

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

**ФЕРЕНС СЕРГІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ**

УДК 534.134

**ПРОЕКТ ПУНКТУ ДЛЯ ЗЕРНОВИХ ТА ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР З  
ДОСЛІДЖЕННЯМ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ СИЛОСІВ ПРИ  
ЗЕМЛЕТРУСІ**

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

Роботу виконано на кафедрі будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

**Керівник роботи:** к.т.н., доц. **Пиндус Юрій Іванович**,  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя, доцент кафедри автомобілів

**Рецензент:** **Чубик Василь Феофанович**, директор АПБВП «ДІМ»

Захист відбудеться 26 грудня 2019 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №7 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №2, ауд. 35

Секретар екзаменаційної комісії №7 \_\_\_\_\_ Міщук О.І

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Складність конструкції силосних комплексів і технологічні дефекти, які виникають при експлуатації, особливо при дії сейсмічних навантажень, зумовлюють ряд проблем. Основна проблема таких конструкцій - резонанс, що виникає внаслідок співпадіння частот власних коливань металеві конструкції силосу та зовнішніх збурень. Таке явище призводить до значних пошкоджень металевих силосів, а згодом і аварій. Тому правильний розрахунок конструкції, а саме визначення власних частот коливання металеві оболонки силосу є основним вирішенням проблеми.

**Мета роботи** розробка проекту пункту для зернових та олійних культур з визначенням частот власних коливань металеві оболонки силосу.

**Об'єкт дослідження** – поведінка металеві оболонки силосу при резонансних частотах.

**Предмет дослідження** – особливості деформування металеві оболонки силосу при резонансних частотах.

### **Завдання дослідження:**

- розробити об'ємно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення;
- виконати розрахунок та конструювання металеві каркасу відповідно до діючих навантажень;
- розрахувати та запроектувати фундаменти відповідно до виявлених інженерно-геологічних умов;
- розробити будівельний генеральний план;
- розробити технологічні карти на влаштування профільованого настилу та монтаж конструкцій, календарний графік будівництва;
- визначити резонансні частоти власних коливань металеві оболонки силосу;
- розробити заходи по охороні праці, цивільному захисту населення та зменшенню негативного впливу будівництва на навколишнє середовище.

**Методи дослідження** – аналіз літературних джерел, чисельно-розрахункові.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

– отримала подальший розвиток та застосування методика комп'ютерного моделювання власних частот коливання металеві оболонок силосів з використанням програмного пакету ANSYS APDL.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані при проектуванні та реконструкції оболонкових споруд.

**Апробація.** Основні положення та окремі результати даного дослідження доповідались на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», м. Тернопіль, ТНТУ 27-28.11.2019.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки, графічної частини та мультимедійної презентації. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, семи розділів, висновків, переліку

посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 108 аркушів формату А4, графічна частина креслення формату А1 – 12 аркушів.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі подано загальну характеристику роботи: актуальність роботи, мету і завдання роботи, об'єкт, предмет і методи розрахунку, описано наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів.

У першому розділі «Архітектурно-будівельний» виконано огляд будівельного об'єкта і підбір конструктивних рішень, які будуть виконані на об'єкті будівництва. До складу зазначеної споруди входить завальна яма приймального бункеру, що є суміжною до завальної ями першої черги будівництва, яка є влаштованою на природній основі залізобетонною чашею з бетону С20/25 (В25). Також подано графічно-конструктивні схеми наземних конструкцій (рис.1).



Рисунок 1 – Графічно-конструктивна схема зерносховища

У другому розділі «Основи і фундаменти» виконано інженерно-геологічний аналіз. Встановлено системи ґрунтів і навантаження, які вони можуть сприймати для подальших проектно-розрахункових робіт. Виконано збір навантажень на фундамент від зовнішніх впливів, власної ваги силосу та сировини, що підлягає зберіганню. Визначено конструктивну схему (рис.2.) та тримку здатність фундаменту ФМ-1-1.

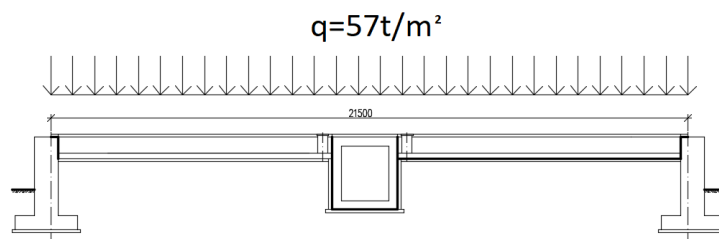


Рисунок 2 – Конструктивна схема фундаменту

У третьому розділі «Розрахунково конструктивний» виконано розрахунок робочої арматури залізобетонного фундаменту ФМ 1-1 з врахуванням діючих навантажень.

