DOI: 10.38054/iaeee-305 УДК 721.01:624.012,3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ПК ЛИРА 10.4 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕЧЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО И СТАЛЬНОГО ПРОФИЛЕЙ И ПОСТРОЕНИЯ ДЛЯ НИХ ГРАФИКОВ НАГРУЗОК

Э.М. Орозалиев⁽¹⁾, К.Т. Койчуманов⁽²⁾

⁽¹⁾Дилер по Кыргызстану ООО "ЛИРА софт", КР, г. Бишкек, +996 (558) 66-51-33, <u>lira.soft.kg@gmail.com</u> (2)к.ф.-м.н., доцент

Аннотация: В современном многоэтажном строительстве широко применяется система фасадного остекления на основе конструкционного алюминиевого профиля. Важное значение для их дизайна имеет ветровая нагрузка. Под эти нагрузки подбирается алюминиевый профиль с определенными физическими и геометрическими характеристиками. В работе произведены расчеты на конструкционный алюминиевый профиль по критерию допускаемого прогиба с применением программы ПК ЛИРА 10.4, построены графики ветровых нагрузок. Графики ветровых нагрузок для профилей алюминиевых фасадных систем с вариантами их усиления дают возможность проектировщикам оптимизировать архитектурные и инженерные решения на ранних стадиях проектирования с минимальными затратами времени и ресурсов.

APPLICATION OF THE PK LIRA 10.4 SOFTWARE FOR DETERMINING GEOTHERMIC PARAMETERS OF AN ALUMINUM AND STEEL PROFILE CROSS-SECTIONS AND PLOTTING OF LOAD GRAPHS

E.M. Orozaliev⁽¹⁾, K.T. Koichumanov⁽²⁾

(2) Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent

Abstract: The facade glazing system, which is based on the structural aluminum profile, which is widely used in modern multi-storey building construction. Wind load is an important factor that needs to taking into account during the structural design. An aluminum profile with specific physical and geometrical characteristics is selected considering this load. Calculations were performed for the structural aluminum profile based on limit (or permissible) deflection by using software as PK LIRA 10.4, and wind load graphs were plotted in the present work. Wind load graphs for the profiles of the aluminum façade systems with structural strengthening options give for structural engineers or designers the opportunity to optimize architectural and engineering solutions during the early stage of design with a minimum usage of time and resources.

АЛЮМИНИЙ ЖАНА БОЛОТ ПРОФИЛДЕРИНИН КЕСИЛИШИНИН ГЕОМЕТРИЯЛЫК КӨРСӨТКҮЧТӨРҮН АНЫКТОО ЖАНА АЛАР ҮЧҮН

⁽¹⁾ Dealer in Kyrgyzstan of the LLC "LIRA soft", Kyrgyz Republic, +996 (558) 66-51-33, <u>lira.soft.kg@gmail.com</u>

ЖҮКТӨМ ЫРААТТАМАСЫН ТҮЗҮҮ ҮЧҮН ПК ЛИРА 10.4 ПРОГРАММАСЫН КОЛДОНУУ

Э.М. Орозалиев⁽¹⁾, К.Т. Койчуманов⁽²⁾

(1)"ЛИРА софт" ООО Кыргызстан боюнча диллери, КР, Бишкек ш., +996 (558) 66-51-33, <u>lira.soft.kg@gmail.com</u> (2) ф.-м.и.к., доцент

Аннотация: Учурдагы көп кабаттуу курулушта конструкцияланган алюминдик профилдин негизинде фасаддык айнектөө системасы кеңири колдонулуп жатат. Булардын дизайнын даярдоодо шамалдын басымдуулугу чоң мааниге ээ. Бул өзгөчөлүктөрдү эске алуу менен, атайын физикалык жана геометриялык мүнөздөмөлөрдөн турган алюминдик профилдер жасалат. Бул иште "ПК ЛИРА 10.4" программасын колдонуу менен, ийилүүсү эске алынган критерийлер аркылуу конструкцияланган алюминдик профилдердин ченемдери, ошону менен бирге шамалдын басымдуулугунун графиктери жүргүзүлөт. Алюминдик фасаддык системалар үчүн жасалган, ошондой эле шамалдын басымдуулугунун жогорулашы эске алынган графиктер (проект) түзүүчүлөргө архитектуралык жана инженердик долбоор ченемдерди долбоолоонун (проектөөнүн) баштапкы эткабында эле убакыттын жана ресурстун минималдуу жумшоосу каралган долбоор (проект) түзүүгө негиз түзөт.

