

УДК 666.97.033.16

## СРАВНЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВИБРОПЛОЩАДОК С ЖЕСТКО-УПРУГИМИ ОГРАНИЧИТЕЛЯМИ

*Маслов А.Г., д.т.н., проф.*

*Кременчугский государственный политехнический университет  
имени Михаила Остроградского*

*Иткин А.Ф., к.т.н., генеральный директор*

*ИТЭСУ «Нефтегазстройизоляция»*

*39614, г.Кременчуг, ул.Первомайская, 20*

*E-mail: [kmta@polytech.poltava.ua](mailto:kmta@polytech.poltava.ua)*

Висловлені результати теоретичних і експериментальних досліджень вібраційних площадок з жорстко-пружними обмежувачами, які призначені для ущільнення цементобетонних сумішей.

**Ключові слова:** вібраційна площадка, експериментальні дослідження, бетонна суміш

Results of theoretical and experimental researches of vibration grounds with the hardly resilient limitations which is intended for the compression of cement concrete mixtures are led

**Key words:** vibration ground, experimental researches, concrete mixture

**Введение.** Вибрационные машины для формирования бетонных и железобетонных изделий, совершающие колебания в пространстве под действием различного типа вибровозбудителей колебаний являются сложными техническими системами. Рациональное использование этих вибрационных машин в практике строительного производства зависит от таких показателей как: работоспособность, под которой понимается способность объекта выполнять заданные функции в течение определенного технической документацией времени; устойчивость движения динамической системы; эффективность уплотнения, обеспечивающей высокое качество формуемых изделий при достаточно высокой производительности и минимальной затрате энергии; безопасность работы.

**Анализ предыдущих исследований.** В работах [1–3] приведены результаты теоретических исследований процесса уплотнения цементобетонных смесей, которые позволяют достаточно точно определить основные параметры вибрационных площадок с жестко-упругими ограничителями и обосновать рациональные режимы вибрационного воздействия на уплотняемую среду.

**Цель работы.** Уточнение основных параметров виброплощадок с жестко-упругими ограничителями.

**Материал и результаты исследований.** Для проведения экспериментальных исследований использовалась лабораторная вибрационная площадка с жестко-упругими ограничителями, общий вид которой представлен на рис. 1.

Исследуемая лабораторная виброплощадка состоит из подвижной рамы, установленной на опорной раме при помощи пружинных амортизаторов. На подвижной раме жестко закреплена форма с цементобетонной смесью.



Рисунок 1 – Общий вид лабораторной виброплощадки с жестко-упругими ограничителями

Между верхней рамой и опорной рамой установлены два жестко-упругих ограничителя, которые в горизонтальном направлении равноудалены от пружинных амортизаторов. Жестко-упругие ограничители (рис. 2) состоят из насаженного на опорной оси 1 двуполостного стакана 2, внутри которого смонтирован при помощи шайбы 3 упругий элемент 4, контактирующий с ударным элементом 5. При этом опорная ось 1 и ударный элемент 5 жестко закреплены соответственно на опорной и подвижной рамах виброплощадки. Для установки необходимого

зазора или исключения зазора между упругим элементом 4 и ударным элементом 5 использовались съемные регулировочные прокладки 6.

В результате теоретических исследований было установлено, что жестко-упругие ограничители целесообразно использовать с жесткостью вдвое превышающую жесткость упругих опор, т.е.  $c_2 = 2c_3$ .

Поэтому на лабораторной виброплощадке использовались жестко-упругие ограничители с общей жесткостью упругих элементов 5 равной 480 кН/м. Экспериментальные исследования проводились при коэффициенте зазора,  $k_a$  равном 0 и 0,38.

