

Оптимального Проектирования Стержневых Систем С Учётом Нелинейной Работы Железобетона

Мирзаахмедов Абдухалим Тахирович

Кандидат Технические Наук, Доцент Кафедры Архитектуры Ферганского Политехнического
Института, Узбекистан, Г. Фергана
a.t.mirzaakhmedov@ferpi.uz

Received 24th Feb 2022, Accepted 13th Mar 2022, Online 14th Apr 2022

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы алгоритма расчёта стержневых систем с учётом нелинейной работы железобетона. Изложен алгоритм и блок схема расчёта различных типов предварительно напряженных железобетонных ферм.

Ключевые слова: ползучесть, усадка, ферма, теоретический объём, нелинейной теории железобетона.

Введение. Основным вопросом оптимального проектирования конструкций совпадает с центральным вопросом проектного дела - как следует назначить параметры проектируемого объекта, чтобы осуществить его максимальную технико-экономическую эффективность при обеспечении условий надежности, долговечности, технологичности и ограничений нормативных документов. Из приведенного анализа отечественных работ, можно отметить большее число попыток применить разнообразные методы к задачам оптимизации стержневых систем. Среди задач оптимального проектирования конструкция наибольшее развитие получила задача о минимуме веса или стоимости несущей конструкции при обеспечении условий надежности. Относительно меньшее развитие получили задачи оптимального проектирования, посвященные совместному рассмотрению требований эффективности, долговечности и экономичности конструкций. Таким образом и предлагаемый алгоритм для оптимального проектирования предварительно напряженных железобетонных ферм призван решить поставленную задачу.

Основная часть. При выборе математической модели и алгоритма расчета учитывается влияние жесткости узлов, ползучести и усадки бетона, а также изменение величины предварительного напряжения во времени. Требуется минимизировать теоретический объём фермы.

$$V = \sum_{(j)} F_j l_j = \sum_{(j)} k_j h_j l_j, \quad (1)$$

При ограничениях: а) для сжатых элементов

$$R_{np} - |\sigma_{ijk}^{\delta}(t)| \geq 0 \quad (2)$$

б) для растянутых

$$R_s - |\sigma_{ijk}^a(t)| \geq 0, \quad (3)$$

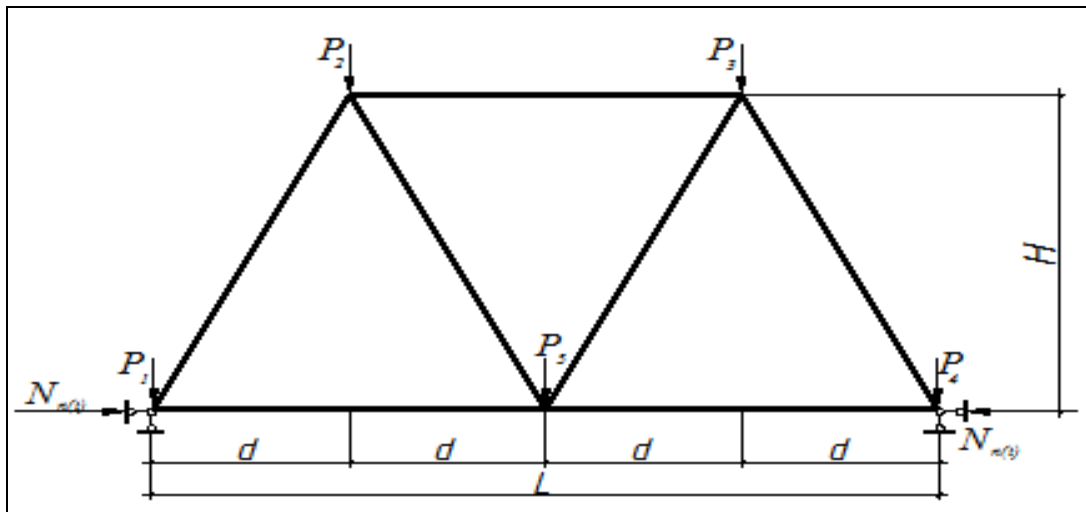


Рис.1. Предварительно-напряженная подстропильная ферма

где l_j – длина стержня;

F_j – площадь поперечного сечения стержней.

Для решения поставленной задачи, объёмную функцию (1), с учетом ограничений (2) и (3), приводим к виду функции Лагранжа.

$$\Phi = V + \sum_{(i)} \sum_{(j)} \sum_{(k)} U_{ijk} g_{ijk} \quad (4)$$

или

$$\Phi = \sum_{(j)} k_j h_j l_j + \sum_{(i)} \sum_{(j)} \sum_{(k)} U_{ijk} g_{ijk} \quad (5)$$

где Φ – функция Лагранжа;

U_{ijk} – дополнительные положительные неизвестные.

