

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
1. РАСЧЕТ И УСИЛЕНИЕ ПЛОСКОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ МОНОЛИТНОГО ЗДАНИЯ ПЕРЕКРЕСТНО-СТЕНОВОЙ КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ	8
2. РАСЧЕТ И УСИЛЕНИЕ ПЛОСКОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ НА ПРОДАВЛИВАНИЕ В ЗОНЕ СОПРЯЖЕНИЯ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ С КОЛОННАМИ	26
3. РАСЧЕТ И УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ПРОГОНА И МНОГОПУСТОТНОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ	31
4. РАСЧЕТ И УСИЛЕНИЕ КИРПИЧНОГО СТОЛБА И БУТОБЕТОННОГО ФУНДАМЕНТА ПОД КИРПИЧНЫЙ СТОЛБ	55
5. ПРИМЕРЫ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	64
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	80

ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью выполнения курсового проекта (КП) является получение практических навыков усиления монолитных и сборных железобетонных и каменных конструкций с использованием классических и современных способов их усиления.

Основные исходные данные для выполнения КП приведены в табл. 1. Часть исходных данных студентам необходимо назначить самостоятельно в соответствии с нормативно-практическими рекомендациями, изложенными в учебно-методическом пособии (УМП).

Таблица 1

Таблица заданий к курсовому проекту

№	1-я часть КП		2-я часть		3-я часть КП			4-я часть		
	Размеры плиты, м	P_r , кН/м ²	F , кН	$h_{пл}$, м	Размеры прогона, м	Размеры плиты, м	P_r , кН/м ²	N , кН	$H_{эт}$, м	R_0 , МПа
1	3,58×6,58	4,5	400	0,2	0,25×0,45×6,36	6,48×0,79	3,5	450	3,0	0,2
2	3,58×6,58	2,5	450	0,2	0,25×0,45×6,26	6,38×0,89	3,5	500	3,3	0,22
3	3,58×6,58	2,0	500	0,2	0,25×0,45×5,96	6,28×0,99	3,5	550	3,6	0,24
4	3,58×6,58	3,0	850	0,25	0,25×0,45×6,56	6,18×1,09	3,5	600	3,9	0,25
5	3,58×6,58	3,5	800	0,25	0,25×0,45×5,96	6,08×1,19	3,5	650	3,5	0,26
6	3,58×6,58	4,0	750	0,25	0,25×0,45×6,46	5,98×1,29	3,5	700	4,8	0,28
7	4,18×6,58	2,5	700	0,25	0,25×0,50×6,96	5,88×1,39	3,5	750	3,0	0,30
8	4,18×6,58	2,0	800	0,24	0,25×0,45×5,96	5,78×1,49	4,0	800	3,3	0,32
9	4,18×6,58	3,0	750	0,24	0,25×0,45×6,36	5,68×1,59	4,0	850	3,6	0,34
10	4,18×6,58	3,5	700	0,24	0,25×0,45×7,16	5,58×1,79	4,0	900	3,9	0,36
11	4,18×6,58	4,0	650	0,24	0,25×0,45×6,26	6,48×0,89	4,0	925	4,2	0,38
12	4,18×7,18	4,5	600	0,24	0,25×0,50×5,96	6,38×0,99	4,0	950	4,8	0,40
13	4,18×7,18	2,5	700	0,22	0,25×0,50×5,96	6,28×1,19	4,0	900	3,0	0,40
14	4,18×7,18	2,0	650	0,22	0,25×0,50×6,46	6,18×1,29	5,0	975	3,3	0,38
15	4,18×7,18	3,0	600	0,22	0,25×0,50×5,96	6,08×0,99	5,0	825	3,6	0,36
16	4,18×7,18	3,5	600	0,22	0,25×0,50×5,96	5,98×1,49	5,0	875	3,9	0,34
17	4,18×7,18	4,0	750	0,2	0,25×0,50×7,16	5,88×1,79	5,0	825	4,2	0,32
18	3,58×5,98	2,0	600	0,2	0,25×0,45×7,16	5,78×1,19	5,0	775	4,8	0,30
19	3,58×5,98	2,0	650	0,2	0,25×0,45×6,36	6,48×0,79	3,5	725	3,0	0,28
20	3,58×5,98	3,0	700	0,2	0,25×0,45×6,26	6,38×0,89	3,5	675	3,3	0,26
21	3,58×5,98	4,5	500	0,2	0,25×0,45×6,36	6,48×0,79	3,5	850	3,3	0,36
22	3,58×5,98	4,0	550	0,2	0,25×0,45×5,96	6,38×0,99	3,5	900	3,6	0,28
23	4,18×6,58	2,5	750	0,2	0,25×0,45×6,26	6,48×0,89	4,0	450	3,0	0,25
24	4,18×6,58	2,0	700	0,22	0,25×0,45×5,96	6,38×0,99	4,0	500	4,8	0,25
25	4,18×6,58	3,0	800	0,24	0,25×0,45×6,56	6,28×1,19	4,0	550	4,5	0,28
26	4,18×6,58	3,5	750	0,25	0,25×0,45×5,96	6,18×1,29	4,0	600	4,2	0,28
27	4,18×7,18	4,0	700	0,2	0,25×0,45×6,46	6,08×0,99	3,5	650	3,9	0,30
28	4,18×7,18	3,0	650	0,22	0,25×0,45×6,96	5,98×1,49	3,5	700	3,6	0,30
29	4,18×7,18	3,5	600	0,24	0,25×0,45×5,96	5,88×1,79	3,5	750	3,3	0,32
30	4,18×7,18	4,0	700	0,25	0,25×0,45×6,36	5,78×1,19	3,5	800	3,0	0,32

Номер варианта исходных данных для обучающихся очной формы обучения определяется по *Таблице заданий к курсовому проекту* в соответствии с порядковым номером студента в списке учебной группы. Для обучающихся заочной формы обучения номер варианта исходных данных определяется следующим образом. Если номер зачетной книжки больше 30, то необходимо вычитать из своего номера 30 до тех пор, пока номер не окажется в промежутке от 1 до 30. Например, Ваш номер 45, тогда номер варианта исходных данных будет: $45 - 30 = 15$.

Состав курсового проекта

Объем курсового проекта: пояснительная записка — 50–60 страниц формата А4 и 4–6 листов чертежей формата А3.

Каждая из частей учебно-методического пособия соответствует разделу курсового проекта (КП).

В первом разделе КП (35 % объема КП) выполняется проектирование и последующее усиление плоской монолитной плиты перекрытия в здании перекрестно-стеновой конструктивной системы в связи с уменьшением класса бетона при возведении перекрытия здания. Для усиления плиты должен быть выбран способ ее усиления (см. часть 1 и часть 5 УМП), выполнены чертеж первоначального армирования плиты и схема усиления плиты выбранным способом. Задание первого раздела КП предполагает выполнение расчета плоской плиты крупнопанельного здания, свободно опертой по контуру, с использованием метода предельного равновесия. Выполнение расчетов предусматривается с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР с привлечением модуля ЛИТЕРА и команды *расчет трещин* для получения картины трещинообразования, линий излома плит при различном их опирании и закреплении на опорах, а также количественной оценки параметров трещин.

