

Курс обучения

Расчет панельных зданий в ПК ЛИРА-САПР

40 академических часов (5 дней)

Краткая программа курса:

- Введение: существующие методы моделирования и литература по теме.
- Вычисление жесткостных и прочностных характеристик соединений:
 - вертикальная податливость платформенного стыка;
 - проверка прочности платформенного стыка;
 - сдвиговая податливость платформенного стыка;
 - жесткость стен (панелей) для моделирования методом эквивалентных столбов;
 - вертикальная и сдвиговая жесткости платформенного стыка для КЭ-55;
 - вертикальная и сдвиговая жесткости платформенного стыка для ортотропной балки-стенки;
 - податливость соединения по закладным и жесткость для КЭ-55.
- Сравнение трех способов моделирования на примере плоской стены.
- Сборка схемы панельного здания в препроцессоре Сапфир.
- Нагружение схемы и учет монтажа в препроцессоре Сапфир.
- Импорт схемы из Сапфира и доработка модели в Визоре.
- Итерации для уточнения жесткости платформенного стыка с учетом действующих напряжений в стыке.
- Анализ результатов расчета.
- Пример создания модели и расчета здания из объемных блоков (обзорно).
- Ответы на вопросы.

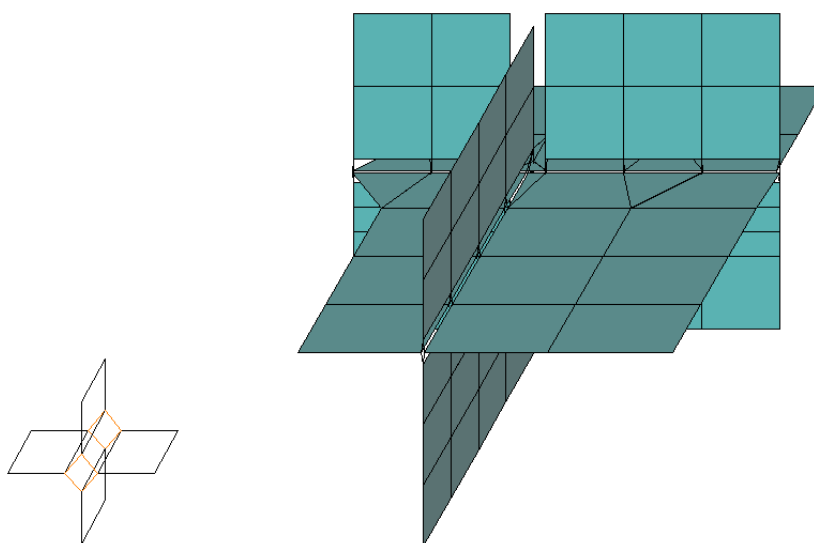


Рисунок 1. Классическая модель платформенного стыка из КЭ-55 (связь конечной жесткости)

