

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.

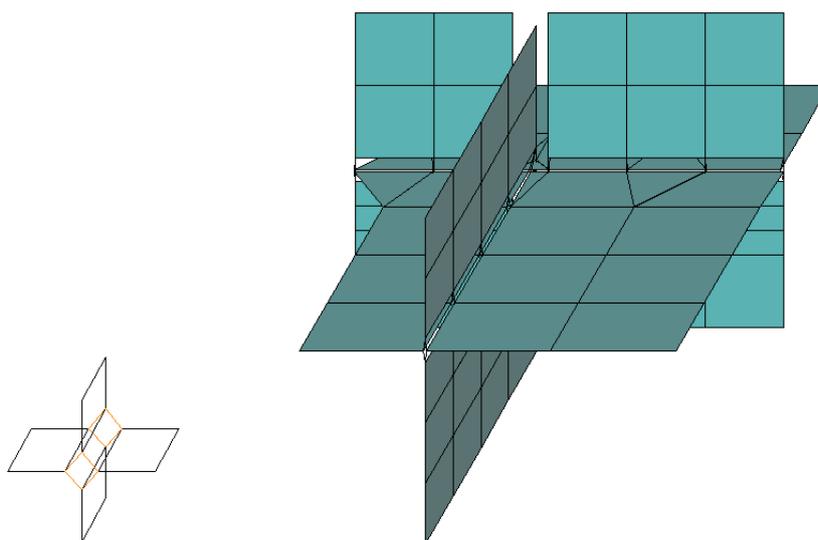


Рисунок 1. Классическая модель платформенного стыка из КЭ-55 (связь конечной жесткости)

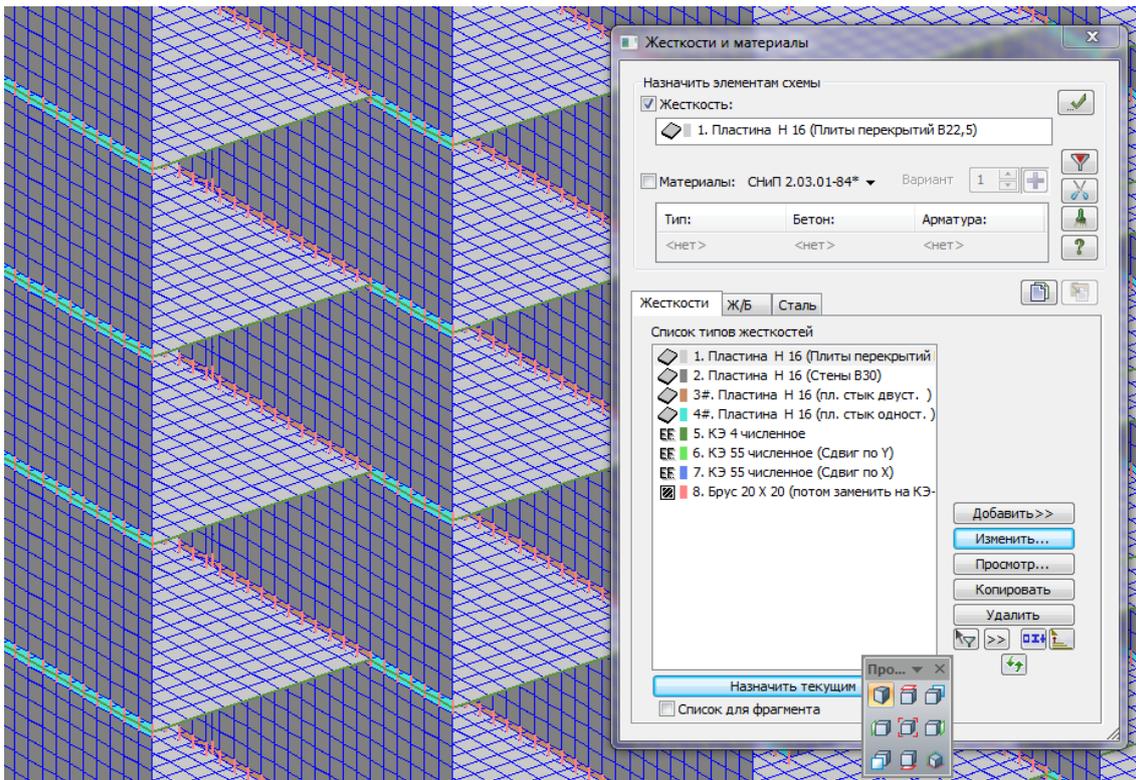
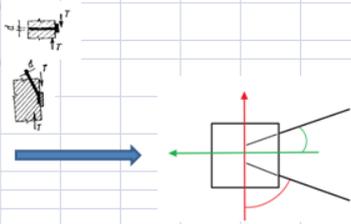


Рисунок 2. Модель платформенного стыка из КЭ-55 и ортотропных пластин.