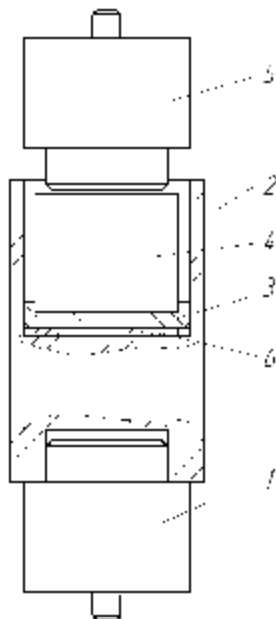


Рисунок 2 – Конструкция жестко-упругого ограничителя

При проведении экспериментальных исследований использовались жесткие цементобетонные смеси с водоцементным отношением В/Ц=0,4–0,48 жесткостью 30, 60 и 90 с. Толщина уплотняемого слоя – 20 см.

В процессе экспериментальных исследований определялись и записывались следующие показатели: физико-механические характеристики уплотняемой среды, удовлетворяющие целям описания динамической системы «вибрационная машина – обрабатываемая среда»; закон движения подвижной рамы виброплощадки; напряжения, возникающие в уплотняемом слое; нарастание плотности бетонного слоя смеси в процессе уплотнения; необходимая продолжительность уплотнения.

Нарастание плотности цементобетонной смеси в процессе уплотнения от начального  $\Gamma_0$  до конечного  $\Gamma_k$  значений в функции времени и необходимая продолжительность уплотнения определялась по измеряемой в функции времени усадке поверхности цементобетонной смеси. Усадка смеси измерялась при помощи датчика перемещений ДП-

ЗСМ (рис. 1) и комплекта виброизмерительной аппаратуры ВИ6–6ТН. Закон перемещения подвижной рамы виброплощадки в вертикальном направлении определялся при помощи датчика вибраций ДВ–1В (закреплен на боковой поверхности формы), входящий в комплект виброизмерительной аппаратуры ВИ6–6ТН. Измерение вертикальных напряжений, возникающих в основании и в середине уплотняемого слоя, осуществлялось при помощи датчиков давления, установленных на расстоянии 100 мм друг от друга. Также при помощи показаний, снимаемых с датчиков давления и датчика перемещения, определялась скорость перемещения волн возмущения в уплотняемом слое в зависимости от относительной плотности смеси.

В табл. 1 приведено сравнение теоретических значений и экспериментальных данных испытаний виброплощадки с жестко-упругими ограничителями, полученными при уплотнении цементобетонных смесей различной консистенции.

Анализ полученных данных показывает, что виброплощадка с жестко-упругими ограничителями обеспечивает эффективное уплотнение цементобетонных смесей жесткостью до 90 с. Было установлено, что необходимая продолжительность уплотнения снижается на 10–21% при коэффициенте зазора  $k_a = 0$ . Причем большие значения снижения продолжительности уплотнения характерны для цементобетонных смесей с большей жесткостью. При коэффициенте зазора  $k_a = 0,38$  это снижение составляет 6–15%.

Сравнение проводилось с экспериментальными данными, полученными на виброплощадке с вертикально направленными колебаниями.

Максимальное расхождение теоретических и экспериментальных данных составляет 4–10%, что свидетельствует о достаточном соответствии предложенной теории физико-механической сущности поведения реальной динамической системы виброплощадок, снабженных жестко-упругими ограничителями.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований были разработаны и внедрены в производство виброплощадки (рис. 3) с жестко-упругими ограничителями грузоподъемностью 0,75, 1,5, 2,5 и 5,0 т с различными рабочими размерами стола. Виброплощадки грузоподъемностью 5,0 т снабжены двумя парами вибровозбудителей круговых колебаний. При этом расстояние между одной и другой парой вибровозбудителей колебаний вдоль продольной оси виброплощадки равно 0,4 – 0,42 общей длины подвижной рамы виброплощадки, а жестко-упругие ограничители равномерно расположены по длине подвижной рамы виброплощадки.