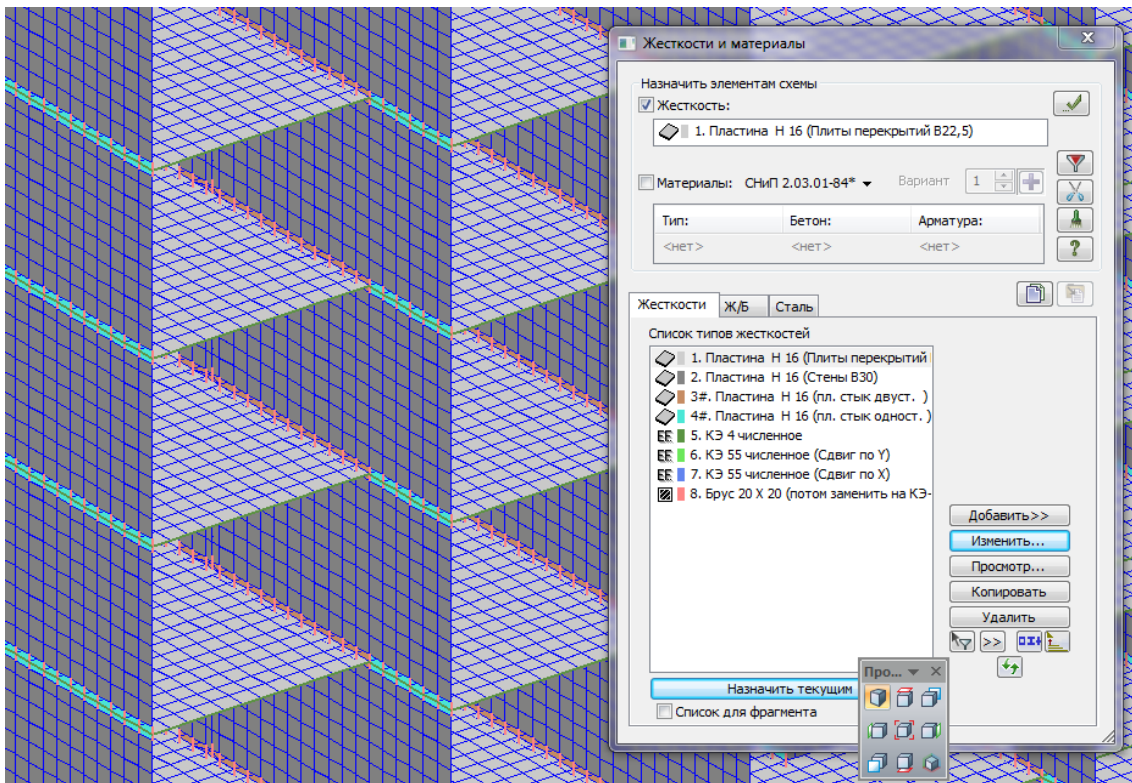
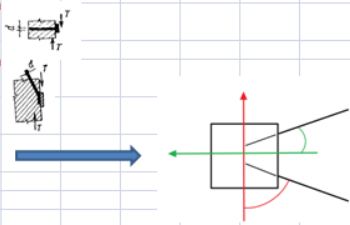


Рисунок 2. Модель платформенного стыка из КЭ-55 и ортотропных пластин.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Исходные данные:			Расчет				
2									
3		Тип стыка		Односторонний		Площадь платформенных участков стыка A_{pl} , м ²			0.1
4		Влажность воздуха		40-75		Площадь платформенных участков стыка A_{pl}' , м ²			0.08
5		Толщина панели, мм		100		Площадь горизонтального сечения стены А, м ²			0.1
6		Толщина плиты h_{pl} , мм		80		Отношение A/A_{pl}			1.000
7		Толщина шва над плитой $t_{тн}$, мм		20		Отношение A/A_{pl}'			1.250
8		Толщина шва под плитой $t_{тп}$, мм		0		A_{pl}' - площадь с учетом зазора			
9		Ширина шва над плитой $t_{тн}$, мм		100					
10		Ширина шва под плитой $t_{тп}$, мм		100		Податливость швов			
11		Зазор в горизонтальном шве, мм		20					
12		Зазор в двухстороннем стыке, мм		20		$\sigma_m \leq 1,15R^{2/3}_m$		$\sigma_m \geq 1,15R^{2/3}_m$	
13		Класс бетона плиты		B20		над плитой			
14		Класс бетона панели		B20		$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0041	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0136
15		Класс бетона/раствора над плитой (для G)		B15		$\lambda m, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0081	$\lambda m, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0271
16		Кубиковая прочность над плитой R_m , МПа		20		$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0026	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0026
17		Класс бетона/раствора под плитой (для G)		B15		$\lambda m, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.011282	$\lambda m, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.011282
18		Кубиковая прочность под плитой R_m , МПа		20		под плитой			
19		Характеристика ползучести раствора ϕt		1		$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0000	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0000
20						$\lambda m, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0000	$\lambda m, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0000
21		Характеристики:				$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0000	$\lambda m, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0000
22		Плита:				$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0000	$\lambda m, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0000
23		E , МПа		27500		$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0	$\lambda m, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0
24		$\phi b, \text{сг}$		2.8		Податливость плиты			
25		E_t , МПа		7237					
26		R_b , МПа		11.5		h_{pl}/E_{pl} , мм ³ /Н	0.0029	$h_{pl}/E_{pl,t}$, мм ³ /Н	0.0111
27		R_{bt} , МПа		0.9					
28		Панель				Податливость стыка с полным заполнением при сжатии			
29		E , МПа		27500		$\lambda c, pl, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.00698	$\lambda c, pl, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.01648
30		$\phi b, \text{сг}$		2.8		$\lambda c, pl, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.01920	$\lambda c, pl, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.03820
31		E_t , МПа		7237					
32		R_b , МПа		11.5		Податливость стыка с зазором при сжатии			
33		R_{bt} , МПа		0.9		$\lambda c, pl, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.00873	$\lambda c, pl, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.02060
34		Раствор над плитой				$\lambda c, pl, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.02400	$\lambda c, pl, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.04775
35		Модуль сдвига G_m , МПа		7800					
36		$\phi b, \text{сг}$		3.4		Податливость стыка с полным заполнением при сдвиге			
37		Модуль сдвига $G_m, \text{т}, \text{МПа}$		1773		$\lambda t, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.00256	$\lambda t, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.01128
38		Раствор под плитой							
39		Модуль сдвига G_m , МПа		7800		Податливость стыка с зазором при сдвиге			
40		$\phi b, \text{сг}$		3.4		$\lambda t, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.00321	$\lambda t, \text{т}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.01410
41		Модуль сдвига $G_m, \text{т}, \text{МПа}$		1773					
42									

Рисунок 3. Вычисление жесткости платформенного стыка.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Исходные данные:												
2	Класс бетона плиты/стены	В20											
3	Влажность воздуха	Выше 75											
4	Ширина накладки b_n , мм	70											
5	Длина накладки в свету между сварными швами l_n , мм	50											
6	Толщина накладки t_n , мм	6											
7	Диаметр арматурных стержней перпендикулярных направлению сдвига d_{\perp} , мм	10											
8	Кол-во стержней в закладной детали перпендикулярных	2											
9	Диаметр арматурных стержней направленных вдоль сдвига d_{\parallel} , мм	10											
10	Кол-во стержней направленных вдоль сдвига n , штук	2											
11	Угол между осью стержня и направлением сдвига в плане, град	30											
12													
13	Характеристики:												
14	Начальный модуль упругости E_0 , МПа	27500											
15	Коэффициент ползучести φ_b, c_r	2											
16	Длительный модуль упругости E_0, t , МПа	9167											
17	Модуль упругости материала накладки E , МПа	2.00E+05											
18	Модуль сдвига материала накладки G , МПа	7.69E+04											
19	Площадь поперечного сечения накладки A_n , мм ²	420											
20													
21	Расчет:												
22	Податливость стержня I сдвигу при кратковременном нагружении λ , мм/Н	2.18E-05											
23	Податливость стержня I при длительном нагружении λ_t , мм/Н	6.55E-05											
24	Податливость стержня II сдвигу при кратковременном нагружении λ , мм/Н	6.30E-06											
25	Податливость стержня II при длительном нагружении λ_t , мм/Н	1.89E-05											
26			1/ λ										
27	Податливость закладной детали при кратковременном нагружении $\lambda_{сд}$, мм/Н	2.44E-06	41728	тс/м									
28	Податливость закладной детали при длительном нагружении $\lambda_{сд}$, мм/Н	7.33E-06	13909	тс/м									
29													
30	Податливость пластины $\lambda_{пл}$, мм/Н	5.95E-07	171313	тс/м									
31													
32	Податливость соединения $\lambda_{соед}$ при кратковременном нагружении, мм/Н	5.48E-06											
33	Податливость соединения $\lambda_{соед,t}$ при длительном нагружении, мм/Н	1.53E-05											
34													
35	Жесткость соединения при кратковременном нагружении $R=1/\lambda_{соед}$, Н/мм	182391	18599	тс/м									
36	Жесткость соединения при длительном нагружении $R_t=1/\lambda_{соед,t}$, Н/мм	65541	6683	тс/м									
37													



Податливость пластины при усилки вдоль определим из закона Гука для растяжения в общем виде $\Delta l = Nl / EA$ или $\lambda_{прод} = \Delta l / N = l / EA$

Коэффициенты податливости λ соединения, состоящего из системы сосредоточенных связей, определяют по формулам: в случае последовательного расположения связей

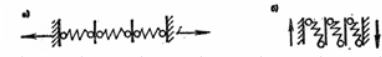
$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (1)$$


Рисунок 4. Вычисление жесткости связи по закладным вдоль пластины.