для трансверсально-ізотропних матеріалів у векторно-матричній формі, які були запрограмовані у програмному комплексі, застосовано до чисельних досліджень. Проведено дослідження збіжності розв'язків задачі повзучості пластини з отвором при розтягу.

Список літератури: 1. *Зенкевич О.* Метод конечных элементов в технике. – М.: МИР, 1975. – 541 с., 2. *Качанов Л. М.* Основы механики разрушения. – М.: Наука, 1974. – 311 с. 3. *Ю. Н. Работнов* Ползучесть элементов конструкций. - М: Наука, 1966. – 752 с., 4. *О.К. Морачковский А.А. Пасынок* Исследование влияния на ползучесть материалов приобретенной анизотропии вследствие предварительной ползучести. – Харьков: Вестник ХГПУ, 1998. – Вып. 27. – 197-203 с.

УДК 621.7

ОКОРОКОВ В. О., ЛЬВОВ Г. І., д-р техн. наук, проф.

ОПТИМАЛЬНЕ АВТОФРЕТУВАННЯ ТОВСТОСТІННОГО ЦИЛІНДРУ

Робота присвячена аналізу впливу пошкоджуваності матеріалу на процес автофретування, а також знаходженню оптимальних режимів автофретування для товстостінних труб.

Товстостінні труби широко застосовуються в багатьох галузях легкої, важкої, а також військової промисловості. Їх використовують для транспортування рідини і газу, в тому числі і під високим тиском. Постійне зростання військової потужності танків неодмінно потребує підвищення характеристик міцності танкової гармати. Для придання снаряду більшої початкової швидкості при пострілі необхідно збільшувати тиск від вибуху порохових газів в каналі ствола. Але величина граничного тиску обмежена міцністю матеріалу гармати. Для підвищення міцності товстостінних труб навантажених внутрішнім тиском часто використовують автофретування. Автофретування ґрунтується на утворенні значних пластичних деформацій, тому в матеріалі можуть виникати пошкодження. Але не дивлячись на те, що на внутрішніх шарах труби в місці максимальних пластичних деформацій з'являються пошкодження, труба ще деякий час до руйнування може витримувати підвищення тиску. Пошкоджуваність матеріалу призводить до зниження залишкових напружень, тому знаходження оптимальних режимів автофретування має велике практичне значення.

Для розрахунку процесів автофретування використовувався критерій

пластичності Мізеса, який було модифіковано для врахування пошкоджуваності. На підставі співвідношень пластичності з ізотропним і кінематичним зміцненням, а також кінетичного закону розвитку пошкоджуваності отримані співвідношення між приростами напружень і деформацій. Для рішення нелінійної пружно-пластичної задачі використовувався метод Ньютона-Рафсона, а для пошуку пластичного множника використана неявна схема Ейлера з радіальним зворотнім алгоритмом. Крайова задача вирішувалася за допомогою методу скінчених різниць.

Для визначення оптимального тиску автофретування, при якому залишкове напруження на внутрішньому радіусі циліндра має найбільше значення, проведено серію розрахунків з різними величинами тиску. Результати продемонстровано на рисунках 1,2. Встановлено, що безперервне збільшення тиску автофретування не призводить до зростання залишкових напружень. Знайдено оптимальне значення тиску, при якому залишкове напруження досягає максимального значення.