Во втором разделе КП (15 % объема КП) рассматриваются расчет и конструирование плоской плиты перекрытия в зоне сопряжения плиты с колонной. Необходимо выбрать способ и выполнить расчет для усиления плоской плиты перекрытия в приопорной зоне плиты из-за увеличения нагрузки на перекрытие. Схема усиления поперечного армирования плиты перекрытия показывается на чертеже. Во втором разделе КП выполняется компьютерное моделирование стыка и дается анализ картины распределения напряжений в зоне продавливания.

Третий раздел КП (35 % объема КП) посвящен компоновке, расчету и конструированию сборного перекрытия, представленного железобетонными прогонами с опирающимися на них многопустотными предварительно напряженными плитами перекрытия. В связи с увеличением нагрузки на перекрытие выбирается способ усиления несущих элементов сборного перекрытия и выполняется расчет усиления прогона и плиты. Схемы усиления несущих элементов сборного перекрытия приводятся на чертеже. В третьем разделе КП выполняется моделирование многопустотной плиты перекрытия из объемных конечных элементов, а также расчет плиты и анализ ее напряженно-деформированного состояния.

В четвертом разделе КП (15 % объема КП) выполняется первоначальное проектирование кирпичного столба и бутобетонного фундамента под кирпичный столб, а затем, после выбора способа усиления, выполняется проектирование кирпичного столба и бутобетонного фундамента при увеличенной нагрузке. Выполняется компьютерная модель бутобетонного фундамента из объемных конечных элементов и после расчета фундамента анализируется его напряженно-деформированное состояние и возможные зоны разрушения бетона.

Примерные вопросы к защите курсового проекта

1. Какие нормативные документы были использованы при выполнении курсового проекта?
2. Какова последовательность выполнения расчетов с использованием процессора ЛИТЕРА ПК ЛИРА-САПР с графическим представлением результата и анализом картины трещинообразования в верхнем и нижнем слоях плиты?
3. Какова последовательность выполнения компьютерных расчетов железобетонных конструкций в нелинейной постановке?
4. Как можно выполнить расчет плоского монолитного перекрытия, опертого на стены, с использованием команды *расчет трещин* программного комплекса ЛИРА-САПР?
5. В чем состоит усиление плоской плиты перекрытия традиционными методами и с использованием композитных материалов?
6. В чем состоит расчет плоской плиты перекрытия крупнопанельного здания, свободно опертой по контуру, с использованием метода предельного равновесия?
7. Какие исходные данные необходимо задать для выполнения расчета плоской плиты перекрытия на продавливание?
8. Какова последовательность создания расчетной модели железобетонной конструкции из объемных конечных элементов? Какие особенности анализа НДС таких моделей?
9. Какие расчетные алгоритмы были использованы при расчете, в том числе расчете усиления конструктивных элементов сборного перекрытия традиционными методами и с использованием композитных материалов?
10. Какие конструктивные решения могут быть использованы для усиления несущих элементов сборного перекрытия здания?
11. Какие расчетные алгоритмы были использованы в курсовом проекте при расчете, в том числе расчете усиления, кирпичного столба и бутобетонного фундамента?
12. Какие способы могут быть использованы для усиления кирпичного столба?
13. Какое конструктивное решение усиления бутобетонного фундамента было выбрано при выполнении курсового проекта?
14. Каково может быть содержание заключения по принятому проектному решению усиления железобетонных и каменных конструкций?

1. РАСЧЕТ И УСИЛЕНИЕ ПЛОСКОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ МОНОЛИТНОГО ЗДАНИЯ ПЕРЕКРЕСТНО-СТЕНОВОЙ КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ

1-я часть КП	
Размеры плиты, м	P_f , кН/м ²
3,58 × 6,58	2,0

Задание

Расчет и конструирование фрагмента плоской плиты перекрытия монолитного здания перекрестно-стеновой конструктивной системы. Выбор способа усиления, расчет и конструирование плоской плиты перекрытия в связи с тем, что при возведении перекрытия принято решение по уменьшению класса бетона с В40 до В15. Определение схемы излома плиты перекрытия при заделке четырех сторон плиты; количественная оценка параметров трещин по результатам компьютерного расчета плиты в ПК ЛИРА-САПР с использованием процессора ЛИТЕРА и команды *расчет трещин*. Расчет и конструирование плоской плиты перекрытия крупнопанельного здания, свободно опертой по контуру, с использованием метода предельного равновесия.

Исходные данные для расчета плиты в ПК ЛИРА:

размеры плиты в плане — 3580 × 6580 мм;

высота поперечного сечения плиты $h = 140$ мм;

толщина стен-опор плит перекрытий — 180 мм.

Пролеты плиты:

3580 — 180 = 3400 мм;

6580 — 180 = 6400 мм.

Жесткое сопряжение плиты со стенами по четырем сторонам.

Материалы:

1-й вариант расчета: бетон В35, арматура А400.

2-й вариант расчета: бетон В15, арматура А400.

$$v_{opt} = \frac{90}{184,4} = 0,488.$$

Таблица 1.1

Сбор нагрузок на монолитную сплошную плиту перекрытия

№	Наименование и значение нагрузки, кН/м ²	Нормативное значение	γ _f	Расчетное значение
1	<i>Постоянная P_d:</i>			
1.1	пол — 1,2	1,2	1,25	1,5
1.2	плита (14,0 см) — 0,14 · 25 = 3,5	3,5	1,1	3,85
2	<i>Временная длительная P_f:</i>			
	перегородки — 0,5	0,5	1,2	0,6
3	<i>Временная на перекрытие:</i>			
3.1	полное значение P _f — 2,0	2,0	1,2	2,4
3.2	пониженное значение P _f — 0,35 · 2,0 = 0,7	0,7	1,2	0,84
	Σ = 1,1 + 1,2 + 2 + 3,1	7,2		
	Σ = 1,1 + 1,2 + 2 + 3,2	5,9	1,16	8,35

Построение расчетной схемы монолитной плиты перекрытия

Признак — 3.

Построение с использованием команды *создание регулярных фрагментов и сетей* с разбивкой плиты-пластины на КЭ по $X — 0,34 \text{ м} \times 10$, по $Y — 0,32 \text{ м} \times 20$.

Закрепление плиты жесткое по четырем сторонам, соответствует закреплению по направлениям Z, UX, UY .

Расчетное значение (табл. 1.1) равномерно распределенной нагрузки — $8,35 \text{ кН/м}^2$.

