

Міністерство освіти і науки України  
Одеська державна академія будівництва та архітектури  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Polytechnic Institute of Bragança, Bragança (Португалія)  
UTP University of Science and Technology (Польща)

**IX Міжнародна конференція**  
**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНЖЕНЕРНОЇ**  
**МЕХАНІКИ**

**IX International Conference**  
**ACTUAL PROBLEMS OF ENGINEERING**  
**MECHANICS**



**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**  
**ABSTRACTS OF REPORTS**

**Одеса, 17-20 травня 2022 року**





Україна  
переможе!



Вірю  
у перемогу!



Слава  
Україні!

УДК 621.01  
ББК

**Актуальні проблеми інженерної механіки / Тези доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції. Загальна редакція — М.Г. Сур'янінов. Одеса: ОДАБА, 2022. — 213 с.**

## **ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**Antoniuk N.R.** – technical editor of «OSACA bulletin» journal, PhD, Associate Professor, [vestnik@ogasa.org.ua](mailto:vestnik@ogasa.org.ua).

**Balduk P.H.** – conference secretary, PhD, Professor of Department of Structural mechanics of Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, [pavel9baldook@gmail.com](mailto:pavel9baldook@gmail.com).

**Maksimovich O.V.** — Dr. Tech. Sc., Professor, Head of the Department of Oil and Gas Engineering and Welding, Institute of Engineering Mechanics and Transport, National University "Lviv Polytechnic", [olesia.v.maksymovych@lpnu.ua](mailto:olesia.v.maksymovych@lpnu.ua)

**Klymenko Y.V.** – Dr. Tech. Sc., Professor of Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, [concrete\\_ogasa@mail.ru](mailto:concrete_ogasa@mail.ru)

**Kovrov A.V.** – Chairman of the Conference Organizing Committee, Rector of Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, PhD, Professor, rector [ogasa.org.ua](mailto:ogasa.org.ua).

**Kroviakov S.O.** – vice-rector of Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dr. Tech. Sc., [skrovnyakov@ukr.net](mailto:skrovnyakov@ukr.net)

**Krutii Y.S.** – vice-rector of Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dr. Tech. Sc., professor, [yurii.krutii@gmail.com](mailto:yurii.krutii@gmail.com)

**Surianinov M.H.** – Deputy Chairman of the Conference Organizing Committee, Chairman of Department of Structural Mechanics of Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dr. Tech. Sc., Professor, [sng@ogasa.org.ua](mailto:sng@ogasa.org.ua).

**Kharchenko E.V.** – Dr. Tech. Sc., Professor, Head of the Department of Resistance of Materials and Structural Mechanics, Institute of Civil Engineering and Environmental Engineering of the National University "Lviv Polytechnic", [kharchen@wp.pl](mailto:kharchen@wp.pl)

**Shvabiuk V.I.** – Lutsk National Technical University, Dr. Tech. Sc., Professor, [Shvabyuk@lutsk-ntu.com.ua](mailto:Shvabyuk@lutsk-ntu.com.ua)

**Maciej Dutkiewicz** – dr hab., prof. University, Dean of Faculty of Civil and Environmental Engineering and Architecture, UTP University of Science and Technology, Poland, [Maciej.Dutkiewicz@utp.edu.pl](mailto:Maciej.Dutkiewicz@utp.edu.pl)

**Krzysztof Pawlowski** – dr inż., prof. University, Head of the Department OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION, UTP University of Science and Technology, Poland, [krzypaw@utp.edu.pl](mailto:krzypaw@utp.edu.pl)

**Luis Frólén Ribeiro** – dr hab., Head of Department of Mechanical Technology, Polytechnic Institute of Bragança, Bragança, Portugal, [frolen@ipb.pt](mailto:frolen@ipb.pt)

**João Eduardo Pinto Castro Ribeiro** – dr hab., Director of Industrial Engineering Master in IPB, Polytechnic Institute of Bragança, Bragança, Portugal, [jribeiro@ipb.pt](mailto:jribeiro@ipb.pt)

**Moo-Yeon Lee** – Prof. DONG-A Univ. / Thermal-Energy Management Lab. / Korea, [mylee@dau.ac.kr](mailto:mylee@dau.ac.kr)

Затверджено до друку Організаційним комітетом конференції.