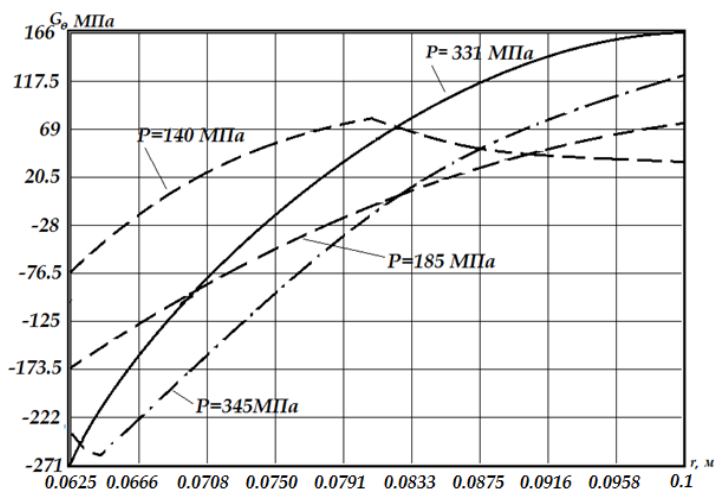


Рис. 1 – Розподіл залишкових окружних напружень по товщині циліндру

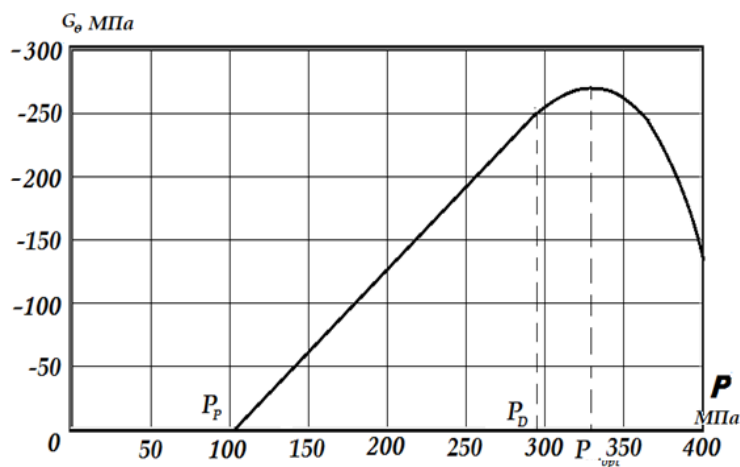


Рис. 2 – Залежність залишкових окружних напружень від тиску автофретування на внутрішньому радіусі циліндра

Список літератури: 1. *Малинин Н.Н.* "Прикладная теория пластичности и ползучести".- М.: Машиностроение, 1975. – 399 с., 2. *Jane Lamaitre* " A Course on Damage Mechanics " 1996, - 200 с.

УДК 539.3

ПЕТРОВА Ю. А., ЛАРИН А. А. канд. техн. наук

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ ВО ВРЕМЯ ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ НА РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ

В данной работе проводится исследование динамического поведения пневматической шины.

Изучение данного объекта представляет сложную научно-практическую проблему в силу целого ряда особенностей: трехмерная геометрия, многослойная структура, большие прогибы при деформации, наличие контактного взаимодействия с дорожным покрытием и другие.

Проблема многослойности включает в себе наличие роезино-кордных слоёв (каркас и брекер), механические свойства которых ортотропны. Одно из решений данной проблемы заключается в усреднении этих свойств по правилу смеси и заданию их как изотропных. Сложность задания свойств с учётом ортотропии заключается в криволинейности данных слоёв. В качестве другого решения было предложено ввести набор локальных кусочно-тороидальных систем координат, направления осей которых повторяют геометрию соответствующих слоёв.

Используя результаты статического анализа, полученные ранее, КЭ модели шины адаптировались к изучению задач динамики. Адаптированные КЭ модели имеют изменённую геометрию, отражающую контактное взаимодействие, учитывают вес автомобиля и амортизацию.

В основе любого динамического расчёта лежит проведение модального анализа с целью определения динамических характеристик конструкции, необходимых для дальнейших расчётов. В данной работе проводится нахождение собственных частот для случаев изотропного и ортотропного задания свойств слоям каркаса и брекера.

Проведение данного анализа проводилось методом разложения в ряд по собственным формам колебаний. В результате получен набор собственных частот для двух постановок. Сравнение полученных результатов приведено в табл.1.

Для более полной картины динамического поведения шины проводится гармонический анализ. Изучается поведение шины при взаимодействии с дорожным покрытием с неровностями. Со стороны дорожного покрытия приложена гармоническая сила (в первом приближении – по закону синуса). В