Расчет плиты выполняется по *усилиям* при $\gamma_{f,cr} = \frac{8,35}{7,2} = 1,16$ и доли длительности — $\frac{5,9}{7,2} = 0,82$.

При задании *жесткости* модель деформации принимается по рекомендации СП 430.1325800 «Монолитные конструктивные системы» с понижающим коэффициентом 0,2.

1-й вариант расчета: бетон В35 ($E = 34\,500 \cdot 0,2 = 6900 \text{ МПа}$), арматура А400.

2-й вариант расчета: бетон В15 ($E = 24\,000 \cdot 0,2 = 4800 \text{ МПа}$), арматура А400.

При задании материалов ограничивается ширина раскрытия трещин: $a_{cr} = 0,4 \text{ мм}$ (кратковременное раскрытие), $a_{cr} = 0,3 \text{ мм}$ (длительное раскрытие).

Результаты расчета

Прогиб плиты (рис. 1.1, *а, б*) определяется для двух вариантов классов бетона. Прогиб плиты перекрытия не превышает предельных допустимых значений: $\left(\frac{1}{150}\right)l_0$ при $l_0 = 3,0 \text{ м}$, $\left(\frac{1}{200}\right)l_0$ при $l_0 = 6,0 \text{ м}$. При $l_0 = 3,4 \text{ м} = 340 \text{ см}$, $\left(\frac{50}{3}\right)0,4 = 7,150 + 7 = 157$, $f_{ult} = \left(\frac{1}{157}\right)l_0 = 0,0064 \cdot 340 = 2,17 \text{ см}$.

Результаты подбора арматуры плиты перекрытия при двух вариантах класса бетона представлены на рис. 1.2.

При выполнении двух прочностных расчетов плоских плит перекрытия с классами бетона В15 и В35 при подборе арматуры были получены аналогичные результаты (рис. 1.1). Усиление плиты не требуется.

По конструктивным требованиям СП 63.13330 «Бетонные и железобетонные конструкции» минимальный процент армирования изгибаемых элементов составляет $\mu \% = 0,1 \%$.

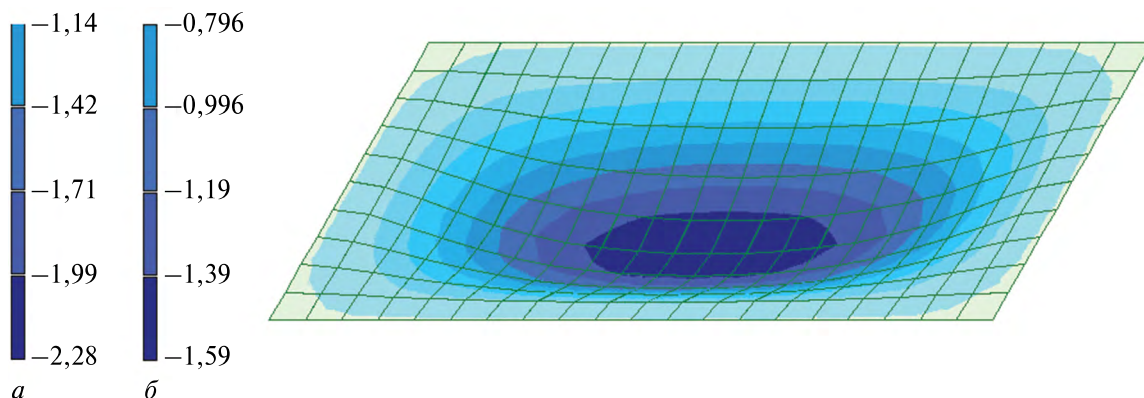


Рис. 1.1. Изополя прогибов (мм) плиты перекрытия на деформированной схеме: *а* — класс бетона В15; $f = 0,23 \text{ см} < 2,17 \text{ см}$; *б* — класс бетона В35; $f = 0,16 \text{ см} < 2,17 \text{ см}$

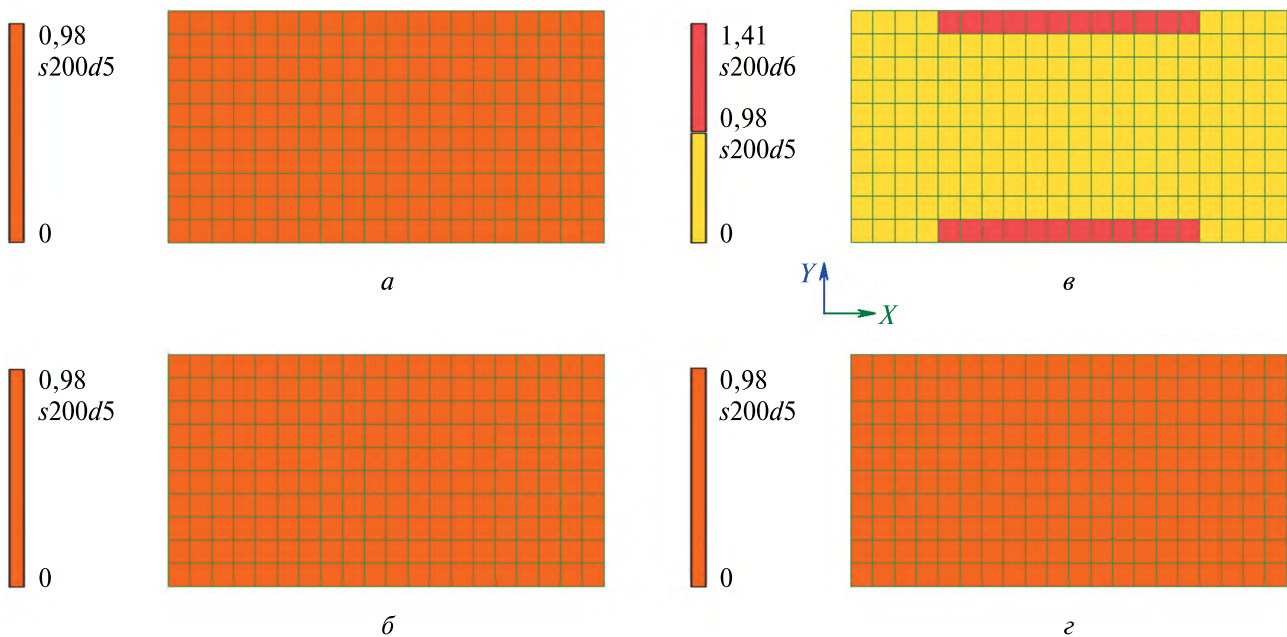


Рис. 1.2. Армирование плиты перекрытия при использовании бетона класса В15 или В35 и арматуры класса А400:
 а — по оси X у верхней грани; б — по оси X у нижней грани;
 в — по оси Y у верхней грани; г — по оси Y у нижней грани

Плоская плита перекрытия армируется двумя сетками, расположенными у верхней и нижней грани плиты. По результатам расчета для обеспечения несущей способности требуются арматурные стержни 6-А400 с шагом 200 мм. При ширине участка плиты $b = 100$ см и $h_0 = 14 - 2,3 = 11,7$ см требуется установить 5 стержней $A_s = 1,42$ см². Процент армирования составляет $\mu \% = \frac{1,42}{11,7} = 0,12 \% > 0,1 \%$.