В современном многоэтажном строительстве широко применяются система фасадного остекления на основе конструкционного алюминиевого профиля. Важное значение для их дизайна имеет ветровая нагрузка. Под эти нагрузки подбирается алюминиевый профиль определенными физическими геометрическими cИ характеристиками. В работе произведены расчеты для конструкционного алюминиевого профиля на ветровую нагрузку по критерию допускаемый прогиба с применением программы ПК ЛИРА 10.4. Построены графики допустимых ветровых нагрузок для заданного алюминиевого профиля с вариантами усиления стальными профилями. Графики ветровых нагрузок для профилей алюминиевых фасадных систем с вариантами их усиления дают возможность проектировщикам оптимизировать архитектурные и инженерные решения на ранних стадиях проектирования с минимальными затратами времени и ресурсов.

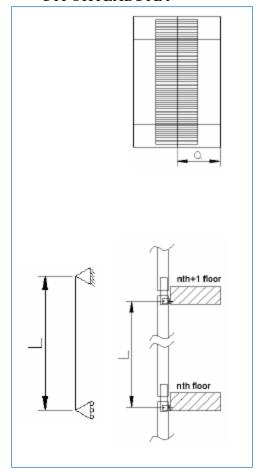


Рисунок 1 — Работа алюминиевого профиля остекленного фасада в виде схемы работы балки под равномерно-распределенной нагрузкой

Работу алюминиевого профиля остекленного фасада здания на ветровую нагрузку можно представить как работу балки под равномерно распределенной нагрузкой (см. Рисунок 1).

Максимальный прогиб балки от распределенной нагрузки будет в середине пролета:

$$f_{max} = (5*q*L^4)/(384*E*I)$$
 (1)

где:

I – момент инерции сечения алюминиевой балки (м⁴)

q — ветровая нагрузка (H/м)

E — модуль упругости материала балки (H/M^2)

 ${\it Q}$ – расстояние между балками (м)

Для правильного подбора алюминиевого профиля конструкторам необходимо знать наряду с физическими свойствами материала также и геометрические характеристики сечения профиля. В качестве примера для исследования возьмем алюминиевый профиль CW-21 фирмы OLDCASTLE на Pucyнке 2 (www.oldcastlebe.com).

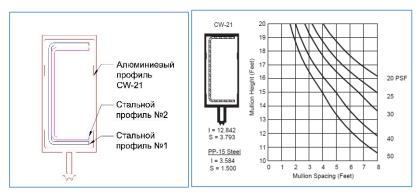


Рисунок 2 Рисунок 3

Программа ПК ЛИРА 10.4 предоставляет возможность вычислить необходимые для расчета геометрические параметры любое сечение балки. Для того чтобы импортировать геометрию сечения в программу ПК ЛИРА 10.4 нужен чертеж сечения в формате DXF. Для этого откроем имеющийся чертеж сечения в программе AutoCAD и сохраним его в формате dxf (Рисунок №3). В конструкторе сечений ПК ЛИРА 10.4 воспользуемся функцией импорта dxf файлов и вычислим геометрические характеристики сечения (см. Рисунок 4):

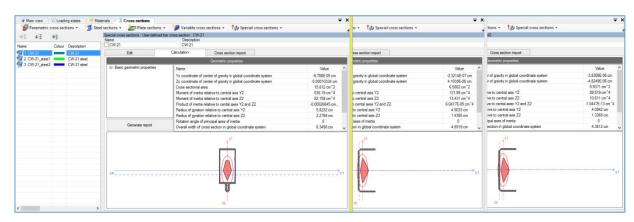


Рисунок 4 — Вычисление геометрических характеристик сечения в конструкторе сечений ПК ЛИРА 10.4

В данной работе расчеты проведены на следующие ветровые нагрузки:

	950	1200	1450	1900	2400	(N/m²)			
и следующих межосевых расстояний между профилями:									
-	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	m			

Для иллюстрации на рисунке №5 приведены результаты для:

- балка из алюминиевого профиля CW-21
- балка из алюминиевого профиля CW-21 усилена стальным профилем
- балка из алюминиевого профиля CW-21 усиленна 2-мя стальными профилями
- при L = 6 (m), q = 950 (N/m2), Q = 1 (м)
- $E = 6.8948E + 10 (H/м^2)$ для алюминия
- $E_{st} = 2.06E+11 (H/м^2)$ для стали

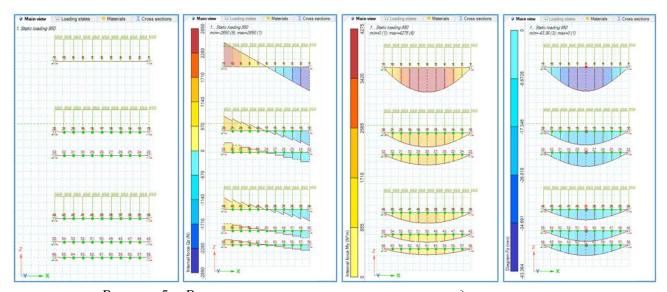


Рисунок 5 – Результаты расчетов численным методов в программе

Number	Displacement Z (mm)	Loading state		
6	-43.364	1		
17	-24.987	1		
28	-24.987	1		
39	-18.936	1		
50	-18.936	1		
C1	19.026	1		

Таблица 1 – Максимальные величины прогиба профилей

Программа ПК ЛИРА 10.4 вычислила максимальные величины прогиба профилей, которые находятся в центре пролета балок (Таблица 1).