При определении рациональных параметров виброплощадок жесткость упругих ограничителей целесообразно последних назначать из следующего диапазона:  $c_2 = (7 - 8) m$ . (1)

В приведенной зависимости (1) масса подвижной рамы виброплощадки вместе с формой без

бетонной смеси  $m$  принимается в кг, а жесткость упругих ограничителей  $c_2$  – в кН/м.

**Таблица 1 – Изменение амплитуд перемещений подвижной рамы, амплитуд напряжений в основании уплотняемого слоя цементобетонной смеси и необходимой продолжительности уплотнения в зависимости от жесткости смеси и коэффициента зазора  $k_a$**

Жесткость смеси, с	Коэффициент зазора, $k_a$	Амплитуда перемещений подвижной рамы от положения равновесия		Амплитуда напряжений в основании слоя, $S(0)$		Продолжительность уплотнения, t, с
		$A_{12}$ , см	$A_{11}$ , см	Сжатия, кПа	Растяж., кПа	
1	2	3	4	5	6	7
30	0	$\frac{0,0176}{0,017}$	$\frac{0,031}{0,029}$	$\frac{-18,2}{-17,4}$	$\frac{8,22}{8,07}$	$\frac{72}{75}$
		$\frac{0,0193}{0,018}$	$\frac{0,0293}{0,028}$	$\frac{-16,96}{-16,28}$	$\frac{-8,0}{-7,3}$	$\frac{77}{80}$
60	0	$\frac{0,0175}{0,018}$	$\frac{0,0308}{0,032}$	$\frac{-18,3}{-18,8}$	$\frac{8,88}{9,38}$	$\frac{135}{130}$
		$\frac{0,0192}{0,02}$	$\frac{0,0291}{0,03}$	$\frac{-17,04}{-17,49}$	$\frac{8,05}{8,53}$	$\frac{145}{140}$
90	0	$\frac{0,0175}{0,019}$	$\frac{0,0307}{0,033}$	$\frac{-18,4}{-19,4}$	$\frac{8,92}{9,93}$	$\frac{189}{175}$
		$\frac{0,0191}{0,021}$	$\frac{0,029}{0,031}$	$\frac{-17,1}{-18,0}$	$\frac{8,1}{9,05}$	$\frac{203}{190}$

Примечание.

1. В графах 3–7 таблицы в числителе приведены теоретические, а в знаменателе экспериментальные данные.
2. Значения амплитуд перемещений подвижной рамы и напряжений, возникающих в основании уплотняемого слоя, приведены для заключительной стадии процесса уплотнения.



Рисунок 3 – Опытно-промышленный образец виброплощадки с жестко-упругими ограничителями грузоподъемностью 1500 кг

Создание виброплощадок с жестко-упругими ограничителями со сравнительно небольшой грузоподъемностью от 0,75 до 5,0 т позволяет значи-

тельно снизить энергоемкость процесса формования малогабаритных бетонных и железобетонных изделий, используемых в промышленном, гражданском, индивидуальном и дорожном строительстве.

**Выводы.** На основании проведенных исследований разработаны высокоэффективные и надежные в работе виброплощадки с жестко-упругими ограничителями, предназначенные для формования изделий из жестких цементобетонных смесей. Они имеют достаточно простую конструкцию, надежны в работе и позволяют существенно снизить энергоемкость процесса уплотнения.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Маслов А.Г., Иткин А.Ф. Теоретические основы вибрационного уплотнения цементобетонных смесей// Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету, вип. 5/2004 (28). – Кременчук, 2004. – С. 45 – 49.
2. Маслов А.Г., Иткин А.Ф. Исследование процесса уплотнения цементобетонных смесей на вибрональной площадке с жестко-упругими ограничителями// Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету, вип. 6/2005 (35). Частина 2. – Кременчук, 2005. – С. 15– 19.
3. Іткін. О.Ф., Маслов О.Г. Вібраційна площадка. Деклараційний патент на корисну модель № 16100, Бюл. №7, 2006.

Статья поступила 25.02.2008 г.  
Рекомендована к печати д.т.н., проф.  
Солтусом А.П