Общий вид и армирование плиты представлены на рис. 1.3.

Для определения особенности трещинообразования монолитной плиты перекрытия, жестко сопряженной со стенами по четырем сторонам, используются процессор ЛИТЕРА и команда *расчет трещин*.

Построение расчетной схемы монолитной плиты перекрытия

Признак — 5.

Построение с использованием команды *создание регулярных фрагментов и сетей* с разбивкой плиты-пластины на КЭ по $X — 0,34$ м \times 10, по $Y — 0,32$ м \times 20.

Закрепление жесткое по четырем сторонам по направлениям X, Y, Z, UX, UY, UZ .

Расчетное значение равномерно распределенной нагрузки — 8,35 кН/м².

Расчет плиты выполняется по *усилиям* при $\gamma_{f,sp} = \frac{8,35}{7,2} = 1,16$ и доли длительности —

$$\frac{5,9}{7,2} = 0,82.$$

При задании *жесткости* переходим к нелинейной постановке задачи с заданием закона деформирования бетона класса В15 (рис. 1.4), закона деформирования арматуры класса А400 (рис. 1.5) и указанием содержания арматуры через процент армирования $\mu \% = 0,12 \%$ (рис. 1.6), установленный ранее.

Плоская плита перекрытия армируется двумя сетками из арматурных стержней диаметром 6 мм. Расстояние от растянутой грани до средней линии сеток армирования составляет: $2 + 0,6 = 2,6$ см. Расстояние от оси X_0 до средней линии верхней сетки составляет: $(14/2) - 2,6 = 4,4$ см, для нижней сетки — 4,4 см.

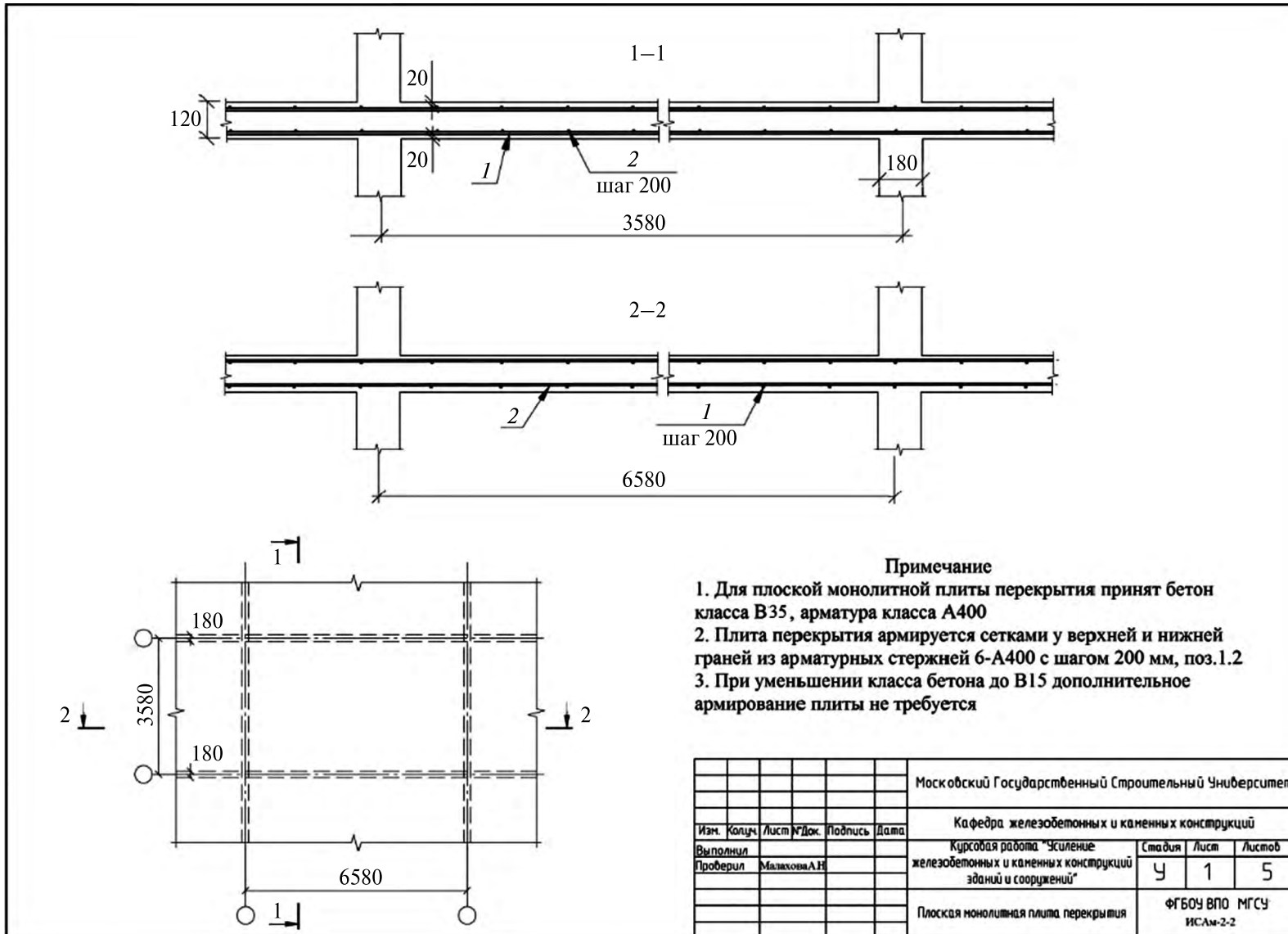


Рис. 1.3. Общий вид и армирование плиты перекрытия

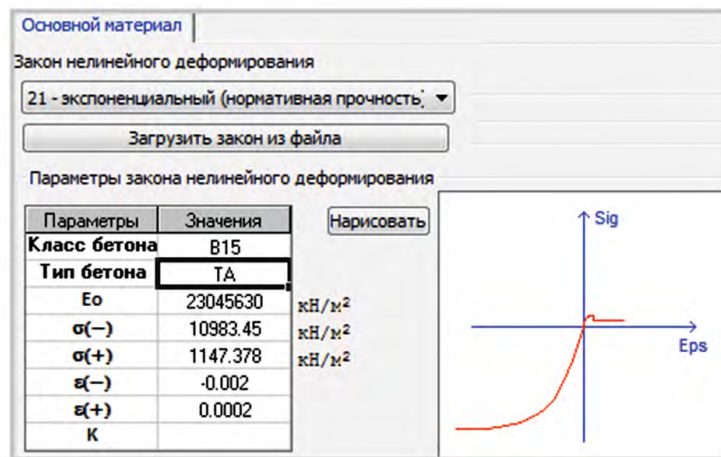


Рис. 1.4. Диалоговое окно задания закона деформирования бетона класса В15 атмосферного твердения (ТА)