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	<b>Исходные данные:</b>			<b>Расчет</b>						
2										
3	Тип стыка		Односторонний	Площадь платформенных участков стыка $A_{pl}$ , м <sup>2</sup>		0.1				
4	Влажность воздуха		40-75	Площадь платформенных участков стыка $A_{pl}'$ , м <sup>2</sup>		0.08				
5	Толщина панели, мм		100	Площадь горизонтального сечения стены А, м <sup>2</sup>		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	А <sub>pl'</sub> - площадь с учетом зазора						
9	Ширина шва над плитой $t_{тн}$ , мм		100							
10	Ширина шва под плитой $t_{тп}$ , мм		100	<b>Податливость швов</b>						
11	Зазор в горизонтальном шве, мм		20	$\sigma_m \leq 1,15R^{2/3}_m$		$\sigma_m \geq 1,15R^{2/3}_m$				
12	Зазор в двухстороннем стыке, мм		20	<b>над плитой</b>						
13	Класс бетона плиты		B20	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.0041		$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.0136
14	Класс бетона панели		B20	$\lambda m, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.0081		$\lambda m, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.0271
15	Класс бетона/раствора над плитой (для G)		B15	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.0026		$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.0026
16	Кубиковая прочность над плитой $R_m$ , МПа		20	$\lambda m, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.011282		$\lambda m, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.011282
17	Класс бетона/раствора под плитой (для G)		B15							
18	Кубиковая прочность под плитой $R_m$ , МПа		20	<b>под плитой</b>						
19	Характеристика ползучести раствора $\phi t$		1	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.0000		$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.0000
20				$\lambda m, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.0000		$\lambda m, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.0000
21	<b>Характеристики:</b>			$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.0000		$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.0000
22	<b>Плита:</b>			$\lambda m, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.0000		$\lambda m, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.0000
23	E, МПа		27500	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$		0		$\lambda m, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0
24	$\phi b, \text{сг}$		2.8							
25	E <sub>t</sub> , МПа		7237	<b>Податливость плиты</b>						
26	R <sub>b</sub> , МПа		11.5	$h_{pl}/E_{pl}, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.0029		$h_{pl}/E_{pl}, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.0111
27	R <sub>bt</sub> , МПа		0.9							
28	<b>Панель</b>			<b>Податливость стыка с полным заполнением при сжатии</b>						
29	E, МПа		27500	$\lambda c, pl, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.00698		$\lambda c, pl, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.01648
30	$\phi b, \text{сг}$		2.8	$\lambda c, pl, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.01920		$\lambda c, pl, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.03820
31	E <sub>t</sub> , МПа		7237							
32	R <sub>b</sub> , МПа		11.5	<b>Податливость стыка с зазором при сжатии</b>						
33	R <sub>bt</sub> , МПа		0.9	$\lambda c, pl, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.00873		$\lambda c, pl, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.02060
34	<b>Раствор над плитой</b>			$\lambda c, pl, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.02400		$\lambda c, pl, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.04775
35	Модуль сдвига G <sub>m</sub> , МПа		7800							
36	$\phi b, \text{сг}$		3.4	<b>Податливость стыка с полным заполнением при сдвиге</b>						
37	Модуль сдвига G <sub>m</sub> , МПа		1773	$\lambda t, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.00256		$\lambda t, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.01128
38	<b>Раствор под плитой</b>									
39	Модуль сдвига G <sub>m</sub> , МПа		7800	<b>Податливость стыка с зазором при сдвиге</b>						
40	$\phi b, \text{сг}$		3.4	$\lambda t, \text{мм}^3/\text{Н}$		0.00321		$\lambda t, \text{т, мм}^3/\text{Н}$		0.01410
41	Модуль сдвига G <sub>m</sub> , МПа		1773							
42										

Рисунок 3. Вычисление жесткости платформенного стыка.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>Исходные данные:</b>												
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 $d_s$ , мм	10											
8	Кол-во стержней в закладной детали перпендикулярных	2											
9	Диаметр арматурных стержней направленных вдоль сдвига $d_s$ , 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	<b>Характеристики:</b>												
14	Начальный модуль упругости $E_0$ , МПа	27500											
15	Коэффициент ползучести $\varphi_b, cг$	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 <sup>2</sup>	420											
20													
21	<b>Расчет:</b>												
22	Податливость стержня I сдвигу при кратковременном нагружении $\lambda$ , мм/Н	2.18E-05											
23	Податливость стержня I при длительном нагружении $\lambda_t$ , мм/Н	6.55E-05											
24	Податливость стержня II сдвигу при кратковременном нагружении $\lambda$ , мм/Н	6.30E-06											
25	Податливость стержня II при длительном нагружении $\lambda_t$ , мм/Н	1.89E-05											
26			1/ $\lambda$										
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 усилении вдоль определим из закона Гука для растяжения в общем виде  $\Delta l = Nl/E_0A$  или  $\lambda_{прод} = \Delta l/N = l/E_0A$

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

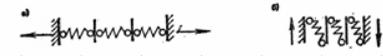
$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (1)$$


Рисунок 4. Вычисление жесткости связи по закладным вдоль пластины.