**Гришин Андрій Володимирович. Нелінійна динаміка портових гідротехнічних споруд : дис... д-ра техн. наук: 05.23.01 / Одеська держ. академія будівництва та архітектури. - О., 2005**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Гришин А.В. Нелінійна динаміка портових гідротехнічних споруд.**Рукопис.  Дисертація на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук із спеціальності 05.23.01 **–**“Будівельні конструкції, будівлі та споруди”. **–** Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, 2005.  Розроблені динамічні моделі портових гідротехнічних споруд, включаючі в себе захисні або причальні конструкції і контактуюче з ними ґрунтове та водне середовище і що знаходяться в умовах складного навантаження під дією як статичних, так і динамічних навантажень. Визначені початкові рівняння таких систем з урахуванням пружних, пластичних та в'язких властивостей їх матеріалів. Використовується теорія в'язкопластичної течії, що базується на принципі максимуму Мізеса. Розроблені алгоритми розв'язанняотриманих нелінійних рівнянь, засновані на прямих крокових методах. Дані деякі оцінки точності і швидкості збіжності рішень. Для їх реалізації розроблений програмний комплекс, що дозволяє застосовувати всі запропоновані теоретичні дослідження. Він може використовуватися при проектуванні нових і реконструкції існуючих портових споруд. Виконано порівняння чисельних результатів з експериментальними даними, що показало їх задовільний збіг.  На основі результатів, отриманих при реалізації запропонованих теоретичних досліджень, була проаналізована робота різних типів портових споруд, дані рекомендації по їх конструктивному рішенню при складному статичному і динамічному навантаженні та по раціональному й економічному використанню реальних властивостей матеріалів. | |
| |  | | --- | | 1. Розроблені моделі портових гідротехнічних споруд розглядаються як складні інерційні нелінійні динамічні системи, що складаються з причальних, захисних або інших конструкцій і контактуючого з ними ґрунтового та водного середовища. Це дозволяє визначати напружено-деформований стан не тільки в самих конструкціях, але і в будь-яких елементах системи. 2. Діючі на системи хвильові, льодові та сейсмічні впливи, а також навантаження від працюючих механізмів і швартування судів, розглядаються не статичними, як це прийнято в керівництвах та існуючих методиках розрахунку, а динамічними, якими вони є в реальних умовах експлуатації портових споруд. 3. Допускається не тільки одночасне пропорційне якому-небудь параметру (наприклад, часу) прикладення діючих статичних та динамічних навантажень, але і їх послідовні складні впливи, які спостерігаються в період будівництва, експлуатації та реконструкції споруд, що приводить до складного навантаження елементів системи. 4. Розроблені для практичного використання в розрахунках нелінійні динамічні моделі систем базуються на теоріях пластичної і в'язкопластичної течії з ізотропним та кінематичним зміцненням, в основу яких покладено принцип максимуму Мізеса. Вони дозволяють враховувати складне навантаження системи і такі реальні властивості її матеріалів як пружність, пластичність, в'язкість та дилатансію. Створення бази даних з різними функціями навантаження дає можливість застосовувати ці моделі для найбільш поширених в портобудуванні матеріалів: метали, сплави, бетони, залізобетон і всілякі ґрунтові середовища. Інерційні властивості моделей дозволяють визначати хвильові коливальні процеси не тільки в елементах, до яких прикладене динамічне навантаження, але і у всій системі та сусідніх спорудах. 5. Сукупність нелінійних рівнянь, що описують напружено-деформований стан моделей динамічних систем, дають можливість з єдиних позицій реалізувати закладену в БНіП рекомендацію, пов'язану з розрахунком споруд за двома групами граничних станів. Це дозволяє в процесі їх розв'язання визначати як деформації, так і напруження в елементах системи, починаючи із зведення споруд та в період їх експлуатації, а не виконувати тільки перевірочний розрахунок по їх несучій здатності, як передбачено в теорії граничного напруженого стану. 6. Розроблений алгоритм розв'язання отриманих нелінійних рівнянь базується на прямих методах, які реалізовані по явній і неявній схемах інтегрування з різними модифікаціями, викликаними особливістю пружнов'язкопластичних динамічних задач. Дискретизація рівнянь і області визначення моделей систем виконана із застосуванням скінченних та нескінченних ізопараметричних елементів. Останні дозволяють уникнути відображення хвиль на нескінченних дільницях кордонів системи. Встановлена збіжність ітераційного процесу, за допомогою якого із заданою точністю визначаються функції переміщень і напружень. Звичайно динамічному навантаженню передує дія на систему статичних навантажень, таких як власна вага споруди, вантажі що складуються і тиск ґрунтової середи, які викликають в ній напруження, переміщення та залишкові деформації. Ці силові і деформаційні фактори враховуються в динамічному розрахунку як початкові умови, оскільки підсумовування результатів роздільних статичних та динамічних рішень в нелінійних задачах, що розглядаються, недопустиме. 7. Алгоритм розв'язання реалізований у вигляді програмного комплексу в системі Delphi. Він дозволяє вирішувати динамічні задачі з попереднім статичним розрахунком. У ньому без додаткових допущень використані всі запропоновані теоретичні розробки. Розв'язана велика кількість реальних задач по розрахунку портових гідротехнічних споруд, які дозволяють встановити:   надійність розробленого алгоритму і програмного комплексу;  напружено-деформований стан системи при хвильовому на неї впливі суттєво залежить від часу дії та форми імпульсу хвилі, що неможливо врахувати в статичному розрахунку. При однаковій інтенсивності хвильового навантаження динамічне рішення приводить до зменшення переміщень і напружень в системі в порівнянні зі статичним, що підтверджується експериментальними даними;  врахування в динамічних розрахунках гідродинамічного тиску води зменшує розмах коливань захисних споруд до 15%, а напружень до 7%. Для причальних споруд ці величини зменшуються відповідно до 9% та 4%;  епюри тиску ґрунту на тонкі і масивні причальні стінки, отримані по методу, що пропонується, якісно та кількісно підтверджуються експериментальними даними краще, ніж визначені по теорії граничного напруженого стану;  розрахунки на сейсмічні впливи систем допускається виконувати не шляхом збільшення діючого статичного навантаження в залежності від бальності землетрусу, а як від кінематичного збурення ґрунтового масиву, що відображає дійсну природу даного явища;  інтенсивні хвильові впливи можуть породжувати в системі незатухаючі залишкові деформації, які приводять до її руйнування або ремонту, що дорого коштує. Це підтверджується прикладами помилкового проектування побудованих захисних споруд;  дія імпульсних навантажень викликаних механізмами ударної дії, падінням вантажів з висоти, раптовим прикладенням або видаленням навантаження чи іншими факторами, приводить в кінці фази навантаження або початку фази вільних коливань до стрибків переміщень та напружень, які в декілька разів перевищують їх амплітуди вільних коливань і повинні бути враховані при проектуванні споруд;  застосування механізмів, що генерують гармонічні коливання низької частоти, близької до частоти вільних коливань конструкцій, що контактують з ґрунтовою середою, викликають в них недопустимі хвильові збудження, які повинні бути визначені динамічним розрахунком і враховані при проектуванні.   1. Виконані численні порівняння результатів розрахунку по методу, що пропонується з даними різних експериментів при дії статичних і динамічних навантажень. Вони показали задовільний збіг теоретичних та експериментальних даних. Розроблені методи розрахунку і програмний комплекс випробувані в ряді портів і проектних організаціях України та Росії при будівництві і реконструкції різних споруд, що підтверджується актами і довідками про впровадження. Вони також впроваджені в учбовий процес для курсового та дипломного проектування. Тому програмний комплекс може бути рекомендований для виконання розрахунків при проектуванні, модернізації і реконструкції портових гідротехнічних споруд. | |