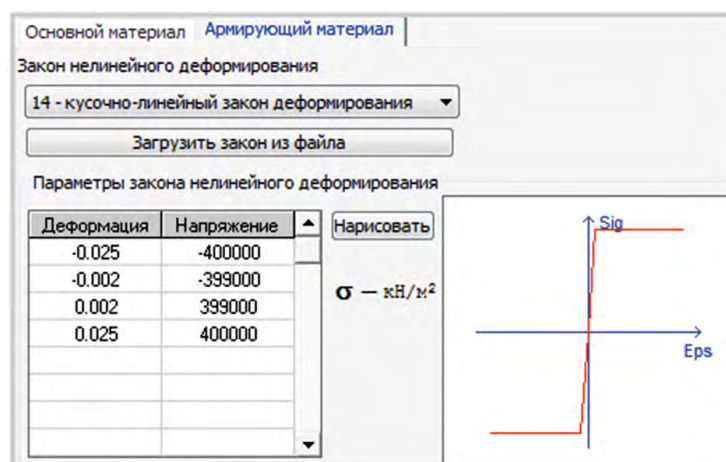


Рис. 1.5. Диалоговое окно задания закона деформирования арматуры класса А400 (деформации ε_s — по СП 63.13330)

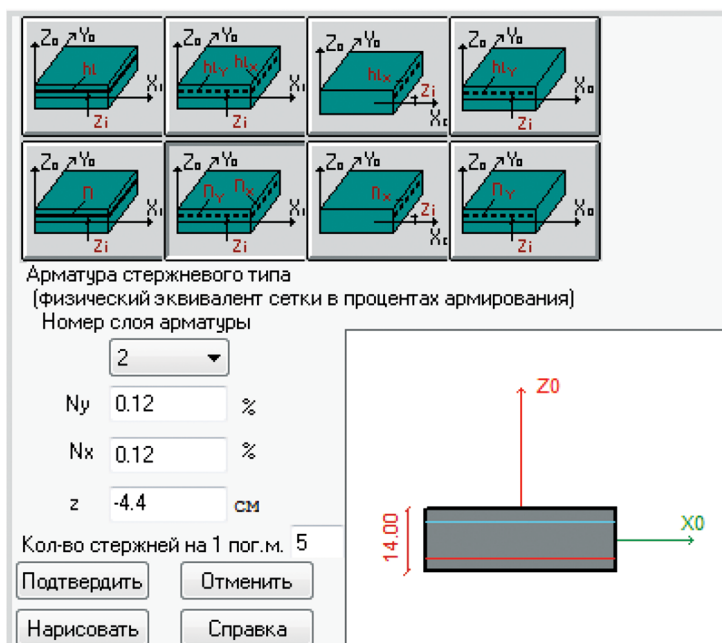


Рис. 1.6. Диалоговое окно задания армирования

Результаты нелинейного расчета

При нелинейном расчете (рис. 1.7; 1.8, *a*, *б*; 1.9) в диалоговом окне шагового процессора (меню *расчет*) необходимо задать количество шагов разбиения шкалы напряжения σ_b для определения касательного модуля деформации бетона по графику закона его деформирования для каждого шага разбиения.

Линии излома плиты при заделке четырех сторон плиты, а также при заделке трех сторон со свободной длиной или короткой стороной приведены на рис. 1.10, *a–д*.

Линии излома можно получить по результатам расчета плиты с использованием расчетного процессора ЛИТЕРА и команды *расчет трещин*.

Расчет плиты перекрытия с использованием процессора ЛИТЕРА выполняется из меню *расширенный анализ*. На рис. 1.11 представлено диалоговое окно для вычисления главных напряжений.

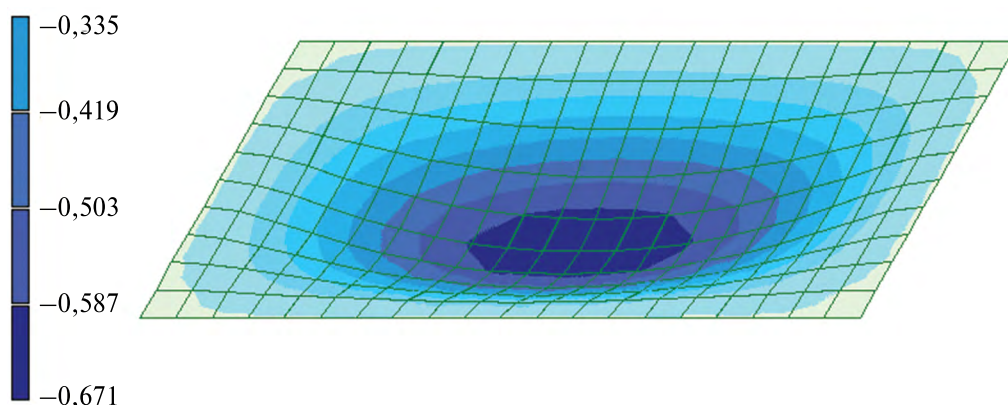


Рис. 1.7. Изополю прогибов (мм) плиты перекрытия на деформированной схеме при расчете с учетом нелинейности (класс бетона В15, класс арматуры А400, процент армирования $\mu \% = 0,12 \%$, $f = 0,07 \text{ см} < 2,17 \text{ см}$)

