

УДК 624.131.524.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ
МАССИВНО-ПЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПОД МАШИНЫ С
ВЕРТИКАЛЬНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ НАГРУЗКОЙ**

к.т.н., доц. Е.А. Ландо

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

До поры, до времени решения могли приниматься без специального математического анализа, просто на основе опыта и здравого смысла. Необходимость принятия наилучших решений так же стара как само человечество. Когда речь идет о мероприятиях, в проведении которых опыта еще не существует и, следовательно, здравому смыслу не на что опереться, а интуиция может обмануть, наиболее сложно обстоит дело с принятием решений. Выбранное решение должно по возможности гарантировать от ошибок, связанных с неточным прогнозированием, и быть достаточно эффективным для широкого круга условий. Для обоснования такого решения приводится в действие сложная система математических расчетов.

Постановка проблемы. Рациональные конструкции новых комбинированных массивно-плитных фундаментов [1] под машины с вертикальной импульсной нагрузкой, подобранные на основе научно обоснованных методов проектирования, решают задачу повышения надежности объектов. Поэтому оптимизация параметров колебательных процессов массивно-плитных фундаментов под машины с вертикальной импульсной нагрузкой с целью снижения их воздействия на здания, сооружение и обслуживающий персонал является актуальной научной задачей.

Связь с научными и практическими заданиями и анализ последних исследований и публикаций.

Проведен анализ экспериментальных, численных и аналитических исследований вертикальных колебаний массивно-плитных фундаментов при действии импульсной нагрузки [2]. Сравнение результатов расчета методом конечных элементов на основе экспериментальных данных и аналитических решений свидетельствует об удовлетворительной сходимости результатов и адекватности принятых расчетных моделей.

Используемые инструменты корреляционного и дисперсионного анализа позволили получить удовлетворительные окончательные результаты и определить влияние основных параметров массивно-плитных фундаментов: толщины плит, вылета плит, расстояния между плитами и длины фундамента, на частоту собственных вертикальных колебаний f_z , виброперемещение A_z и логарифмический декремент затухания D .

Выполнено технико-экономическое сравнение устройства и изготовления, комбинированных массивно-плитных и традиционных массивных фундаментов применяющихся под машины ударного действия с импульсной нагрузкой [3]. Анализ показал, что, применяя комбинированные массивно-плитные фундаменты под машины с вертикальной импульсной нагрузкой можно добиться улучшения технико-экономических показателей и проектировать рациональные конструкции фундаментов.

Формулировка целей. Цель данной работы - определить оптимальные параметры колебательных процессов массивно-плитных фундаментов под машины с вертикальной импульсной нагрузкой.

Изложение основного материала исследований.

Оптимизация как раздел математики существует достаточно давно. Практика порождает все новые и новые задачи оптимизации, причем их сложность растет. Требуются новые математические модели и методы, которые учитывают наличие многих критериев, проводят глобальный поиск оптимума. Другими словами, жизнь заставляет развивать математический аппарат оптимизации.

Математическую задачу оптимизации, в общем виде, можно сформулировать следующим образом: минимизировать (максимизировать) целевую функцию с учетом ограничений на управляемые переменные [4].

На основании полученных данных исследований [1] свободных колебаний массивно-плитных фундаментов под машины с вертикальной импульсной нагрузкой с помощью инструмента «регрессия» пакета анализа приложения Excel получены уравнения регрессии для частоты собственных вертикальных колебаний f_z и для максимального динамического перемещения A_z .

$$f_z = 24,9 - 42,5T + 19,7L - 9,7H + 6,7A.$$

$$A_z = 93,4 - 21,6L - 13,0A + 3,1Q.$$

В качестве факторных признаков приняты основные параметры массивно-плитных фундаментов: толщина T и вылет плит L , расстояние между плитами H и длина фундамента A , а также нагрузка на фундамент Q .

Прогнозирование на основе методов оптимизации.

1. Оптимизация частоты собственных вертикальных колебаний.

Постановка задачи - определить такие значения факторных признаков, которые обеспечат увеличение частоты собственных вертикальных колебаний конструкции массивно-плитного фундамента до 40 Гц, при условии, что их значения не превысят максимальных выборочных значений.

Математическая модель.

Целевая функция.

$$f_z = 24,9 - 42,5T + 19,7L - 9,7H + 6,7A = 40.$$

Ограничения: толщина $T \leq T_{\max}$; вылет плит $L \leq L_{\max}$; расстояние между плитами $H \leq H_{\max}$; длина фундамента $A \leq A_{\max}$.

Граничные условия: толщина $T \geq 0,2$ м; вылет плит $L \geq 1,0$ м; расстояние между плитами $H \geq 0,5$ м; длина фундамента $A \geq 1,0$ м.

Результаты оптимизации представлены в таблице 1.

Как видно из результатов расчета заданное значение частоты собственных вертикальных колебаний f_z равно 40 Гц, что значительно больше собственной частоты колебаний зданий и массивных традиционных фундаментов (6-15 Гц), можно получить если применить плиты толщиной 0,2 м, с вылетом 1,6 м, расстоянием между плит 1,7 м и длиной фундамента 1,3 м., что вполне реально запроектировать.

Таблица 1

**Результаты оптимизации частоты собственных
вертикальных колебаний f_z**

Коэффициенты		Ограничения				
У-пересечение	24,877		Tmax	Tmin	Lmax	Lmin
Толщина плит	-42,46	T	0,4	0,2	3	1
Вылет плит	19,66	L	Hmax	Hmin	Amax	Amin
Расстояние между плитами	-	H	2	0,5	5	1
Длина фундамента	6,7085	A				
Результаты						
Характеристики		T	L	H	A	Fz
Значения характеристик	1	0,2	1,593	1,675	1,286	40
	a0	a1	a2	a3	a4	
Коэффициенты	24,877	-	19,66	-9,749	6,708	
		Значение целевой функции				
		40,00				

2. Оптимизация максимального динамического перемещения.

Постановка задачи - определить такие значения факторных признаков, которые обеспечат уменьшение динамического перемещения, ограничивая его согласно требований СНиП 2.02.05.87 «Фундаменты машин с динамическими нагрузками» для машин с вертикальной импульсной нагрузкой (пресса) величиной не более 0,25мм, при условии, что их значения не превысят максимальных выборочных значений.

Математическая модель.

Целевая функция.

$$A_z = 93,4 - 21,6L - 13,0A + 3,1Q = 0,24.$$

Ограничения: вылет плит $L \leq L_{\max}$; длина фундамента $A \leq A_{\max}$; нагрузка $Q \leq Q_{\max}$.

Граничные условия: вылет плит $L \geq 1,0$ м; длина фундамента $A \geq 1,0$ м; нагрузка $Q \geq 3$ т.

Результаты оптимизации представлены в таблице 2.

Как видно из результатов расчета заданное значение максимального перемещения A_z равно 0,24 мм, можно получить при нагрузке 3 т., если применить плиты с вылетом 3,0 м, и длиной фундамента 2,9 м., что соответствует фундаментам мелкого заложения.

Используя полученные оптимальные размеры фундамента при решении относительно частоты собственных вертикальных колебаний f_z в таблице 1, получаем еще большую частоту собственных вертикальных колебаний 78 Гц, что не превышает максимального выборочного значения.

Таблица 2

**Результаты оптимизации максимального
динамического перемещения A_z**

Коэффициенты		Ограничения			
У-пересечение	93,43		Lmin	Lmax	Qmin
Вылет плит	-21,609	L	1	3	3
Длина фундамента	-13,028	A	Amin	Amax	Qmax
Нагрузка, т.	3,06358	Q	1	5	12
Результаты					
Характеристики		L	A	Q	Azmax
Значения характеристик	1	3	2,88236	3	0,25
	a0	a1	a2	a3	
Коэффициенты	93,43	-21,609	-13,028	3,0636	
		Значение целевой функции			
	Az	0,24			

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что, используя оптимизацию параметров колебательных процессов массивно-плитных фундаментов под машины с вертикальной импульсной нагрузкой, применяя пакет Excel, инструмент «Поиск решения», можно получить оптимальные размеры комбинированных массивно-плитных фундаментов.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Ландо Е. А.** Массивно-плитные фундаменты под машины с вертикальной импульсной нагрузкой: Дис ... канд. техн. наук: 05.23.02. – Днепропетровск, 2008. – 181 с.
2. **Киричек Ю.А., Ландо Е.А.** Анализ экспериментальных, численных и аналитических решений для расчета вертикальных колебаний массивно-плитных фундаментов при действии импульсной нагрузки. Международная научно-техническая конференция «Динамика и прочность машин, зданий, сооружений», 16-19 июня 2009 г., г. Полтава.
3. **Ландо Е. А.** Техничко-экономическое сравнение устройства и изготовления массивного и массивно-плитного фундамента под машины с вертикальной импульсной нагрузкой. Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. научн. трудов. Вып. 48, ч.2, – Дн-вск, ПГАСА, 2009. – С. 147–151.
4. **Ершова Н.М.** Экономико-математическое моделирование: Конспект лекций. – Днепропетровск: ПГАСА, 2008. – 246с.