Для проверки полученных результатов эти же перемещения были вычислены аналитическим путем по формулам №1, №2, №3 (см. Таблицу 2). Результаты совпадают на 100%.

$$f_{max} = (5*q*L^4)/(384*E*(I+I_{st1}*K))$$
 (2)

$$f_{max} = (5*q*L^4)/(384*E*(I+(I_{st1}+I_{st2})*K)))$$
(3)

где:

 I_{st1} – момент инерции стальной балки №1 (м⁴)

 I_{st2} – момент инерции стальной балки №2 (м⁴)

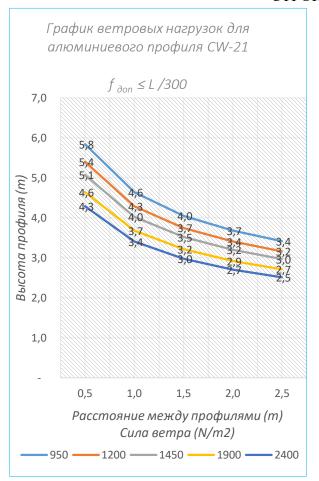
К – коэфициент учитывающий разность модулей упругости стали и алюминия

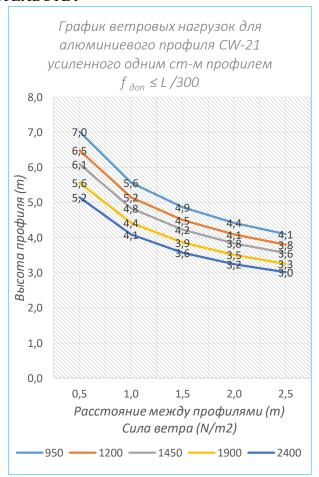
 $K = E_{st}/E$

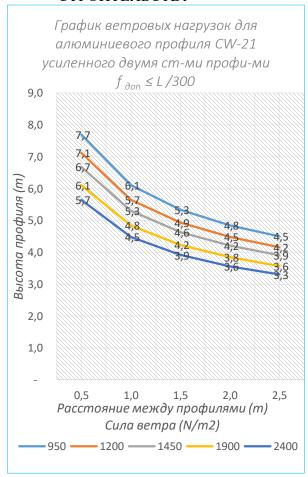
Таблица 2 - Результаты расчетов аналитическим методом

F max	р	L	E	ı	I_steel1	I_steel2	K (Ist/Ial)	f доп = L/300	f фак ≤L/300
mm	N/m	m	N/m2	m4	m4	m4	-	mm	-
43.364	950	6	6.895E+10	5.362E-06	N	N	N	20.00	N
24.987	950	6	6.895E+10	5.362E-06	1.320E-06	N	2.988E+00	20.00	N
18.936	950	6	6.895E+10	5.362E-06	1.320E-06	9.952E-07	2.988E+00	20.00	Υ

По результатам расчета на ПК ЛИРА 10.4 и аналитического расчета построены графики допустимых ветровых нагрузок для алюминиевого профиля с вариантами усиления стальными профилями по критерию допустимого прогиба. Проверка результатов расчета ПК ЛИРА 10.4 с результатами аналитического расчета показала правильность выбора расчетной схемы и высокую точность ПК ЛИРА 10.4. Следовательно примененные принципы построения расчетных схем могут быть использованы к более сложным конструкциям фасадных систем для которых аналитические решения отсутствуют или сложны для использования. Полученные графики удобны в применении и не требуют специальной подготовки инженерарасчетчика. Поэтому многие ведущие производители имеют подобные графики на своих сайтах для более успешного продвижения своей продукции на рынке ^{2,3}. Они дают возможность проектировщикам и изготовителям данных систем оптимизировать архитектурные и инженерные решения на ранних стадиях проектирования с минимальными затратами времени и ресурсов.







ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

- 1. Aluminium systems profile selection (http://www.bestaluminyum.com.tr/Statik%20Hesaplama.pdf)
 - 2. CW-250 Curtain Wall Structural Charts (www.oldcastlebe.com)
 - 3. 1600 SS Curtain Wall System Wind Load Charts (www.kawneer.com)