Розроблено скінченно-елементну модель силосів для погрузки автомобілів (рис.3).

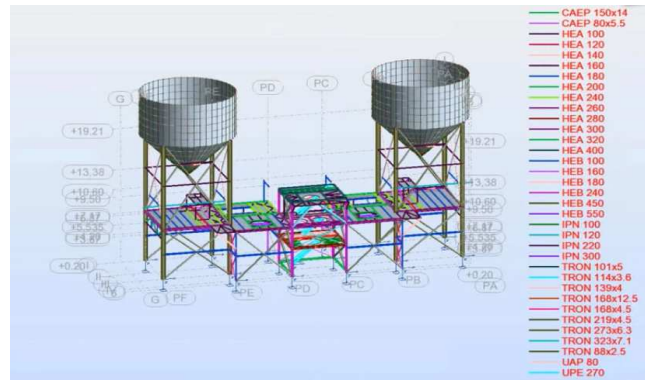
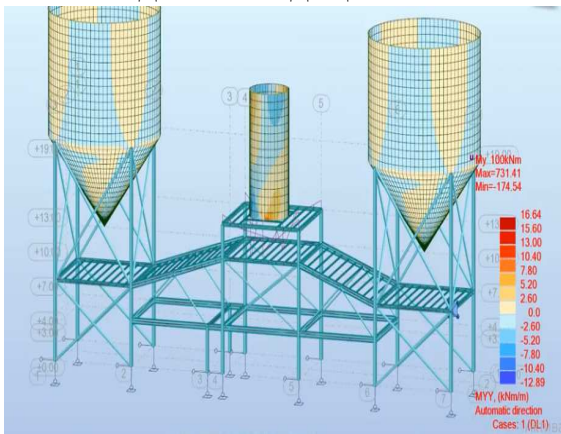
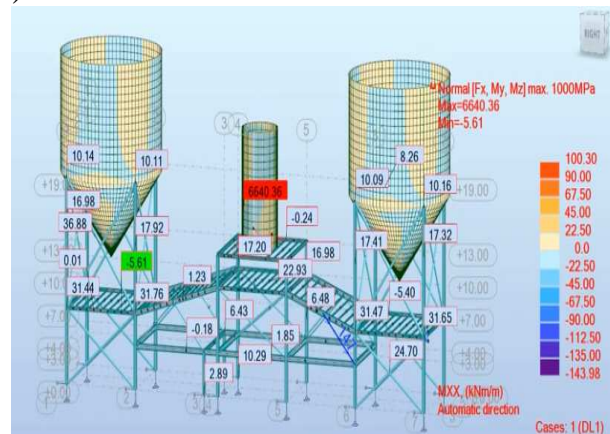


Рисунок 3 – Скінченно-елементна модель силосів для погрузки автомобілів

Виконано перевірочний розрахунок та підбір конструктивних матеріалів та елементів для експедиційних силосів (Рис.4).



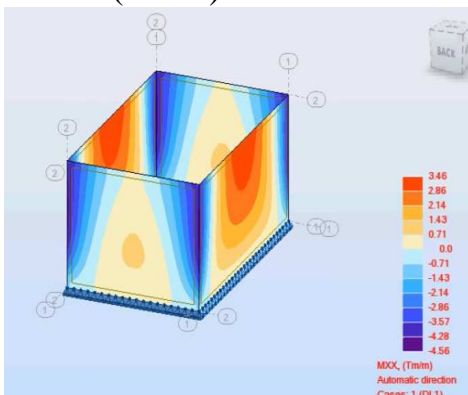
а) розрахункова модель експедиційних силосів



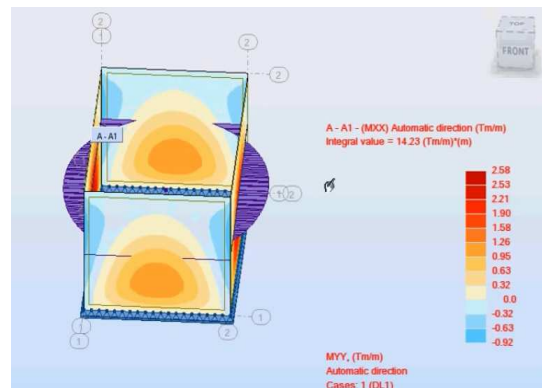
б) зусилля від експлуатаційних навантажень в експедиційних силосах

Рисунок 4. – Результати перевірки конструктивних матеріалів та елементів

Виконано моделювання та розрахунок норійної ями при дії максимальних навантажень (Рис.5).



а) згинальні моменти в площині OX



б) згинальні моменти в площині OY

Рисунок 5 – Результати розрахунку зусиль в норійній ямі

Отримано дані, для подальшого розрахунку армування елементів норійної ями.

У четвертому розділі «Технологія і організація будівельного виробництва» розраховано трудомісткість будівельних робіт, які будуть виконуватись під час будівництва об'єкта, визначено терміни будівництва. Обрано техніку для виконання робіт.

Виконано розрахунок площі адміністративно-побутових і тимчасових будинків та потреб електроенергії, тепла, води. Розроблено календарний план будівництва.

У п'ятому розділі «Науково-дослідний» виконано розрахунок частот власних коливань металевої оболонки силосу у ПК ANSYS.

В результаті модального аналізу було визначено діапазон частот власних коливань металевої оболонки силосу (рис.6).

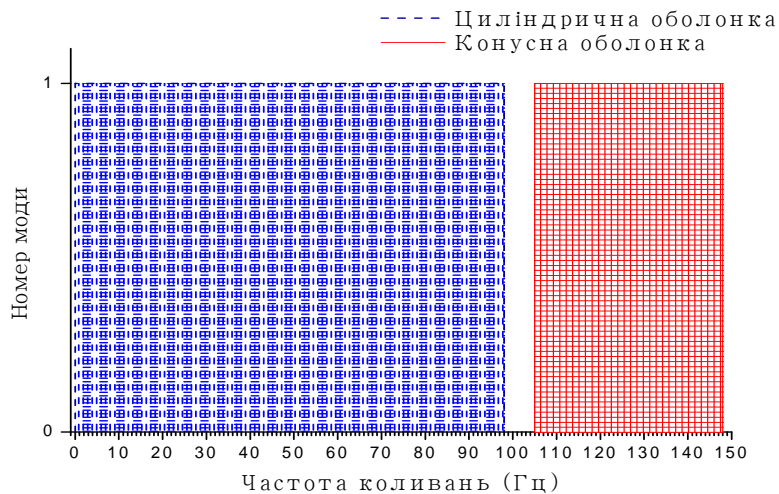


Рисунок 6. – Діапазони частот власних коливань оболонки силосу.

Встановлено, що діапазон резонансних частот для циліндричної частини силосу становить від 0 Гц до 98 Гц, а для конусної частини від 105 Гц до 148 Гц.

У шостому розділі «Спеціальна частина» виконано порівняння варіантів армування. Розглядалось два варіанти арматури фундаменту: сталева арматура А400С та композитна арматура. Розрахунок виконано для двох граничних станів.

З урахуванням вимог та норм обрано армування плити металевою арматурою діаметром 10 з кроком 200 мм. За діаметру фундаментної плити 10,5 м загальна довжина арматури складе 1400 м.

У сьомому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків отримано вартість окремих робіт.

У восьмому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто заходи охорони праці для забезпечення нормативних показників у питаннях техніки безпеки, протипожежної і вибухової безпеки і техніки безпеки експлуатації обладнання.

У дев'ятому розділі «Екологія» розглянуто небезпеку забруднення довкілля, що може виникнути на етапі будівельних робіт та в період експлуатації споруди. Розглянуто основні чинники, які забруднюють навколишнє середовище та запропоновані методи і заходи по зменшенню негативних впливів процесів

будівництва на екологічний стан довкілля. Також розглянуто пріоритетні напрямки екологізації в будівництві.

### **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

1. Розроблено об'ємно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення;
2. Виконано розрахунок та законструйовано металевий каркас відповідно до зовнішніх впливів;
3. Розроблено конструктивні рішення фундаментів, відповідно до виявлених інженерно-геологічних умов;
4. Розроблено будівельний генеральний план, технологічні карти на влаштування профільованого настилу та монтаж конструкцій, календарний графік будівництва;
5. Розроблено заходи з питань охорони праці, цивільного захисту населення та зменшення негативного впливу будівництва на навколишнє середовище;
6. Визначено резонансні частоти власних коливань металевої оболонки силосу. Встановлено, що діапазон резонансних частот для циліндричної частини силосу становить від 0 Гц до 98 Гц, а для конусної частини від 105 Гц до 148 Гц.

### **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ**

1.С.А. Ференс, А.Р. Лановий, Ю.І.Пиндус Визначення частот власних коливань оболонки силосу /VIII міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» ТНТУ імені І. Пулюя – 2019. – с.35.

### **ОСНОВНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДАНІ ВИКОРИСТАНІ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ**

1.ДБН В.2.2-8-98. Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна [Текст]. – К.:Мінрегіонбуд України, 2009. – 39 с.

2.ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд [Текст]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. –104 с.

3.Зоценко, Н. Л. Закрепление оснований цементацией бурсмесительным методом [Текст] \\Н. Л. Зоценко, И. И. Ларцева, В. И. Марченко // Геотехнические проблемы мегаполисов: тр.междунар. конф. по геотехнике, Т. 5. – М.: ПИ «Геореконструкция», 2010. – С. 1781–1788.

4.Винников, Ю. Л. Численный расчет армированного основания в вероятностной постановке [Текст] / Ю. Л. Винников, М. А. Харченко, В. И. Марченко // Численные методы расчетов в практической геотехнике: сб. статей науч.-техн. конф. / СПбГАСУ. – С-Пб., 2012. – С. 86–93.

5.Винников, Ю. Л. Імовірнісний аналіз напружено-деформованого стану армованої основи методом скінчених елементів [Текст] / Ю. Л. Винников, М. О.

Харченко, В. І. Марченко // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр. / НУВГП. – Рівне, 2012. – Вип. 23. – С. 555–562.

6.Won, J. A probabilistic approach to estimate one dimensional consolidation settlements [Текст] / J. Won // Proc. of the 17th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Olexandria, 2009. – P. 2012–2015.

7.Fenton, G. Probabilistic Methods in Geotechnical Engineering [Текст] / G. Fenton. – Utah, 1997. – 96 p.

8.Wang, Y. Study on autocorrelation model and reduction function of variance of soil random field [Текст] / Y. Wang, B. Wang // Proc. of the 1st Intern. Symposium on Geotechnical Safety and Risk (ISGSR2007). – Shanghai, 2007. – P. 265–272.

9.Pereira, C. Shallow Foundation Design through Probabilistic and Deterministic [Текст] / C. Pereira & L. Caldeira // Proc. of the 3rd Intern. Symposium on Geotechnical Safety and Risk (ISGSR2011). – Munich, 2011. – P. 199–207.

10.Xue, J. Reliability analysis of shallow foundations subjected to varied inclined loads [Текст] / J. Xue & D. Nag // Proc. of the 3rd Intern. Symposium on Geotechnical Safety and Risk (ISGSR2011). – Munich, 2011. – P. 377–384.

11.Kisse, A. A Consistent Failure Model for Probabilistic Analysis of Shallow Foundations [Текст] / A. Kisse // Proc. of the 3rd Intern. Symposium on Geotechnical Safety and Risk (ISGSR2011). – Munich, 2011. – P. 385–392.

12.Baars, S. Adaption of finite element models for probabilistic design [Текст] / M. A. Deptula, E. Dembicki, Ph. Gotteland // Proc. of the 11rd Baltic Sea Geotechnical Conf. «Geotechnics in Maritime Engineering». – Gdansk, Poland, 2007. – P. 683–689.

13.Haldar, A. Reliability Assessment Using Stochastic Finite Elements Analysis [Текст] / A. Haldar, S. Mahadevan. – New York: John Wiley, 2000. – 220 p.

14.Stefanou, G. The stochastic finite element methods: past, present and future [Текст] / G. Stefanou // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. – Vol. 198, № 9–12, 2009.

## АНОТАЦІЯ

**Ференс С.А. Проект пункту для зернових та олійних культур з дослідженням напружено-деформівного стану силосів при землетрусі.** – Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, 2019 р.

У дипломній роботі розроблено проект пункту для зернових та олійних культур. Запропоновано об'ємно-планувальні та інженерно-конструктивні рішення. Проведено міцнісний розрахунок основних несучих конструкцій відповідно до груп граничних станів. Розроблено технологічну карти, календарний графік, будівельний генеральний план. Визначено діапазон резонансних частот циліндричної та конусоподібної частин силосу. Розроблено заходи по охороні праці, цивільному захисту населення при пожежі та зменшенню негативного впливу будівництва на навколишнє середовище.

**Ключові слова:** резонанс, власні коливання, металева оболонка.



### ANNOTATION

**Ferens S.A. Project of a point for cereals and oilseeds with studies of the stress-strain state of silos during an earthquake – Ternopil National Technical University named after Ivan Puluj, Ternopil, 2019.**

The thesis project developed a point for cereals and oilseeds. The three-dimensional planning and engineering solutions are offered. Sturdy calculation of the main bearing structures in accordance with the groups of boundary states is carried out. The technological maps, calendar, construction master plan have been developed. The range of resonant frequencies of cylindrical and conical parts of the silo was determined. Measures on labor protection, civil protection of the population in case of fire and reduction of negative impact of construction on the environment have been developed.

**Keywords:** resonance, self oscillations, metal sheath.