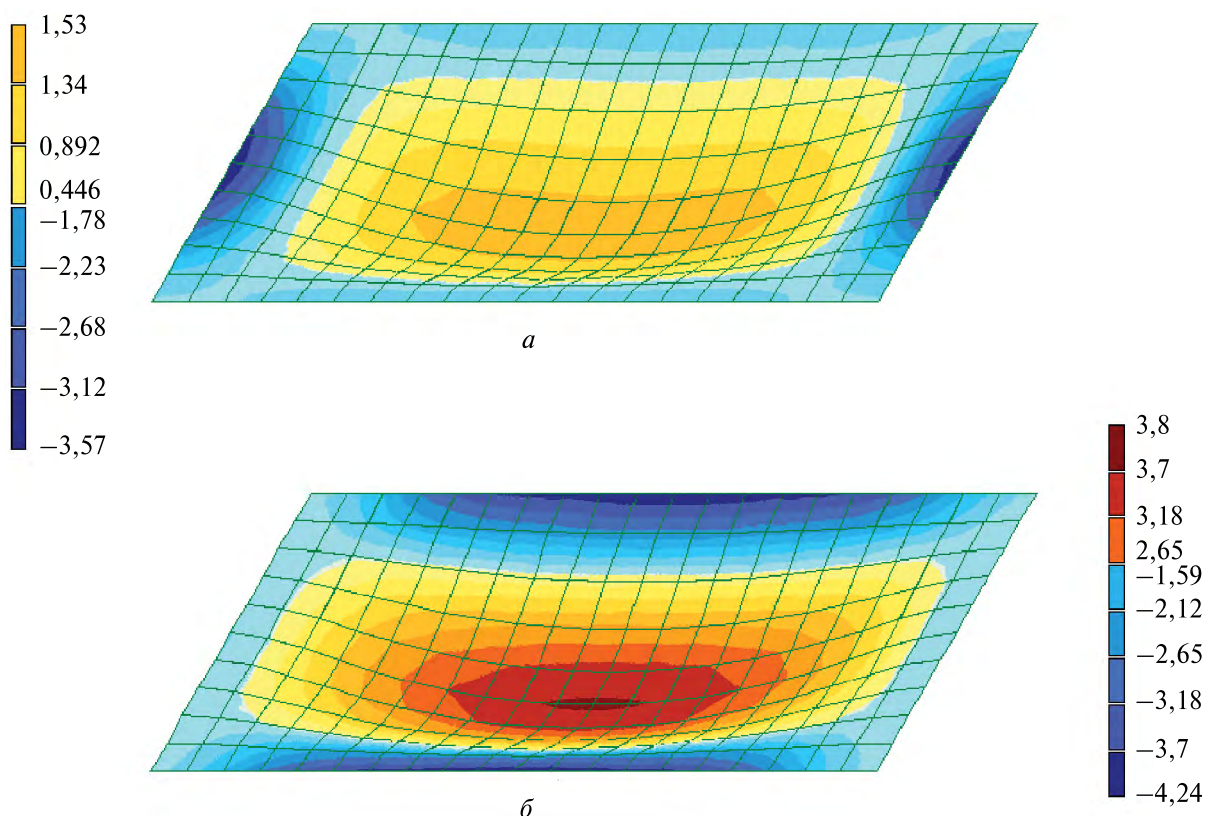


Рис. 1.8. Изополю напряжений:
a — по M_x в кНм/м; *б* — по M_y в кНм/м

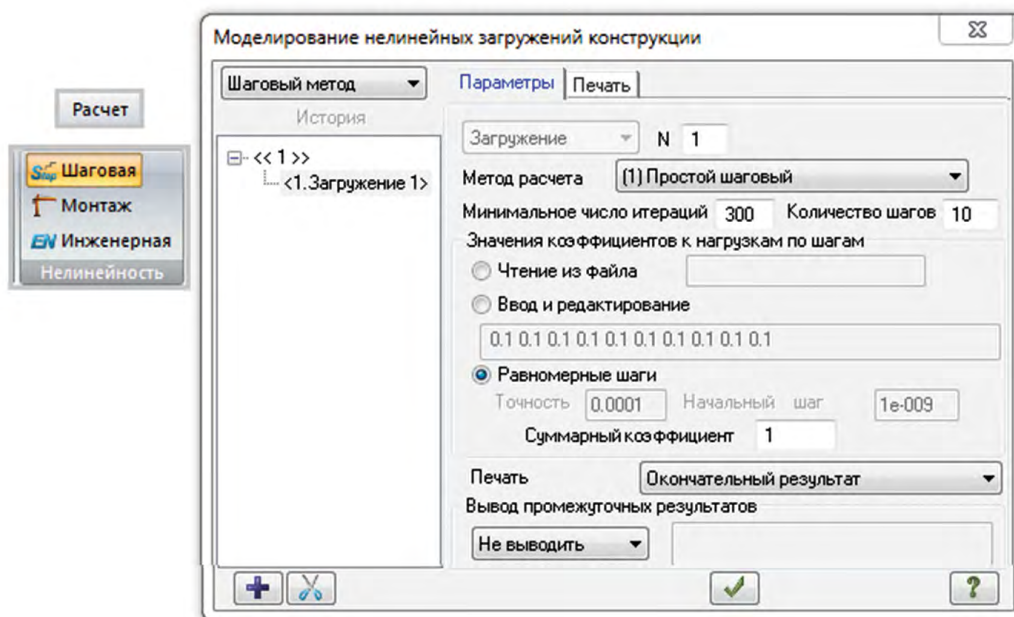


Рис. 1.9. Диалоговое окно для задания количества шагов (10) разбиения шкалы σ_b на графике деформирования бетона (рис. 1.4) для определения касательного модуля для каждого из шагов