С целью определения экстремальных значений неизвестных h_j и U_{ijk} , берем частное производное от функции (5)

$$\frac{\partial \Phi}{\partial h_j} = 2k_j h_j l_j + \sum_{(i)} \sum_{(j)} \sum_{(k)} U_{ijk} \left(-\frac{\partial |\sigma_{ijk}|}{\sigma_{hj}} \right) = 0 \quad (6)$$

И ограничений (2) и (3):

$$g_{ijk} = \frac{\partial \Phi}{\partial U_{ijk}} = R_{np} - |\sigma_{ijk}^\delta| = 0; \quad (7)$$

$$g_{ijk} = \frac{\partial \Phi}{\partial U_{ijk}} = R_{np} - |\sigma_{ijk}^\delta| = 0; \quad (8)$$

$$g_{ijk} = \frac{\partial \phi}{\partial U_{ijk}} = R_a - |\sigma_{ijk}^a| = 0; \quad (9)$$

где V – объём конструкции;

K_1 – коэффициент, определяемый из выражения $K_1 = \frac{b}{h}$;

h – высота поперечного сечения стержней;

b – ширина поперечного сечения;

σ^B – напряжение в бетоне (в сжатые стержни);

σ^S – то же, в арматуре (в растянутом стержне);

i – сечении;

j – стержня;

k – время.

Нахождение оптимальных значений неизвестных осуществляется путем составления следующих итерационных формул Лагранжа

$$h_j^{(t)} = \frac{1}{2k_i l_j} \sum_{(i)} \sum_{(j)} \sum_{(k)} U_{ijk} \frac{\partial |\sigma_{ijk}^\delta|}{\partial h_j}; \quad (10)$$

$$U_{ijk}^{(t)} = \max \left\{ 0, U_{ijk}^{(t-1)} - \rho \left(R_{np} - |\sigma_{ijk}^\delta| \right) \right\} \quad (11)$$

Процесс итерации считается законченным, при удовлетворении условий:

$$|h_j^{(t-1)}| - |h_j^{(t)}| \leq \xi;$$

$$|U_{ijk}^{(t-1)}| - |U_{ijk}^{(t)}| \leq \eta; \quad (12)$$

где ξ и η – меры точности расчета;

ρ – шаг минимизации функции.

По разработанному алгоритму составлена программа для ЭВМ. Программа состоит из четырех процедур: «Усилия», «Ползучесть», «Преднапряжение» и «Оптимизация».

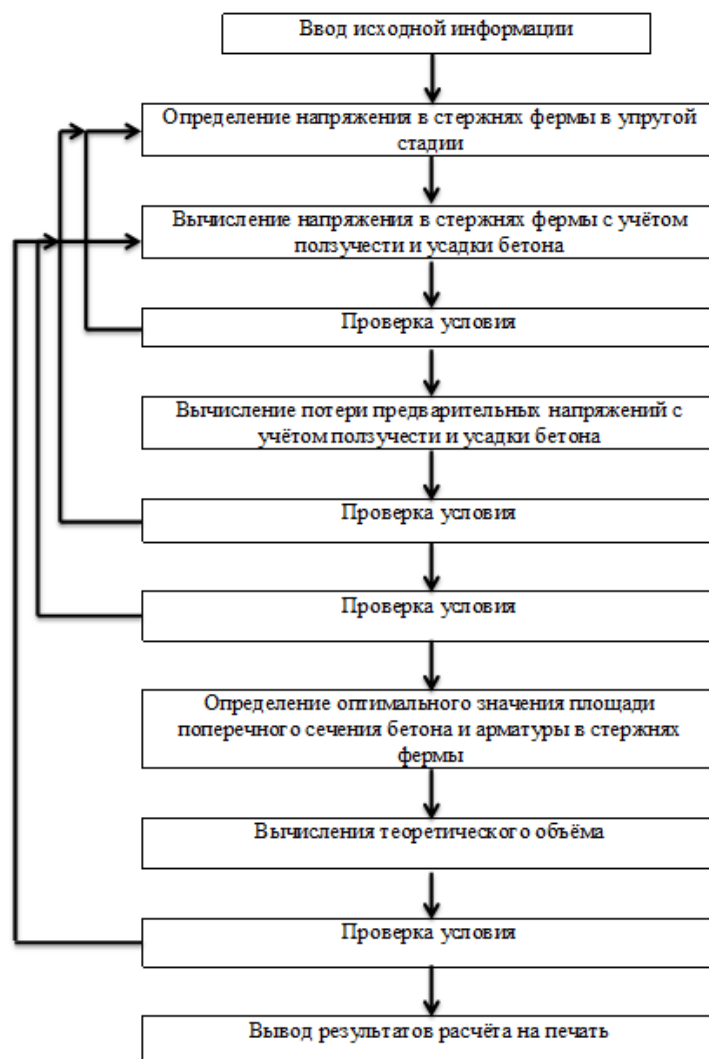


Рис.2 Структурная блок-схема расчёта железобетонных ферм .

При помощи процедуры «Усилия» определяется напряжение в стержнях фермы в упругой стадии. Процедура «Ползучесть» даёт возможность оценить работу железобетонной фермы с учетом нелинейной ползучести и усадки бетона. Учитывается потеря предварительных напряжений с учетом ползучести и усадки бетона в процедуре «Преднапряжение». И наконец, при помощи процедуры «Оптимизация» определяем оптимально теоретический объём фермы в течении установленного срока эксплуатации при удовлетворяющем условии прочности и трещиностойкости. Поставленная задача решается методом последовательных приближений.

Результатами расчёта являются оптимальные площади сечения бетона и арматуры в стержнях фермы. Блок-схема программы (построенная в соответствии с вышеизложенным) приводится на рис. 2.

Вывод. Получен теоретический объём бетона и площади поперечного сечения стержней фермы, удовлетворяющих условия надежности, нелинейности неразрывности деформации. Полученные результаты исследований позволяют рекомендовать наиболее экономичные варианты проектирования предварительно напряженных железобетонных ферм при различных процентах армирования.

Литература

1. Аскарлов Б., Икрамов С.И. (1973). Вертикальные перемещения узлов керамзитожелезобетонных ферм от действия внешней нагрузки. В кн.: Сб, материалов по итогам научно исследовательских работ строительного факультета ТашПИ и за 1971 г., Вып.109, Ташкент, с.139-142.
2. Аскарлов Б.,Икрамов С.И. (1973). Трещиноустойчивость растянутых элементов керамзитожелезобетонных ферм. В кн.: Сб, материалов по итогам научно исследовательских работ строительного факультета ТашПИ и за 1971 г., Вып.109, Ташкент, с.137-139.
3. Бондаренко, В. М., Иванов, А. М., Байдин, О. В., & Царева, А. Д. (2012). Некоторые вопросы развития теории железобетона. *Строительство и реконструкция*, (4), 25-29.
4. Орлова, С. С., Панкова, Т. А., &Затинацкий, С. В. (2015). Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре.
5. Mirzaahmedov, A. T. (2020). Algorithm For Calculation Of Multi Span Uncut Beams Taking Into Account The Nonlinear Work Of Reinforced Concrete. *The American Journal of Applied sciences*, 2(12), 26-35.
6. Axmedov, J. J., &Qosimova, S. F. (2021). The Origin of the" Chorbog" Style Gardens and Their Social Significance. *MiddleEuropeanScientificBulletin*, 19, 20-24.
7. Mirzaahmedov, A. T. (2020). Accounting For Non-Linear Work Of Reinforced Concrete In The Algorithms Of Calculation And Design Of Structures. *The American Journal of Engineering and Technology*, 2(11), 54-66.
8. Abdukhalimjohnovna, M. U. (2020). Failure Mechanism Of Bending Reinforced Concrete Elements Under The Action Of Transverse Forces. *The American Journal of Applied sciences*, 2(12), 36-43.
9. Ахмедов, Д. Д., &Косимова, Ш. Ф. К. (2021). Роль Ландшафтного Дизайна В Разработке Генерального Плана Города. *Central asian journal of arts and design*, 2(12), 8-18.
10. Косимова, Ш. Ф., &Журабаева, Р. Т. (2019). Изучение воздействия эксплуатационных факторов синтетических материалов на их свойства в целях изготовления грузоподъемных тканых лент. In *IV Международный студенческий строительный форум-2019* (pp. 290-295).
11. Solomatov, V. I., Mamajonov, A. U., Yunusaliev, E. M., &Qosimov, L. M. (2022). The formation of concrete macro structure. *ISJ Theoretical& Applied Science*, 2(106), 170-178.
12. Numanovich, A. I., Mamajonov, A. O., &Qosimov, L. M. (2021). Features of the properties of cement systems in the presence of mineral fillers and additives of acetone-formaldehyde resin. *Scientific and technical journal of Nam IET*, 6(1), 99-108.
13. Абдуллаев, И. Н., Ахмедов, Ж. Д., & Рахманов, Б. К. (2020). Исследование проблем применения синтетических тканых лент в Узбекистане. In *Наука и инновации в строительстве* (pp. 202-207).
14. Abdukhalimjohnovna, M. U. (2021). Technology Of Elimination Damage And Deformation In Construction Structures. *The American Journal of Applied sciences*, 3(05), 224-228.
15. Мамажонов, А., &Косимов, Л. (2021). Особенности свойств цементных систем в присутствии минеральных наполнителей и добавки ацетоноформальдегидной смолы. *Грааль Науки*, (5), 102-108.
16. Kosimov, L., &Kosimova, S. (2021). Optimization of the composition of dry slag-alkaline mixtures. *ЗбірникнауковихпрацьЛогос*.

17. Karimova, M. I. Q., & Mahmudov, N. O. (2021). The importance of elements of residential buildings based on uzbek traditions. *Scientific progress*, 1(6), 865-870.
18. Otakulov, B. A., Karimova, M. I. Q., & Abdullayev, I. A. (2021). Use of mineral wool and its products in the construction of buildings and structures. *Scientific progress*, 2(6), 1880-1882.
19. Мирзаахмедов, А. Т., Мирзаахмедова, У. А., & Максумова, С. Р. (2019). Алгоритм расчета предварительно напряженной железобетонной фермы с учетом нелинейной работы железобетона. *Актуальная наука*, (9), 15-19.
20. Бобокулова, О. С., Тожиев, Р. Р., Усманов, И. И., & Мирзакулов, Х. Ч. (2015). Разработка технологии производства гидроксида и оксида магния из рапы озер Караумбет и Барсакельмес. *Химическая промышленность*, 92(6), 272-279.
21. Mirzaakhmedova, U. A. (2021). Inspection of concrete in reinforced concrete elements. *Asian Journal of Multidimensional Research*, 10(9), 621-628.
22. Otakulov, B. A., Karimova, M. I. Q., & Abdullayev, I. A. (2021). Improving the durability of asphalt-concrete. *Scientific progress*, 2(7), 121-124.
23. Mirzaakhmedov, A. T., & Mirzaakhmedova, U. A. (2020). Prestressed losses from shrinkage and nonlinear creep of concrete of reinforced concrete rod systems. *EPRA International journal of research and development (IJRD)*, 5(5), 588-593.
24. Собирова, Д. Т., & Каримова, М. И. (2021). Проектирование Коррозиестойких Защитных Слоев Легкобетонных Стеновых Конструкций. *Central Asian journal of theoretical & applied sciences*, 2(12), 298-300.
25. Mirzaakhmedov, A. T., & Mirzaakhmedova, U. A. (2019). Algorithm of calculation of ferro-concrete beams of rectangular cross-section with one-sided compressed shelf. *Problems of modern science and education. Scientific and methodical journal.*—2019, 12, 145.
26. Тожиев, Р. Р., Мирзакулов, Х. Ч., & Джураева, Г. Х. (2009). Влияние нормы дистиллерной жидкости—отхода Кунградского содового завода на процесс обессульфачивания рапы озера Караумбет. *Химия и химическая технология*, (2), 2-5.
27. Мирзабабаева, С. М., Мирзаахмедова, У. А., Абобакирова, З. А., & Умаров, Ш. А. (2021). Влияние Повышенных И Высоких Температур На Деформативность Бетонов. *Таълим ва Ривожланиш Тахлили онлайн илмий журнали*, 1(6), 40-43.
28. Мамажонов, А. У., Набиев, М. Н., & Косимов, Л. М. (2022). Раздельная технология приготовления бетонной смеси. *Universum: технические науки*, (2-2 (95)), 43-46.
29. Солижонов, Х. С. У., & Каримова, М. И. К. (2022). Изучение основных видов научных исследований. *Scientific progress*, 3(1), 857-861.
30. Мирзаахмедов, А. Т., & Мирзаахмедова, У. А. (2019). Алгоритм расчета железобетонных балок прямоугольного сечения с односторонней сжатой полкой. *Проблемы современной науки и образования*, (12-2 (145)), 50-56.
31. Ахмедов, Ж. Д. (2010). Оптимизация преднапряженных перекрестных ферменных систем. *Промисловобудівництво та інженерні споруди*. К.: ВАТ "Укрдніпроектстальконструкція ім. ВМ Шимановського", 4.
32. Мирзаахмедова, У. А., Мирзабабаева, С. М., Абобакирова, З. А., & Умаров, Ш. А. (2021). Надежности И Долговечности Энергоэффективные Строительные Конструкций. *Таълим ва Ривожланиш Тахлили онлайн илмий журнали*, 1(6), 48-51.