## ЗМІСТ

Balduк P.H., Yaremenko O.O., Balduк H.P. Stability of multi-span frame with regard to geometric nonlinearity	8
Grynyova I.I., Klymenko Ye.V., Kuchmenko I.M. Recovery of stone structures of buildings as result of combat	12
Кондратьев А.В., Вамболь О.О., Шевцова М.А., Царіцинський А.А., Набокiна Т.П. Теплостійкість полімерних матеріалів при різних ступенях ствердіння	13
Мікуліч О.А., Шваб'юк В.І. Методика оцінки вібропоглинальних властивостей спінених поліуретанів	16
Шиляєв О.С. Аналітичні, комп'ютерні та експериментальні дослідження залізобетонних та фібробетонних перехресно-балкових систем	17
Цапко Ю.В., Суханевич М.В., Бондаренко О.П., Цапко О.Ю., Сарапін Ю.О., Жеребчук Д.С. Вплив вогнезахисту на термічну деструкцію тканини	25
Volvach A.A. Finite element analysis of floor slabs by means of visual programming in SAPFIR-3D	28
Lizunov P.P., Krivenko O.P., Vorona Yu.V., Kara I.D. On the natural vibrations of thin elastic parabolic shells	31
Азізов Т.Н., Роландо Перейрас. Вплив тріщиноутворення на зусилля в елементах залізобетонних перекриттів	34
Джусупова М.А., Антонюк Н.Р., Талантбек кызы А., Тусубекова Н.А. Обеспечение прочности мелкозернистого бетона с использованием золы гидроудаления и золы рисовой шелухи	38
Бабій І.М., Бічев І.К., Кальченя С.Ю. Натурні досліді ізоляції ударного шуму підлоги з використанням теорії планування	42
Багно О.М., Щурук Г.І. Властивості локалізації хвиль в гідропружному хвилеводі	44
Куреннов С.С., Барахов К.П., Поляков О.Г. Напружений стан клеєвих з'єднань з подвійним нахлістом. Удосконалена аналітична модель	46
Бекірова М.М. Стійкість бетонних колон з урахуванням зносу під час експлуатації в різних галузях промисловості	49
Bekshaev S., Soroka N. Rod length optimal with respect to buckling	50
Рунова Р.Ф., Майстренко А.А., Бердник О.Ю., Амеліна Н.О., Ластівка О.В. Декоративно-захисні покриття на основі полімерсилікатних композицій	53
Березін Л.М. Моделювання клинів замкових систем шкарпеткових автоматів	56
Валовой О.І., Попруга Д.В., Валовой М.О., Афанасьев В.В. Вплив склопластикової композитної арматури на прогини згинальних елементів	58
Вывовой В.Н., Коробко О.А., Суханов В.Г., Елькин А.В.	

panels	118
Крутій Ю.С., Сур'янінов М.Г., Мурашко О.В., Арсірій А.М. Про вільні коливання плити, що лежить на змінній пружній основі	120
Куреннов С.С., Барахов К.П., Поляков О.Г. Генетичний алгоритм проектування балки за умов обмежень на переміщення	123
Lebedev V.V., Miroshnichenko D.V., Mysiak V.R., Bilets D.Yu., Tykhomyrova T.S., Savchenko D.O. Hybrid eco-friendly biodegradable construction composites modified by humic substances	127
Мартинів В.І., Макарова С.С., Казмірчук Н.В. Тверда складова та її вплив на властивості ніздрюватих бетонів	129
Медведь І.І., Отрош Ю.А., Майборода Р.І., Щолоков Э.Э. «Поиск решений» в задачах расчета строительных конструкций	131
Мейш Ю.А., Арнаута Н.В., Корнієнко В.Ф. До чисельного аналізу вимушених коливань п'ятишарових дискретно підкріплених циліндричних оболонки	134
Lavrenko Y., Okladnikov D. Mechanical design of a compact active elbow orthosis	136
Парута В.А., Гнып О.П., Лавренюк Л.І. Проектирования составов АСЗС с учетом анизотропии свойств материалов стеновой конструкции и напряжений, вызванных ею	137
Петров В.Н., Жданов А.А. Ветровое воздействие на цилиндрические металлические зернохранилища	141
Pysarevskiy B.Y., Varabash M.S. Computer modeling of the soil-structure interaction in LIRA-SAPR	148
Рудаков С.В. Пожароустойчивость покрытия наружной кровли из нержавеющей стали при попадании молнии	149
Семко О.В., Гасенко А.В. Оптимізація кроку опор нерозрізних балок сталезалізобетонного самонапруженого перекриття	153
Поздеев С.В., Березовський А.І., Неділько І.А., Сідней С.О. Обгрунтування спрощеного розрахункового методу оцінки вогнестійкості залізобетонної пустотної плити	155
Сорока Н.Н. Предельное состояние двухшарнирных арок	158
Сторожук Є.А., Чернищенко І.С., Корнієнко В.Ф. Коливання пружної конічної оболонки східчасто-змінної товщини при дії нестационарного навантаження	163
Гасан Ю.Г., Тарасевич В.І., Дроздова О.В. Дослідження композиційного матеріалу на основі гіпсової в'язучої речовини з високим вмістом золи-винесення ТЕС	165
Твардовський І.О., Калініна Т.О. Влаштування перекриття великих прольотів з застосуванням комбінованих сталі-залізобетонних конструкцій	168
Сур'янінов М.Г., Головата З.О., Корнеєва І.Б., Кириченко Д.О. Про вплив типу сталевих фібри на міцність фібробетону	173
Trofimova L.E. Modeling the characteristic features of the processes of	

## «ПОИСК РЕШЕНИЙ» В ЗАДАЧАХ РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Медведь И.И., к.т.н., доцент**

Восточноукраинский национальный университет им. Владимира Даля  
[iw.medwed@yandex.ua](mailto:iw.medwed@yandex.ua)

**Отрош Ю.А., д.т.н., проф., Майборода Р.И., Щолоков Э.Э.**

Национальный университет гражданской защиты Украины

"Поиск решения" — это надстройка для Microsoft Excel, которую можно использовать в задачах расчета строительных конструкций. С ее помощью можно найти оптимальное значение (максимум или минимум) формулы, содержащейся в одной ячейке, называемой целевой, с учетом ограничений на переменные значения в других ячейках.

Чаще всего надстройка "Поиск решения" используется при решении оптимизационных задач экономики (симплексный метод, транспортная задача и т.п. [1, 2, 3]. Практически отсутствуют результаты использования такого подхода при расчетах строительных конструкций. [4, 5].

**Цель работы** В настоящей статье делается попытка показать целесообразность использования «Поиска решений» на этапе выбора оптимальных параметров расчетной схемы конструкции.

**Основные результаты исследований.** Рассмотрим простейшую строительную конструкцию.

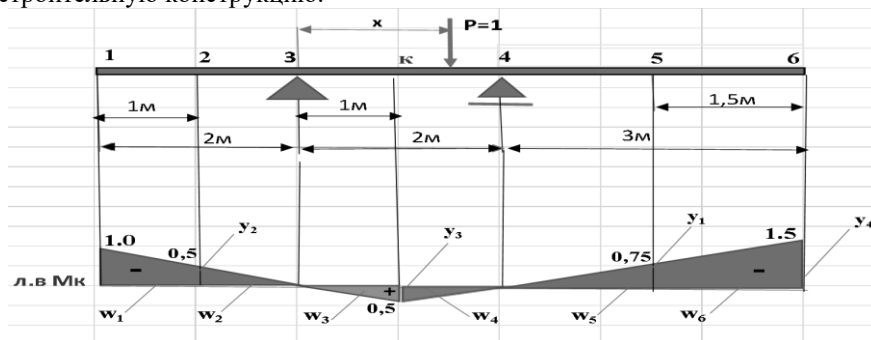


Рис.1. Расчетная схема и линия влияния изгибающего момента

Для иллюстрации идеи предлагаемого подхода умышленно выбрана простая статически определимая балка (рис.1). Это сделано для того, чтобы из-за сложности и громоздкости расчетов не потерялась идея предлагаемого подхода.

Пусть нас интересует сечение «к» рассматриваемой конструкции. Традиционными методами строительной механики построена линия влияния изгибающего момента в этом сечении (рис.1).

Возможные варианты нагружения конструкции представлены на рис.2 (выбраны произвольно).

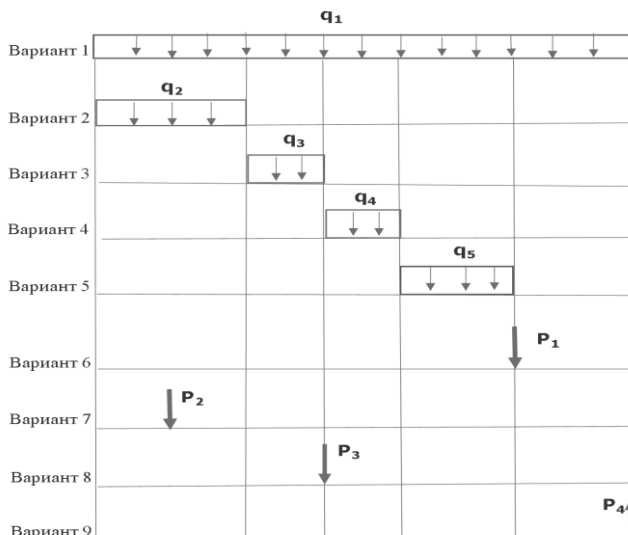


Рис. 2. Варианты нагружения конструкции

Условно будем считать  $q_1$  и  $P_3$  постоянной нагрузкой, а остальную нагрузку временной. Тогда целевая функция будет иметь вид;

$$M_k = -2.75q_1 - q_2 + 0.25q_3 + 0.25q_4 - 0.5625q_5 - 0.75P_1 - 0.5P_2 + 0.5P_3 + 1.5P_4$$

Результаты расчета представлены на рис. 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
70											
71											
72											
73											
74		q1	q2	q3	q4	q5	P1	P2	P3	P4	
75		30	0	40	40	0	0	0	150	80	
76		-2.75	-1	0.25	0.25	-0.5625	-0.75	-0.5	0.5	1.5	
77											
78						132.5	-целевая функция				

Рис. 3. Численные значения управляемых переменных и целевой функции

Если результаты расчета представить графически, то получим расчетную схему, приведенную на рис. 4.

Аналогичным образом определяется сочетание внешней нагрузки, при котором изгибающий момент в сечении «к» будет минимальным.

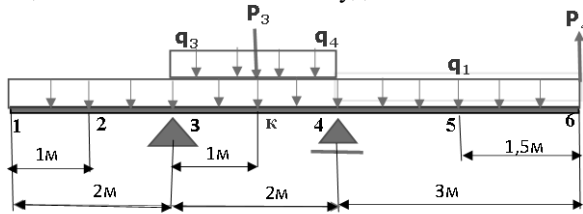


Рис. 4. Сочетания внешней нагрузки, соответствующие  $M_{к,max}$ .

**Выводы.** Таким образом, в этой работе показана возможность и целесообразность использования надстройки «Поиск решений» на этапе выбора оптимальных параметров расчетной схемы конструкции. После того как расчетная схема определена, для ее полного расчета могут быть привлечены более мощные общепринятые средства расчета строительных конструкций.

1. Кремер М.Ш. Исследование операций в экономике: Учеб.пос.- М.:Маркетинг,1999.- 270с .
2. Карманов В.Г. Математическое программирование. - М.: Наука, 1986.
3. Романюк Т.П., Терещенко Т.О., Присенко Г.В., Городкова І.М. Математичне програмування: Навч. посібник - К.: ІЗМН, 1996.
4. Медведь І.І. Оптимизация расчетных схем / І.І. Медведь // Збірник наукових праць «Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини», випуск №25, 2021. — с.85-91. doi: 10.31650/2707-3068-2021-25-85-91
5. Optimization of the calculated scheme / І Medved, M Surianinov, Y Otrosh, O Pirohov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1164 (2021) 012051. doi:10.1088/1757-99X/1164/1/012051

## "SEARCH FOR SOLUTIONS" IN THE PROBLEMS OF CALCULATION OF BUILDING STRUCTURES

*Building structures are very diverse in their purpose and application. The reliability and safety of their work depends on many factors: geometric dimensions, materials used, acting external loads and their combinations, etc. All these parameters determine the internal forces, stresses and deformations arising in structures, which determine their strength, rigidity and stability. In order to ensure the strength, rigidity and stability of buildings and their structural elements, appropriate calculations are performed.*

*In the field of the theory of calculating building structures, there is a constant refinement of the actual operation of these structures, i.e. such design schemes are created that most closely correspond to real operating conditions. The more optimal the design scheme is, the less labor-intensive the stages of calculation and design of the corresponding structure will be. If the efficiency criterion is a linear function, and the variables in the constraint system are also linear, then such a problem is a linear programming problem. Of the listed methods of mathematical programming, the most common and developed is linear programming.*



*Solver is a Microsoft Excel add-in that can be used in structural analysis tasks. With its help, you can find the optimal value (maximum or minimum) of the formula contained in one cell, called the target, taking into account the restrictions on variable values in other cells. Simply put, with the help of the Search for a solution add-in, you can determine the maximum or minimum value of one cell by changing other cells.*

УДК 539.3

## **ДО ЧИСЕЛЬНОГО АНАЛІЗУ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ П'ЯТИШАРОВИХ ДИСКРЕТНО ПІДКРІПЛЕНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК**

**Мейш Ю.А., д.т.н., проф.**

Національний транспортний університет, м. Київ

e-mail: [juliameish@gmail.com](mailto:juliameish@gmail.com).

**Арнауца Н.В., к.ф.-м.н., доц.**

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

**Корнієнко В.Ф., к.т.н.**

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, м. Київ

В даній роботі розглядається постановка та розв'язання динамічних задач п'ятишарових дискретно підкріплених циліндричних оболонок при дії нестационарного навантаження.

Досліджується неоднорідна пружна структура, яка являє собою дискретно підкріплену п'ятишарову оболонку. Припускаємо, що шари оболонки та дискретні підкріплюючі елементи жорстко з'єднані між собою. Покладаємо, що оболонка (обшивка) складається з п'яти ортотропних шарів

зі сталими товщинами  $h_m$   $\left( m = \overline{1,5}, h = \sum_{m=1}^5 h_m \right)$ . При побудові математичної

моделі деформування  $i$ -го підкріплюючого ребра, що напрямлене вздовж осі  $\alpha_1$  ( $j$ -те підкріплююче ребро напрямлене вздовж осі  $\alpha_2$ ) будемо виходити з гіпотези про те, що поперечний переріз підкріплюючого елемента в рамках теорії стержнів Тимошенка [1, 2] не деформується. Загальну систему координат неоднорідної по товщині структури віднесемо до серединної поверхні одного з шарів обшивки товщиною  $h_c$ , а координату  $z$  будемо відраховувати у бік зростання зовнішньої нормалі до вихідної поверхні.

Для виведення рівнянь руху п'ятишарової дискретно підкріпленої структури використовується варіаційний принцип Рейсснера для динамічних процесів [1].

У разі осесиметричних коливань багатошарових оболонкових структур з урахуванням дискретності розміщення підкріплюючих ребер параметри