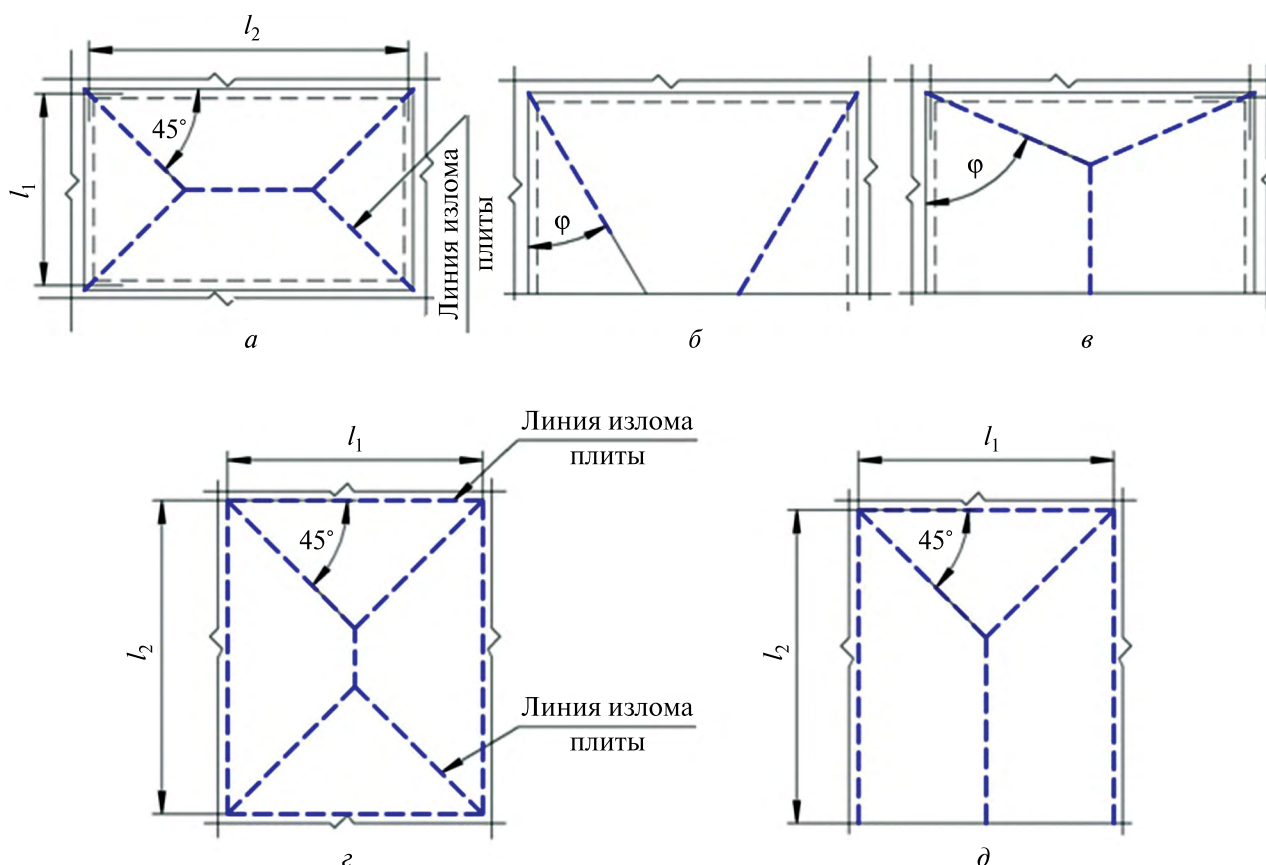


Рис. 1.10. Линии излома перед разрушением плит перекрытия:

$a, б, в$ — шарнирное сопряжение плит со стенами-опорами; $г, д$ — жесткое сопряжение плит со стенами-опорами; $a, г$ — опирание по четырем сторонам; $б, в, д$ — опирание по трем сторонам

После успешного выполнения расчета с использованием процессора ЛИТЕРА можно получить изополя главных растягивающих напряжений N_1 и главных сжимающих напряжений N_3 (рис. 1.12, рис. 1.14), а также оценить трещинообразование для верхнего и нижнего слоев плиты (рис. 1.13, рис. 1.15).

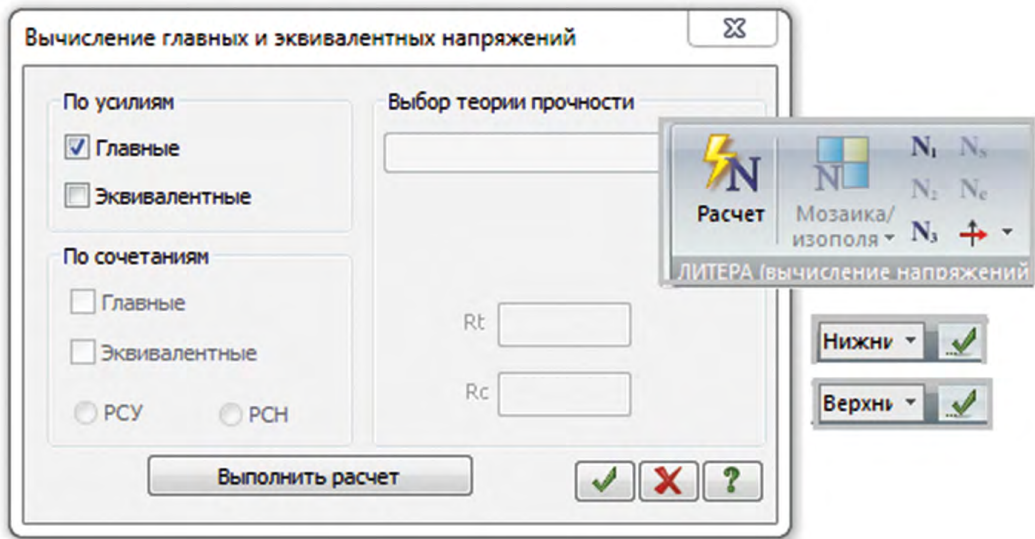


Рис. 1.11. Диалоговое окно расчетного процессора ЛИТЕРА

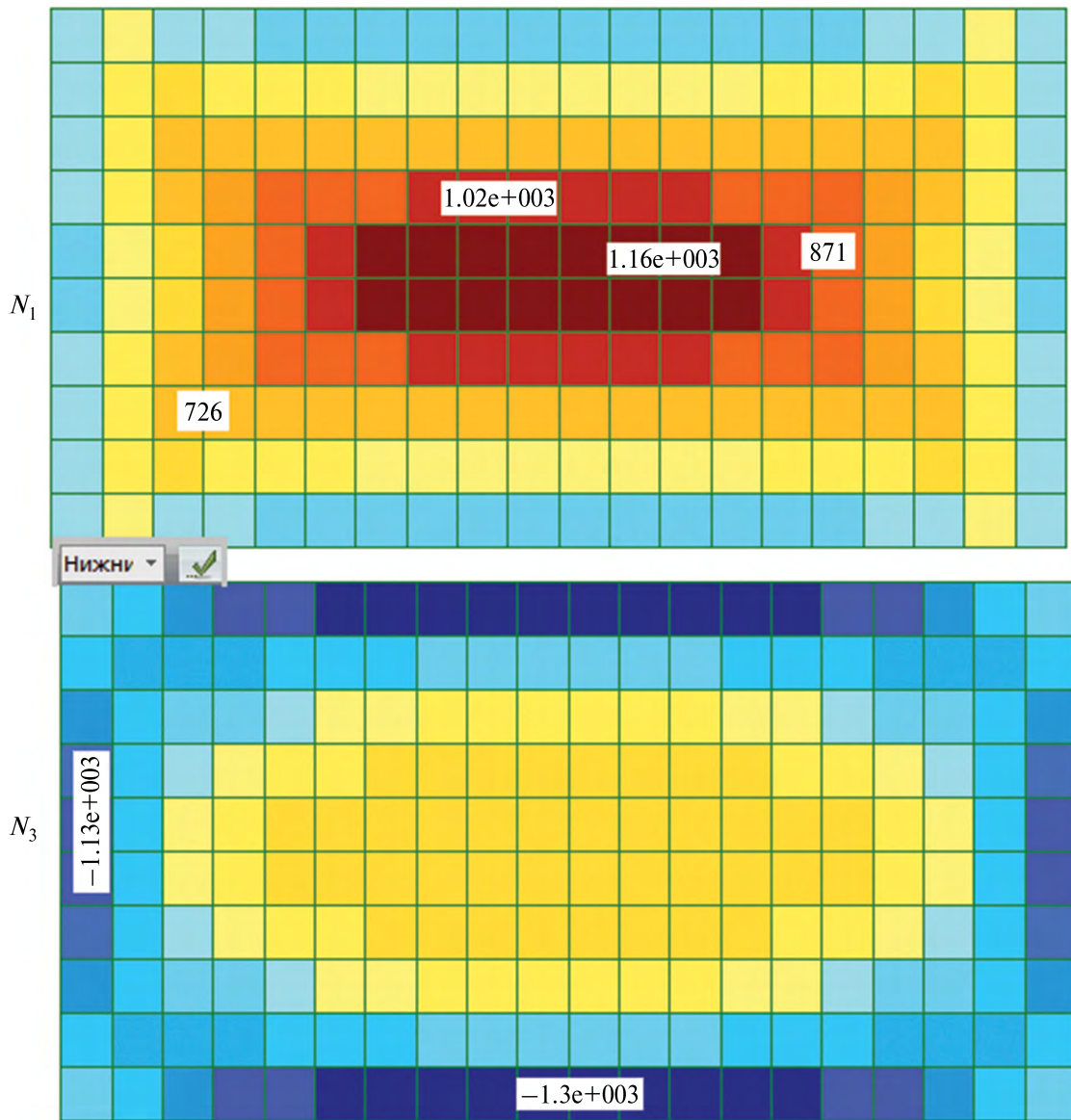


Рис. 1.12. Изополя главных растягивающих напряжений N_1 и главных сжимающих напряжений N_3 для нижнего слоя плиты

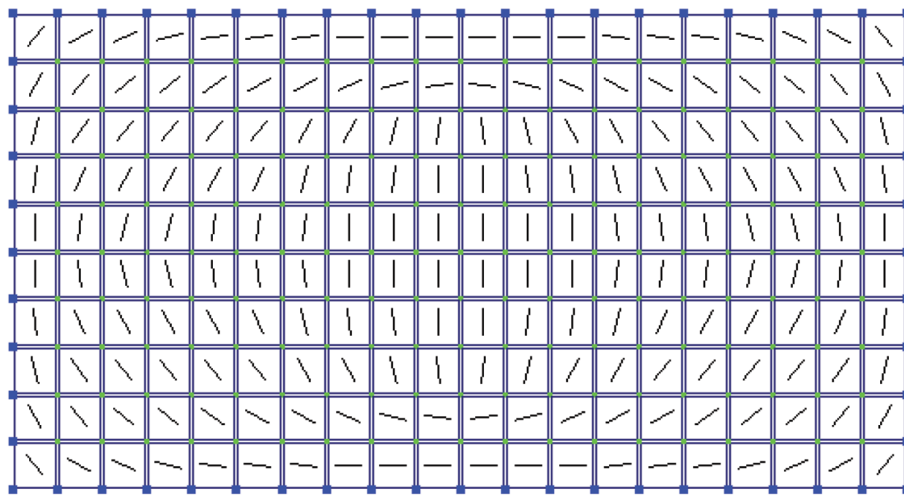


Рис. 1.13. Направление трещин (соответствующее направлению главных сжимающих напряжений N_3) для нижнего слоя плиты

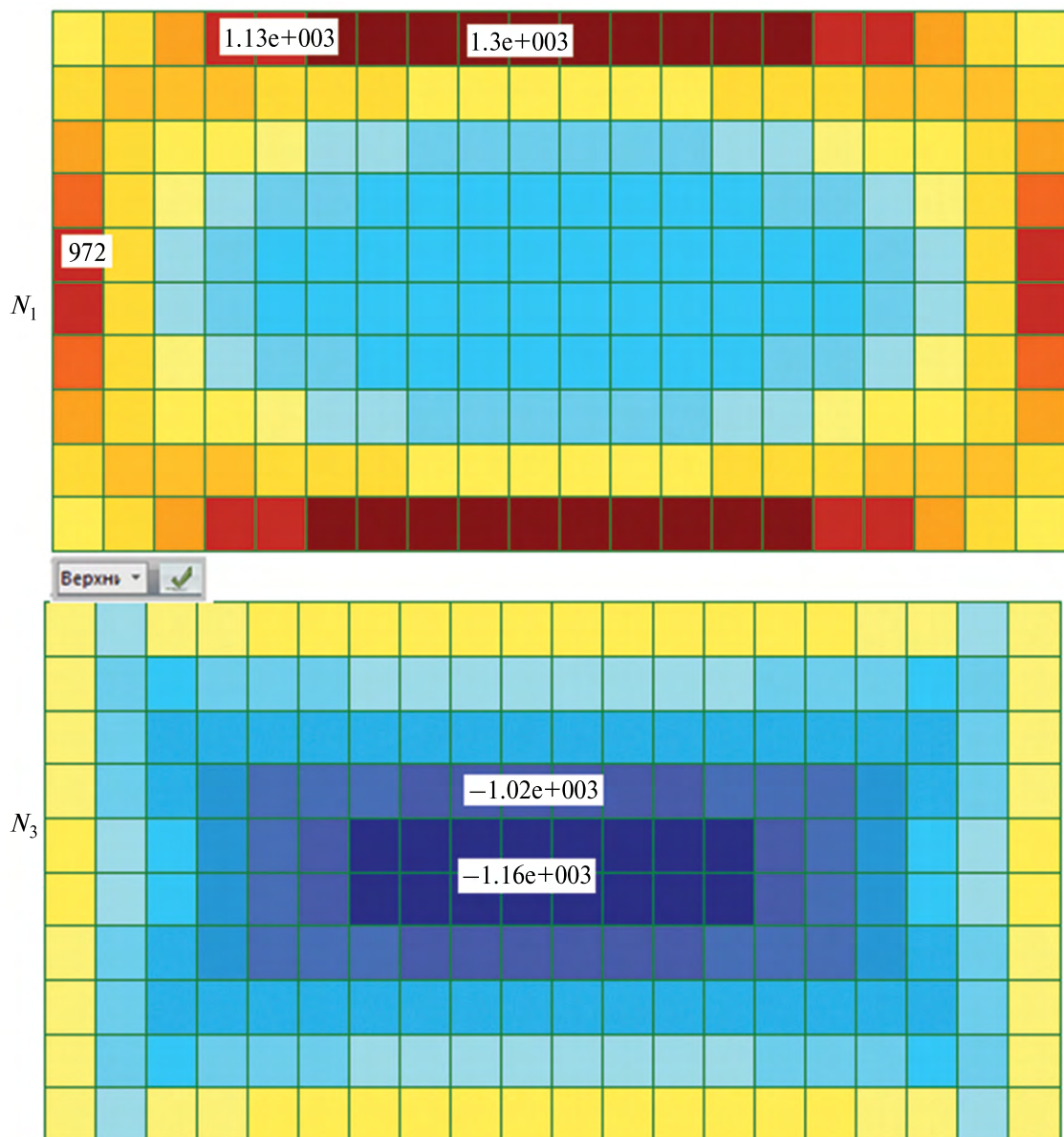


Рис. 1.14. Изополя главных растягивающих напряжений N_1 и главных сжимающих напряжений N_3 для верхнего слоя плиты

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru