ООО «Строй-Тех»

Шифр: 011-05-2007

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Расчет и конструирование плитного фундамента жилого дома 4А-4 в пос. ГЭС г.Набережные Челны

Директор **Новичков А.Г.**

ГИП **Новичков Г.И.**

Пенза – 2007

Содержание

1. Общие данные…… . 3

2. Инженерно-геологические условия площадки строительства …… 3

3. Оценка результатов инженерно-геологических исследований …… 11

4. Проектирование плитного фундамента ……. 14

4.1. Нагрузки на фундамент …… 14

4.2. Выбор расчетной схемы основания …… 14

4.3. Определение предварительных размеров фундамента ……. 14

4.4. Численный расчет с использованием программы ANSYS …….. 17

4.5.Фундаментная плита на естественном неоднородном основании…. 18

4.5.1. Секция А …….. 18

4.5.2. Секция Б …… 24

4.5.3. Секция В …… 29

5. Конструирование плиты ……. 34

5.1. Секция А …….. 35

5.2. Секция Б …… 40

5.3. Секция В ……... 47

Литература ……. 51

Приложения ……53

1. Расчет осадки фундаментной плиты
2. Расчет площади поперечного сечения продольной и поперечной арматуры

1. Общие данные

В соответствии с письмом за № 02-1/870 от 10.10.2006 г. и договором от _____ 2006 г. по заданию ООО «Управления капитального строительства «Камгэсэнергострой», ООО «Строй-Тех» выполнены расчеты и конструирование фундаментной плиты 10 этажного 186 квартирного жилого дома 4А-4 в 4А микрорайоне п.ГЭС г.Набережные Челны. Ранее ОАО «Стройпроект Плюс» /1/ был разработан вариант монолитных ленточных фундаментов с устройством грунтовой подушки.

2. Инженерно-геологические условия площадки строительства

В результате инженерно-геологических изысканий, выполненных в 2005 г. ОАО «Камский трест инженерно-строительных изысканий» /2/ на площадке строительства выделено 7 инженерно-геологических элементов (рис. 2).

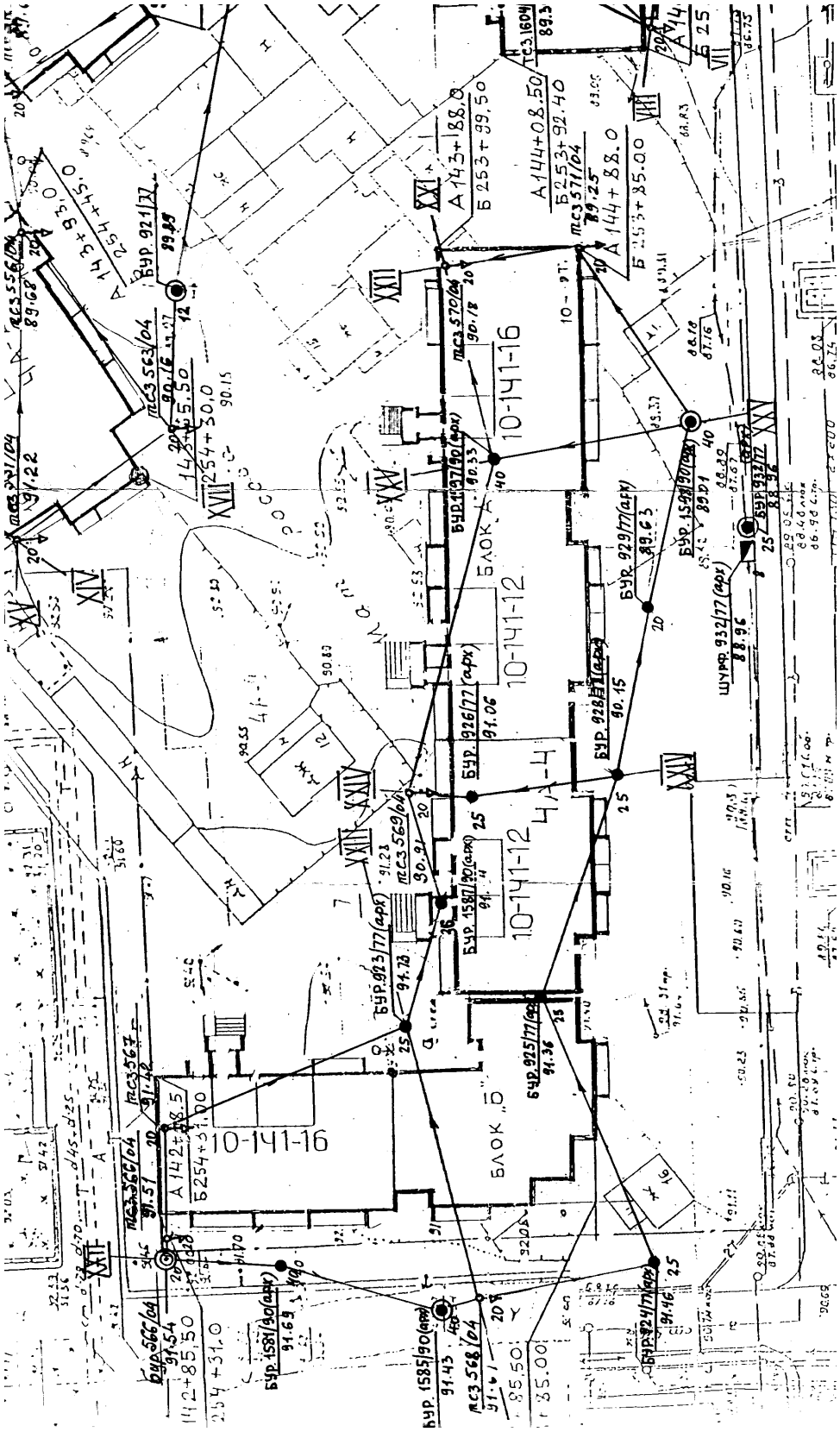


Рис. 1. Расположение скважин при проведении инженерно-геологических исследований

Участок жилого дома 4А-4

(разрезы по линиям XX1-XX1 ÷ XXY-XXY).

ИГЭ-1а. Насыпные грунты, представленные песком с включением щебня и строительного мусора, а также смесью чернозема, суглинка, щебня и гравия.

Распространены повсеместно при мощности 0,1-1,7 м.

В качестве основания не пригодны и должны отойти во вскрышу.

ИГЭ-2. Суглинок просадочный, твердый, макропористый, известковистый, коричневый, с прослойками песка и супеси.

Залегает в восточной части участка, выклиниваясь в западном направлении.

Вскрыт выработками №№ 570/04, 571/04, 1597/90 и 1598/90 в интервале глубин 5,6-6,7 ÷ 7,5-9,7 м при мощности до 3,0 м.

При полном водонасыщении суглинок ИГЭ-2 приобретает текучую консистенцию, т.е. переходит в ИГЭ-2д.

ИГЭ-3. Супесь просадочная, твердая, макропористая, известковистая, коричневая, с прослойками песка.

Имеет ограниченное распространение.

Вскрыта выработками №№ 566/04, 567/04, 1581/90 в интервале глубин 7,1-7,2 ÷ 8,7-9,0 м при мощности 1,6-1,8 м, а также скважиной № 929/77 в интервале глубин 3,5-5,0 м при мощности 1,5 м.

При полном водонасыщении супесь ИГЭ-3 приобретает текучую консистенцию, т.е. переходит в ИГЭ-3в.

Тип грунтовых условий по просадочности при совместном рассмотрении ИГЭ-2 и ИГЭ-3 - первый (относительная деформация просадочности при природном давлении менее 0,01 д.е.).

ИГЭ-2а. Суглинок непросадочный, твердый, известковистый, коричневый.

Имеет ограниченное распространение.

Вскрыт выработками №№ 570/04, 571/04, 1597/90, 1598/90 в интервале глубин 1,0-2,6 ÷ 1,9-3.2 м при мощности 0,6-1,3 м, а также скважинами №№ 924/77, 929/77 в интервалах глубин 6,6-8,6 м и 5,0--6,1 м при мощности 2,0 и 1,1 м, соответственно.

При полном водонасыщении суглинок ИГЭ-2а приобретает текучую консистенцию, т.е. переходит в ИГЭ-2д.

ИГЭ-2б. Суглинок тугопластичный, известковистый, ожелезненный, коричневый, серовато-коричневый и серый, с прослойками песка.

Суглинок РГЭ-2б/1 вскрыт всеми выработками, кроме скважины № 1581/90, в интервале глубин 7,5-9,7 ÷ 8,0-10,9 м при мощности 0,5-1,8 м.

Находится в зоне сезонных колебаний УПВ, но не достиг еще своего предельного текучего состояния, соответствующего ИГЭ-2д.

Суглинок РГЭ-2б/2 - с примесью органических веществ, вскрыт только архивными скважинами №№ 1581/90, 1587/90, 1597/90, 1598/90 и 924/77 в интервале глубин 21,0-24,0 ÷ 26,4-28,0 м при мощности 3,6-4,7 м.

Суглинок РГЭ-2б/2 находится в предельном стабильном во времени тугопластичном состоянии.

ИГЭ-2в. Суглинок мягкопластичный, известковистый, коричневый, серый и темно-серый, с прослойками песка, в скважинах №№ 1581/90, 924/77, 925/77, 928/77 и 929/77 ниже глубины 21,2-23,0 м - с примесью органических веществ.

Суглинок РГЭ-2в/1 вскрыт всеми выработками, кроме №№ 570/04, 571/04 и 1597/90, в интервале глубин 8,0-9,9 ÷ 9,3-12,6 м при мощности 0,8-3,5 м.

При полном водонасыщении суглинок РГЭ-2в/1 переходит в текучепластичное и текучее состояние, т.е. в ИГЭ-2г и ИГЭ-2д, соответственно.

Суглинок РГЭ-2в/2 вскрыт в толще ИГЭ-2г всеми выработками, кроме №№ 567/04, 1581/90, 923/77 и 924/77, в интервале глубин 12,3-16,1 ÷ 14,3-17,7 м в виде линз, прослоев и слоев мощностью от 0,6 до 4,5 м, а также подстилает суглинок ИГЭ-2г с глубины 17,0-21,3 м при мощности от 1,7 до более 8,0 м.

Находится в предельном стабильном во времени мягкопластичном состоянии.

ИГЭ-2г. Суглинок текучепластичный, известковистый, коричневый, с линзами, прослоями и прослойками суглинка ИГЭ-2в, супеси ИГЭ-3б и ИГЭ-3в и песка ИГЭ-4.

Вскрыт повсеместно с глубины 9,3-13,8 м, подошва отмечена на глубине 17,0-21,3 м.

Мощность суглинка ИГЭ-2г составляет 3,8-10,0 м.

Находится в предельном стабильном во времени текучепластичном состоянии.

ИГЭ-3а. Супесь непросадочная, твердая, известковистая, коричневая, с прослоями и линзами песков ИГЭ-4 и ИГЭ-4а, в скважине № 929/77 в интервале глубин 3,5-5,0 м линза супеси просадочной ИГЭ-3, в выработках №№ 566/04, 567/04, 569/04 и 1587/90 в отдельных интервалах под влиянием инфильтрующейся с поверхности влаги ослаблена до пластичного состояния (РГЭ-3б/1).

Вскрыта всеми выработками в верхней части разреза под песком ИГЭ-4а с глубины 1,6-4,9 м до глубины 3,5-9,0 м при мощности, исключая линзы иных литологических разностей, 1,9-6,2 м, а также в толще песка ИГЭ-4а выработками №№ 568/904, 1581/90 и 1585/90 в интервалах глубин 1,0-1,5 ÷ 1,7-2,5 м при мощности до 1,0 м (РГЭ-3а/1).

При полном водонасыщении супесь РГЭ-3а/1 переходит в текучее состояние, т.е. в ИГЭ-3в.

ИГЭ-3б. Супесь пластичная, известковистая, коричневая.

Супесь РГЭ-3б/1 вскрыта выработками №№ 566/04, 567/04, 569/04 и 1587/90 в интервалах глубин 1,0-1,4 ÷ 1,9-2,8 м и т.с.з.№ 567/04 в интервале глубин 5,5-7,1 м при мощности 0,6-1,6 м.

Является "следом" гравитационно отошедшей вниз верховодки.

При полном водонасыщении переходит в текучее состояние, т.е. в ИГЭ-3в.

Супесь РГЭ-3б/2 вскрыта только выработками №№ 566/04 и 567/04 в интервале глубин 12,5-12,7 ÷ 13,7-13,9 м при мощности до 1,4 м.

Находится в предельном стабильном во времени пластичном состоянии.

ИГЭ-3в. Супесь текучая, коричневая.

Вскрыта выработками №№ 568/04 и 1585/90 в интервале глубин 10,6-10,9 ÷ 11,4-12,5 м при мощности 0,8-1,6 м, а также скважиной № 1587/90 в интервале глубин 15,0-17,0 м при мощности 2,0 м.

Находится в предельном стабильном во времени текучем состоянии.

ИГЭ-4. Песок пылеватый, средней плотности, малой степени водо-водонасыщения и насыщенный водой, коричневый.

Песок РГЭ-4/1 вскрыт в восточной части участка в толще ИГЭ-3а выработками №№ 569/04, 570/04, 571/04 и 1597/90 в интервале глубин 4,1-5,3 ÷ 5,1-6,5 м при мощности до 1,4 м.

Подвержен неизбежному периодическому влиянию верховодки.

Песок РГЭ-4/2 вскрыт выработками №№ 566/04, 567/04 и 1581/90 в интервале глубин 15,5-16,0 ÷ 16,0-17,0 м при мощности до 1,0 м, а также т.с.з.№ 569/04 в интервале глубин 17,3-19,1 м при мощности 1,8 м.

Находится ниже УПВ в состоянии полного насыщения водой.

ИГЭ-4а. Песок мелкий, средней плотности, малой степени водонасыщения, коричневый, в выработках №№ 566/04, 568/04, 1581/90 и 1585/90 линзы супеси ИГЭ-3а и ИГЭ-3б.

Вскрыт всеми выработками непосредственно под насыпными грунтами ИГЭ-1а с глубины 0,1-1,7 м при мощности 0,3-3,2 м, а также в западной части участка в толще ИГЭ-3а выработками №№ 566/04, 567/04, 568/04, 1585/90, 1587/90, 923/77 в интервалах глубин 1,9-5,3 ÷ ÷ 2,3-7,7 м при мощности от 0,4 до 2,4 м.

ИГЭ-6а. Глина неогеновая, элювиальная, твердая, полутвердая и тугопластичная, выветрелая, трещиноватая, серовато-голубовато- и зеленовато-коричневая и серая, с прослойками песка серого, в скважине № 1597/90 на глубине 33,7 м - - с включением гравия.

Подстилает четвертичные отложения с глубины 26,4-28,2 м (абс. отметки 63,93-62,31 м) при мощности 8,8-12,3 м.

Стабильна во времени по своей консистенции.

ИГЭ-7а. Глина верхнепермская, элювиальная, твердая, полутвердая и тугопластичная, выветрелая, трещиноватая, комковатая, темно-серая и голубовато-синяя, с прослойками алеврита.

Вскрыта скважинами №№ 1581/90, 1585/90 и 1597/90 с глубины 37,0-38,7 м (абс.отметки 54,43-51,63 м). Вскрытая мощность 1,3-3,0 м.

Стабильна во времени по своей консистенции.

Установившийся свободный уровень первого от дневной поверхности постоянного водоносного ненапорного горизонта инфильтрационного происхождения по состоянию на ноябрь 2004г. зафиксирован на глубине 8,00-10,20 м, на абс.отметках 82,24-79,45 м.

Табл. 1

Таблица № 5 нормативных и расчетных значений характеристик грунтов по ИГЭ и РГЭ.

№№ п/п	Наименование характеристик грунтов	Ед. изм.	ИГЭ-2	ИГЭ-2а	РГЭ-2б/1	ИГЭ-2в		ИГЭ-2г	ИГЭ-3	ИГЭ-3а		ИГЭ-3б		ИГЭ-3в	ИГЭ-4		ИГЭ-4а
						РГЭ-2в/1	РГЭ-2в/2			РГЭ-3а/1	РГЭ-3а/2	РГЭ-3б/1	РГЭ-3б/2		РГЭ-4/1	РГЭ-4/2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Влажность на дату изысканий	д.е.	0,13	0,15	0,20	0,23	0,23	0,24	0,10	0,11	0,14	0,19	0,20	0,22	0,08	0,24	0,08
2	Коэффициент водонасыщения на дату изысканий	д.е.	0,44	0,59	0,70	0,90	0,95	0,98	0,36	0,43	0,53	0,67	0,92	0,97	0,33	1,00	0,32
3	Полная возможная прогнозная влажность при коэффициенте водонасыщения, равном 1,0 д.е.	д.е.	0,30	0,25	0,29	0,26	0,24	0,25	0,27	0,26	0,26	0,28	0,21	0,23	0,24	0,24	0,25
4	Влажность на границе текучести	д.е.	0,25	0,24	0,25	0,25	0,27	0,25	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,21	-	-	-
5	Влажность на границе раскатывания	д.е.	0,18	0,16	0,16	0,17	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	-	-	-
6	Число пластичности	д.е.	0,07	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	-	-	-
7	Показатель текучести при влажности на дату изысканий (для сведения)	д.е.	<0	<0	0,45	0,75	0,56	0,88	<0	<0	<0	0,40	0,60	>1,00	-	-	-
8	Предельный показатель текучести при полной возможной прогнозной влажности (для использования в расчетах)	д.е.	>1,00	>1,00	>1,00	>1,00	0,67	1,00	>1,00	>1,00	>1,00	>1,00	0,,80	>1,00	-	-	-
9	Предельный показатель текучести при полной возможной прогнозной влажности по формуле (31) из СНиП 2.02.03-85	д.е.	>1.00	0,81	>1,00	-	-	-	>1,00	>1,00	>1,00	>1,00	-	-	-	-	-
10	Плотность при влажности на дату изысканий	т/м^3	1,68	1,84	1,82	1,95	2,00	2,00	1,70	1,76	1,79	1,80	2,04	2,03	1,75	2,02	1,71
11	Плотность при полной возможной прогнозной влажности	т/м^3	1,93	2,00	1,96	2,00	2,02	2,02	1,96	2,00	1,97	1,94	2,07	2,05	2,00	2,02	1,98
12	Плотность частиц грунта	т/м^3	2,68	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69	2,68	2,68	2,67	2,68	2,68	2,68	2,66	2,66	2,65
13	Плотность сухого грунта	т/м^3	1,49	1,60	1,52	1,59	1,63	1,62	1,55	1,59	1,57	1,52	1,70	1,67	1,62	1,63	1,59
14	Пористость	%	44,4	40,5	43,5	40,9	39,4	39,8	42,2	40,7	41,2	43,3	36,6	37,7	39,1	38,7	40,0
15	Коэффициент пористости	б/р	0,80	0,68	0,77	0,69	0,65	0,66	0,73	0,69	0,70	0,76	0,58	0,61	0,64	0,63	0,67
16	Относительная деформация просадочности при стандартном давлении 0,30 МПа	д.е.	0,0104-0,0222	<0,01	<0,01	-	-	-	0,0131-0,0277	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	<0,01	-	<0,01
17	Относительная деформация просадочности при природном давлении	д.е.	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Величина возможной просадки при природном давлении	см	нет	-	-	-	-	-	нет	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Тип грунтовых условий по просадочности	-	I	-	-	-	-	-	I	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Начальное просадочное давление	МПа	0,13-0,25	-	-	-	-	-	0,10-0,27	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Модуль деформации	МПа	6,6 / 4,7	7,8 / 7,1	6,2 / 5,8	5,2 / 4,6	5,2	4,7	8,5 / 4,9	10,2 / 7,8	10,0 / 7,0	7,0 / 6,5	7,0	5,6	12,2 / 9,1	10,3	14,6 / 12,2
22	Угол внутреннего трения: 22.1.нормативный	град	24 / 19	24 / 22	21 / 20	19 / 18	18	16	24 / 23	24 / 23	25 / 24	22 / 21	21	19	30 / 28	28	31 / 29
	22.2.расчетный при α=0.85	град	22 / 17	22 / 20	19 / 18	17 / 16	16	15	22 / 21	22 / 21	23 / 22	20 / 19	20	18	28 / 26	26	29 / 27
	22.3.расчетный при α=0.95	град	21 / 16	21 / 19	18 / 17	16 / 15	15	14	21 / 20	21 / 20	22 / 21	19 / 18	19	17	27 / 25	25	28 / 26
23	Удельное сцепление: 23.1.нормативное	МПа	0,024 / 0,011	0,028 / 0,012	0,018 / 0,011	0,014 / 0,009	0,013	0,010	0,015 / 0,006	0,017 / 0,008	0,018 / 0,008	0,013 / 0,009	0,011	0,007	0,005 / 0,003	0,004	0,003 / 0,000
	23.2.расчетное при α=0.85	МПа	0,022 / 0,010	0,023 / 0,011	0,015 / 0,010	0,012 / 0,008	0,010	0,008	0,012 / 0,005	0,014 / 0,006	0,015 / 0,006	0,010 / 0,007	0,010	0,006	0,004 / 0,002	0,003	0,002 / 0,000
	23.3.расчетное при α=0.95	МПа	0,020 / 0,009	0,018 / 0,010	0,012 / 0,009	0,010 / 0,007	0,008	0,006	0,010 / 0,004	0,011 / 0,005	0,012 / 0,005	0,008 / 0,005	0,009	0,005	0,003 / 0,001	0,002	0,000 / 0,000
24	Размокаемость	-	мгновенная			-	-	-	мгновенная				-	-	-	-	-
25	Набухаемость	-	нет	нет	нет	-	-	-	нет	нет	нет	нет	-	-	-	-	-
26	Засоленность	-	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
27	Карбонатность	%	10,0	7,2	-	8,6	-	-	4,8	7,7	10,1	9,2	-	7,5	-	-	-
28	Пучинистость при зимнем промерзании	-	чрезмерная			-	-	-	чрезмерная		-	чрезм.	-	-	чрезм.	-	чрезм.
29	Относительная деформация морозного пучения	д.е.	>0,07			-	-	-	>0,07	>0,07	-	>0,07	-	-	>0,07	-	>0,07
30	Коэффициент фильтрации	м/сут	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,20	0,18	0,18	0,13	0,12	0,10	1,00	1,50	2,80
31	Параметры уплотняемости глинистых грунтов в лабораторных условиях (стандартное уплотнение в приборе «ДорНИИ») по архивным материалам: 31.1.оптимальная влажность уплотнения	д.е.	0,16	-	-	-	-	-	0,14	0,15	-	-	-	-	-	-	-
	31.2.максимальная плотность сухого грунта, достигнутая при оптимальной влажности	т/м^3	1,76	-	-	-	-	-	1,79	1,83	-	-	-	-	-	-	-

Примечания:

1. Насыпные грунты ИГЭ-1а основанием быть не могут, подлежат удалению в строительных контурах, поэтому в таблицу №5 не включены.
2. Расчетное сопротивление суглинка РГЭ-2б/2 принять 0,18 МПа.
3. Расчетное сопротивление глины ИГЭ-6а принять 0,25 Мпа.
4. Расчетное сопротивление глины ИГЭ-7а принять 0,30 Мпа.
5. В строках №№ 21 - 23 в графах №№ 4 - 7, 10- 13, 16 и 18 над чертой приведены значения характеристик грунтов при влажности на дату изысканий, под чертой - при полной возможной влажности.
6. В тех же строках, но в графах 8, 9, 14, 15 и 17, значения характеристик грунтов выданы в водонасыщенном состоянии.
7. В проектно- конструкторских расчетах следует использовать нормативные и расчетные значения только для водонасыщенного состояния грунтов.
8. Нормативные значения физических характеристик РГЭ-4/2 даны с учетом архивных материалов из инв. №№ 789 и 1856.

3. Оценка результатов инженерно-геологических исследований

В сводной табл. 1 из отчета /1/ приведены нормативные и расчетные значения физико-механических характеристик грунтов. В отчете /1/ не указывается, какие значения модуля деформации компрессионного или компрессионные приведенные к штамповым представлены в данной таблице. В приложении №27 отчета /1/ приведены данные компрессионных испытаний грунтов с целью определения модуля деформации.

Определим модуль деформации в интервале нормального давления 0,1-0,2 МПа используя результаты компрессионных испытаний образца твердой супеси (I_L =-1,019) отобранного с глубины 2,3 м по скважине №566/04 (приложение №27, лист №1 отчета /1/).

Коэффициент уплотнения m_o = 0,564 - 0,554/0,2 – 0,1 = 0,1 МПа$^{-1}$. Коэффициент относительной сжимаемости $m_v = \frac{m_o}{1+e_o}$ = 0,1/(1+0,59) = 0,0628 МПа$^{-1}$. Компрессионный модуль деформации

$$E = \frac{\beta}{m_v} = 0{,}74/0{,}0628 = 11{,}78 \text{ МПа}. \qquad (1)$$

В сводной табл. 1 (см. выше) модуль деформации для ИГЭ -3а – супесь твердая равен без замачивания 10 – 10,2 МПа, с замачиванием 7,0 – 7,8 МПа. Следовательно в таблице №5 отчета /1/ приведено для данного вида грунта значение компрессионного модуля деформации.

По этой же скважине с глубины 8 м был отобран и испытан на компрессию (лист №6, приложения №27) другой образец грунта ИГЭ-3 – супесь твердая (I_L= - 0,493). В интервале нормального давления 0,1 – 0,2 МПа m_o= 0,68 - 0,65/0,2 – 0,1 = 0,3. $m_v = \frac{m_o}{1+e_o}$ = 0,3/(1+0,729) = 0,173. E = 0,74/0,173 = 4,27 МПа. Модуль деформации по отчету без замачивания 8,5 МПа с замачиванием 4,9 МПа.

Таким образом, выполненные сравнительные расчеты показывают на то, что в отчете /1/, в таблице 5 приведены значения компрессионного модуля деформации.

Использовать значения компрессионного модуля деформации для расчета осадки фундаментов нельзя, необходимо определить коэффициент перехода и привести компрессионный модуль к штамповому модулю деформации.

Для определения коэффициента перехода m_k были выполнены штамповые испытания /2/, которые дали следующие значения. Супесь твердая, ИГЭ 3а в основании проектируемого жилого дома 4А-4 m_k = 1,74. Песок мелкий пылеватый ИГЭ 4а m_k = 3,1.

В связи с тем, что штамповые испытания были проведены только на глубине 3,0 и 5,5 м, то для других ИГЭ, залегающих ниже для определения штампового модуля деформации воспользуемся табл. 5.1 СП-50-104-2004 /3/. Результаты корректировки приведены в табл. 2.

Табл. 2

Наименование грунта	ИГЭ	Коэффициент пористости	Компрессионный модуль деформации, МПа	Корректирующий коэффициент, m_k	Штамповый модуль деформации, МПа	Стат. зондир., МПа
Суглинок	2	0,80	4,7	2,0	9,4	10,5
Суглинок	2в	0,69	4,9	4,0	19,6	4,6
Суглинок	2б	0,77	5,8	4,0	23,2	6,3
Суглинок	2г	0,66	4,7	4,0	18,8	3,4
Супесь	3а		7,4	1,74 (штамп)	12,9	12,0
Супесь	3б	0,76	6,5	3,0	19,5	7,1
Песок	4а		12,2	3,10 (штамп)	37,8	16,7

Примечание. В табл. 2 значения компрессионного модуля приведены после замачивания

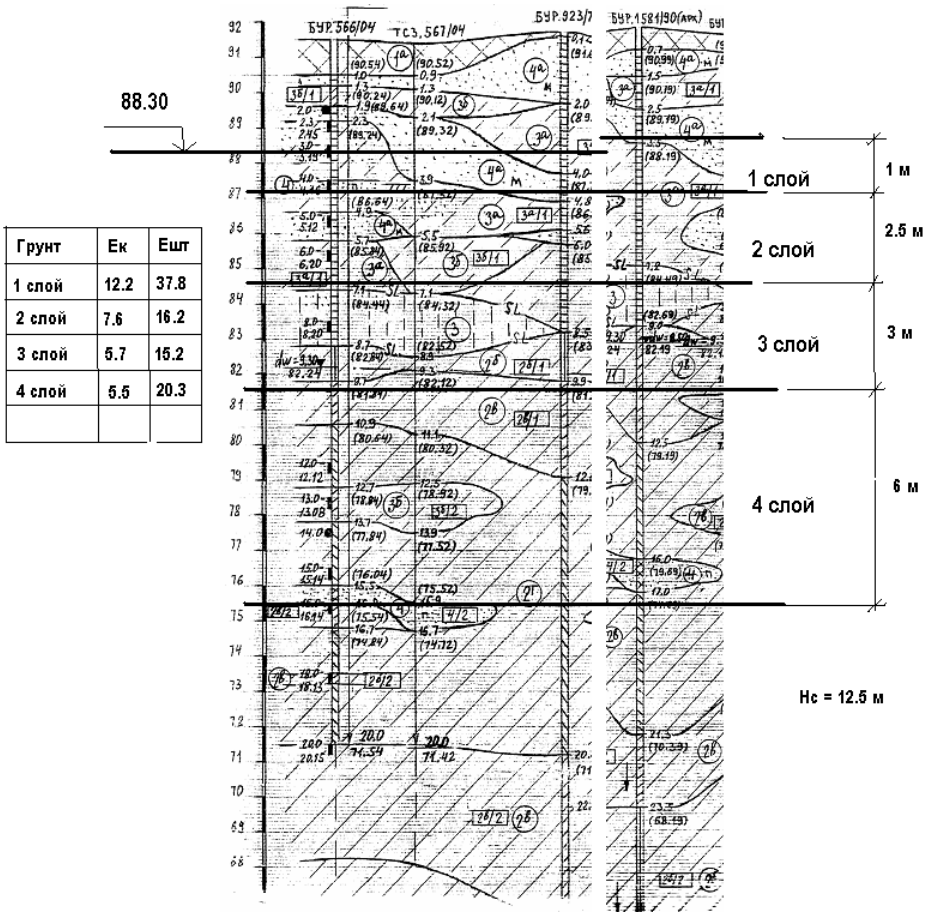
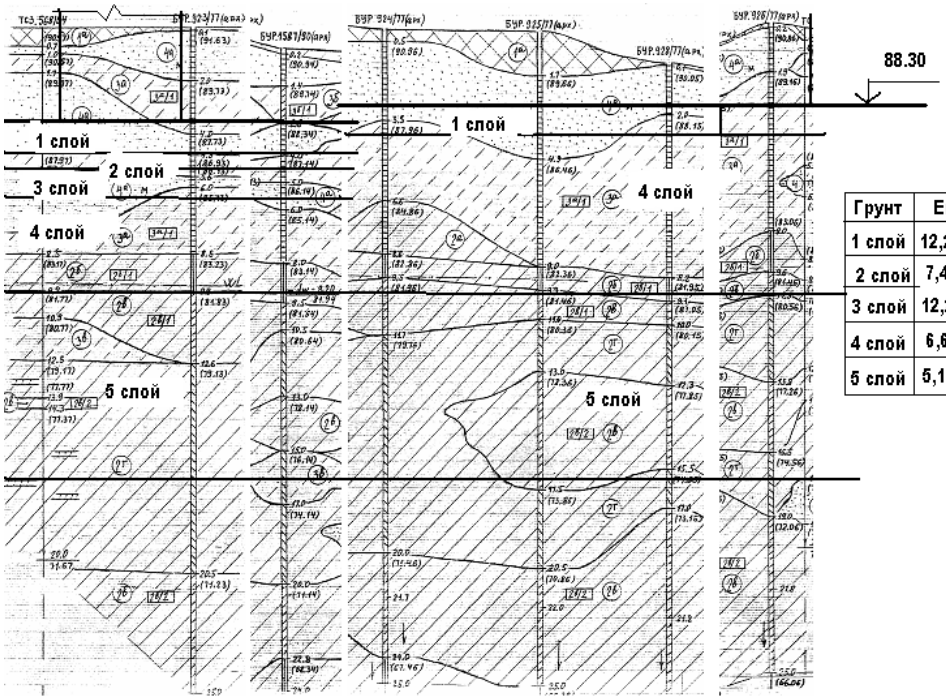


Рис. 2. Инженерно геологические условия блок секции А. Опорные скважины 566/04, 1581/90



Грунт	Ек	Ешт	Мощность, м
1 слой	12,2	37,8	1,0
2 слой	7,4	12,9	0,5
3 слой	12,2	37,8	1,0
4 слой	6,6	18,0	3,5
5 слой	5,1	14,9	6,0

Рис. 3. Инженерно геологические условия под блок секцией Б. Опорные скважины 923/77, 1587/90, 925/77

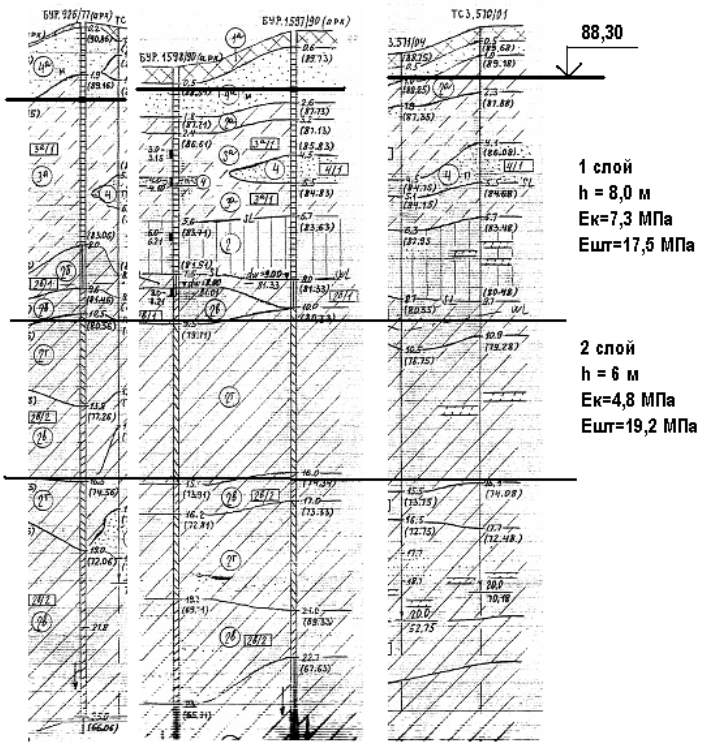


Рис. 4. Инженерно геологические условия под блок секцией В. Опорная скважина 1597/90

На рис. 2 – 4 приведены средние значения компрессионного модуля деформации (МПа) для ИГЭ в пределах выделенных расчетных слоев грунта. Штамповые значения модулей деформации получены с использованием результатов испытаний /4/ и табл. 5.1 СП-50-104-2004 /3/.

4. Проектирование плитного фундамента

Фундамент под все здание выполнен из трех независимых плит с устройством деформационных швов. Ниже приведены расчеты и конструирование трех плит под блок секции А, Б, В.

Толщина плит принята равной 900 мм. Бетон класса В20. Абсолютная отметка заложения подошвы плиты 88.30 м.

4.1. Нагрузки на фундамент

Приняты, из рабочего проекта /1/ и приведены рис. 7, 15, 23. Погонная нагрузка приведена к давлению на конечные элементы шириной 0,5 м.

4.2. Выбор расчетной схемы основания

Статический расчет фундаментной плиты выполнен с использованием расчетной схемы основания в виде неоднородного, слоистого линейно-деформируемого полупространства.

4.3. Определение предварительных размеров фундамента

Конструктивно проектируемое здание выполнено из трех секций, которые разделенны деформационными швами (рис. 5).

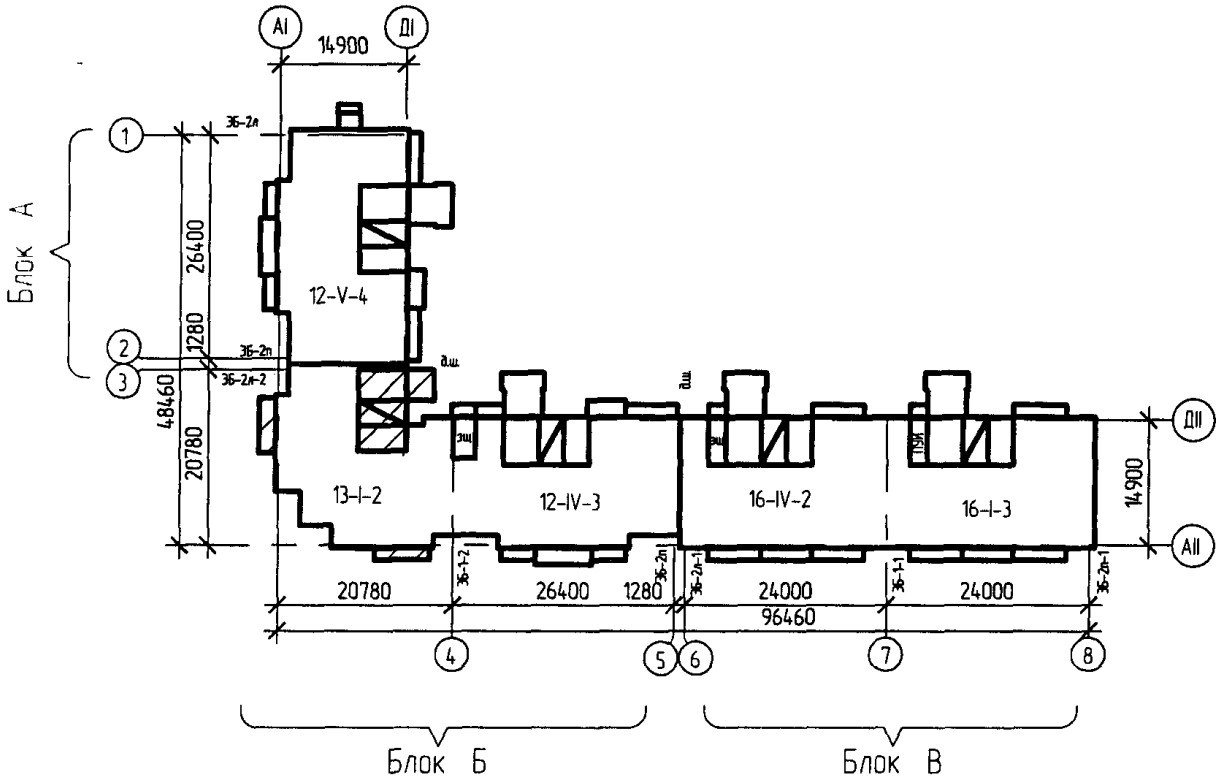


Рис. 5. Разделение здания на три блок секции

Блок секция А

Под подошвой фундаментной плиты блок секции А залегает песок мелкий пылеватый (ИГЭ 4а) со следующими физико-механическими показателями: γ = 17,1 кН/м^3; φ = 29^0.

Для варианта фундамента в виде плиты размером в плане 21,9х29,2 м среднее давление на грунт основания равно Р = 143,37 кПа. Нагрузка от веса надземных конструкций равна 7730,5 тн, собственный вес плиты, толщиной 900 мм, равен 1381,2 тн. Полна нормативная нагрузка, равна 11291 тн. Абсолютная отметка заложения подошвы плиты – 88,30 м (- 3,90).

Определим расчетное сопротивление грунта при ширине подошвы b = 21,9 м. Значение γ_{II} принято с учетом взвешивающего действия грунтовой воды.

R=(1,1х1,0/1,0)[1,06х0,56х21,9х9,88+5,25х2,0х17,1] = 372,65 кПа.

Условие Р < R , удовлетворяется.

В связи с тем, что определяющим является осадка фундамента, найдем ее для плитного фундамента по расчетной схеме линейно деформируемого полупространства с использованием программы «Фундамент 12.0». При расчете осадки фундамента использованы средние значения модулей деформации в пределах выделенных расчетных слоев грунта. Схема осреднения модулей деформации показана в табл. 3.

Табл. 3

Наименование грунта	ИГЭ	Расчетная мощность слоя, м	Значения модуля деформации, МПа	Среднее значение модуля деформации, МПа
Песок мелкий	4а	1,0	37,8	37,8
Супесь	3а 3б	2,5	12,9 19,5	16,2
Супесь Суглинок Суглинок	3а 2б 2	3,0	12,9 23,2 9,4	15,2
Суглинок Суглинок Супесь Суглинок	2г 2в 3б 2б	18,0	18,8 19,6 19,5 23,2	20,3

Расчетное значение осадки равно 10,2 см, что менее предельно допускаемой. Результаты расчетов приведены в приложении 1.

Блок секция Б

Под подошвой фундаментной плиты блок секции Б залегают два различных грунта: песок мелкий пылеватый (ИГЭ 4а) со следующими физико-механическими показателями: γ = 17,1 кН/м^3; φ = 29^0 и супесь твердая (ИГЭ 3а/1) со следующими физико-механическими показателями: γ = 17,6 кН/м^3; φ = 20^0; с = 0,005 МПа. Ширина плиты 25 и 22 м. Длина плиты 51,5 м.

Давление на грунт основания равно Р = 147,83 кПа. Нагрузка от веса надземных конструкций равна 14627,4 тн, собственный вес плиты, толщиной 900 мм, равен 2502,9 тн. Абсолютная отметка заложения подошвы плиты – 88,30 м (- 3,90).

Определим расчетное сопротивление грунта при ширине подошвы b = 25 м. Под подошвой плиты ИГЭ 4а, рис. 3 (левая часть плиты). Значение γ_{II} принято с учетом взвешивающего действия грунтовой воды.

$$R=(1,1x1,0/1,0)[1,06x0,56x25x9,94+5,25x2,0x17,1] = 396,73 \text{ кПа}.$$

Условие P < R , удовлетворяется.

Расчетное сопротивление грунта при ширине подошвы 22 м с ИГЭ 3а/1, рис. 3 (правая часть плиты).

R=(1,1x1,0/1,0)[0,51x0,56x22x9,88+3,06x2,0x17,6 + 5,66x5] = 239,67 кПа.

Условие P < R , удовлетворяется.

Блок секция В

Под подошвой залегают те же слои грунтов. Давление на грунт основания равно P = 145,49 кПа. Нагрузка от веса надземных конструкций равна 1377,03 тн, собственный вес плиты, толщиной 900 мм, равен 2393,6 тн. Абсолютная отметка заложения подошвы плиты – 88,30 м (- 3,90). Условие P < R , удовлетворяется.

4.4. Численный расчет с использованием программы ANSYS

Представленные ниже расчеты этого раздела выполнены с использованием программы «ANSYS 8,0» (www.cadfem.ru), которая основана на методе конечных элементов. Задачи решались в трехмерной постановке. Расчеты выполнены с использованием расчетной схемы неоднородного линейно-деформируемого полупространства.

Расчет деформаций основания и внутренних усилий в плите фундамента выполнен, как для линейно-деформируемого полупространства с глубиной сжимаемой толщи H_c = 12,5 - 14 м. Глубина сжимаемой толщи принята из расчета осадки (приложение 1) с использованием метода элементарного послойного суммирования.

В расчетах приняты следующие условия.

1. Основание является линейно-деформируемой средой. Все напряжения и деформации определяются как для линейно-деформируемого полупространства. Деформационные свойства среды определены модулем деформации и коэффициентом Пуассона слоев грунта (см. рис. 2, 3, 4). В расчетах приняты значения модулей деформации для каждого слоя грунта, определенные как среднее компрессионного и штампового модуля деформации. Значения штампового и компрессионного модулей деформации приведены на рис. 2 – 4.

Так как давление под подошвой фундамента менее расчетного сопротивления грунта, то при определении деформаций возникновение и

развитие пластических деформаций не учитывается. Решение проводится по «упругой схеме».

2. На поверхности контакта фундамента с грунтом приняты условия полного «слипания». Касательные напряжения отсутствуют.

3. Размеры расчетной области – массива грунта приняты из условия: глубина - равна значению мощности сжимаемой толщи; ширина и длина расчетного массива грунта более ширины и длины фундамента на 15 м, с каждой из сторон фундамента.

4. Нагрузка на фундамент равномерная погонная, приведенная к давлению на конечные элементы шириной 0,5 м (см. рис. 7, 15, 23).

5. Материал фундамента, бетон класс В20 с модулем упругости Е = 27500 МПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0{,}1$.

6. Неоднородность основания учтена введением мощности различных ИГЭ в соответствии с рис. 2-4.

4.5.Фундаментная плита на естественном неоднородном основании

4.5.1. Секция А

Под блок секцию А принят вариант фундамента в виде сплошной железобетонной плиты, размером в плане 22х29 м, которая заложена на отметке 88,30 м. Под плитой находится неоднородное основание (см. рис. 2). В нижеприведенных результатах расчетов деформации основания и внутренних усилий в теле плиты приняты наихудшие значения модулей деформации грунтов основания. За эти значения приняты среднее между штамповыми и компрессионными модулями, приведенные в таблице на рис. 2.

Первый слой – Е = 25,0 МПа, второй слой – Е = 11,9 МПа, третий слой – Е=10,4 МПа, четвертый слой Е = 12,9 МПа.

Мощность слоев грунта также показана на рис. 2.

Аппроксимацию грунтов основания выполнена с использованием конечных элементов SOLID45, а фундамента – конечными плитными элементами SHELL43. Во всех нижеприведенных расчетах конечные элементы приняты размером 0,5х0,5х0,5 м для SOLID45 и размером 0,5х0,5 м для плитных элементов SHELL43.

Размеры расчетного массива грунта: длина – 59 м; ширина – 52 м; глубина – 12,5 м. Размер плиты 22х29 м, толщина 0,9 м.

Количество плитных элементов - 2552, количество конечных элементов массива основания – 306800.

Figure 43.2 SHELL43 Stress Output

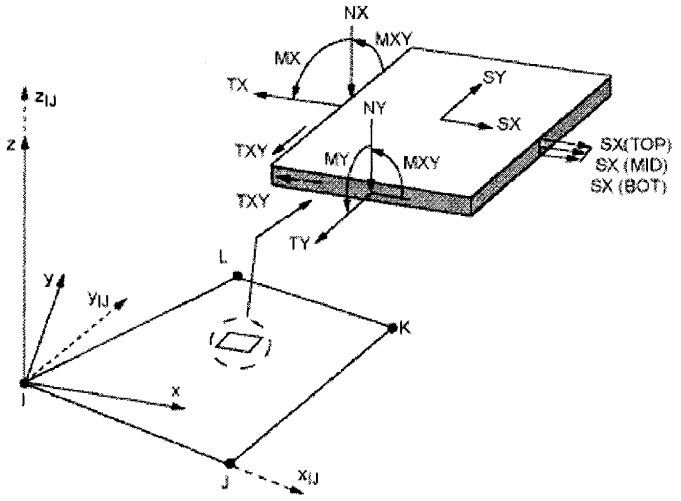


Рис. 6. Система координат и направление внутренних усилий в плите

На рис. 6 приведены обозначения и направления действия внутренних усилий в конечном элементе SHELL43. Мх, Му – моменты по направлению осей Х,У; Мху – крутящий момент; NX и NY – поперечная сила по направлению осей Х,У. Ось Х совпадает с направлением длинной стороны плиты, а ось У – короткой стороны плиты.

Результаты расчетов приведены на рис. 7 – 14.

Максимальная осадка (рис. 8) в центре плиты равна 9,1 см. На краях плиты она изменяется от 2 см до 6 см.

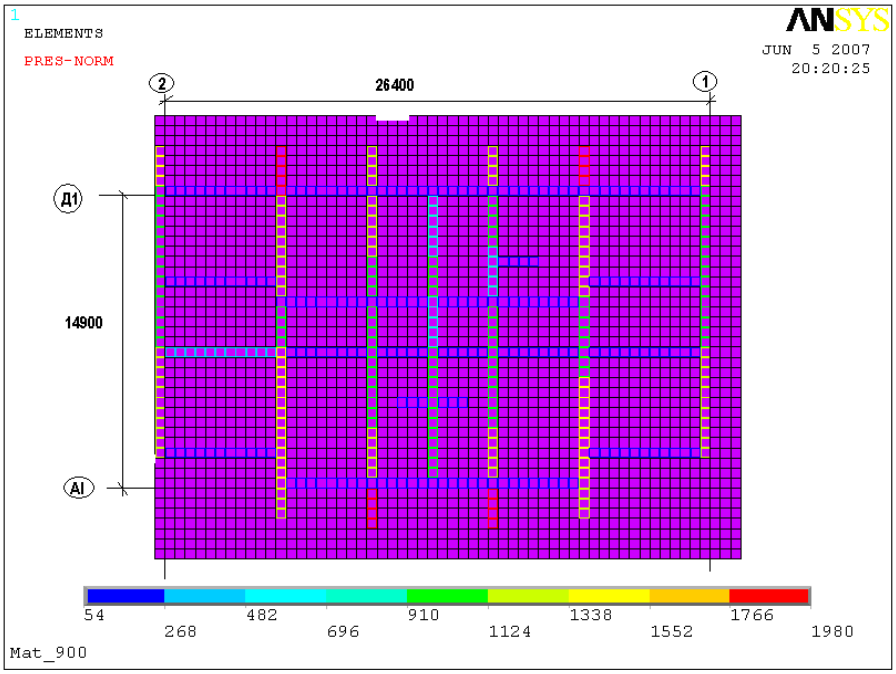


Рис. 7. Нагрузка на фундаментную плиту блок секции А в кПа

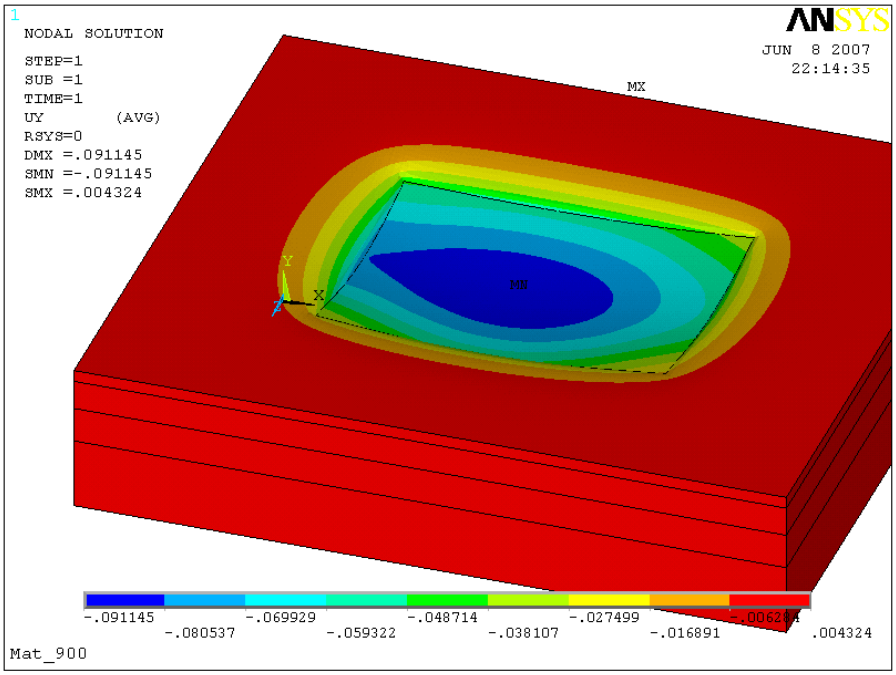


Рис. 8. Деформация массива грунта и плиты, м

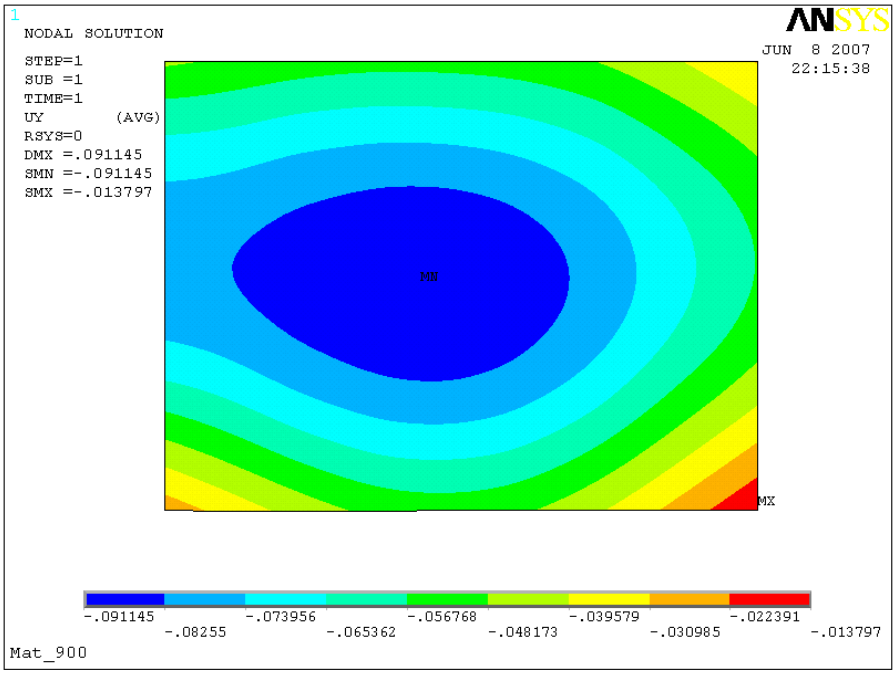


Рис. 9. Деформация плиты, м

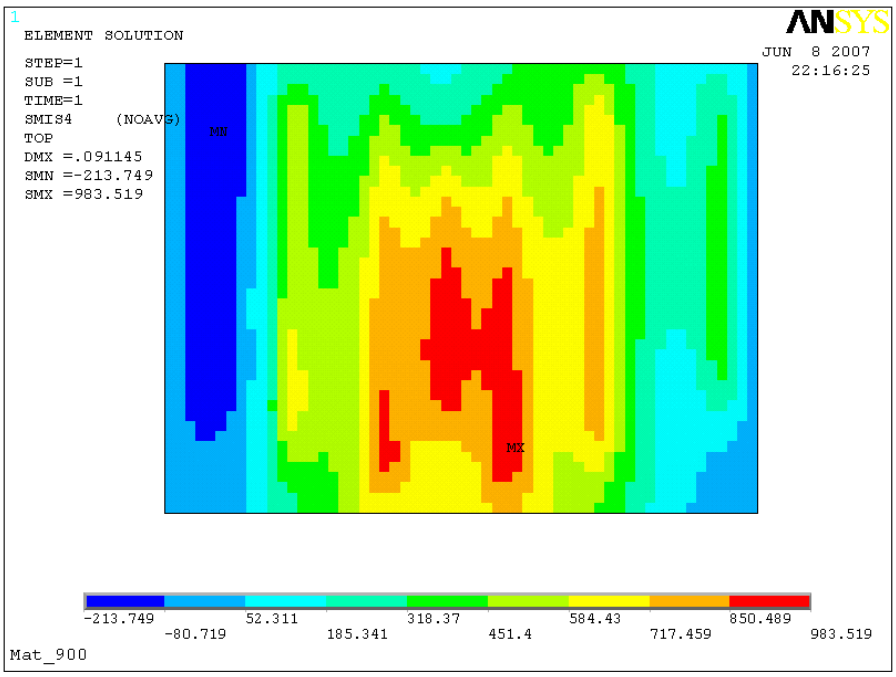


Рис. 10. Момент Мx, кНм

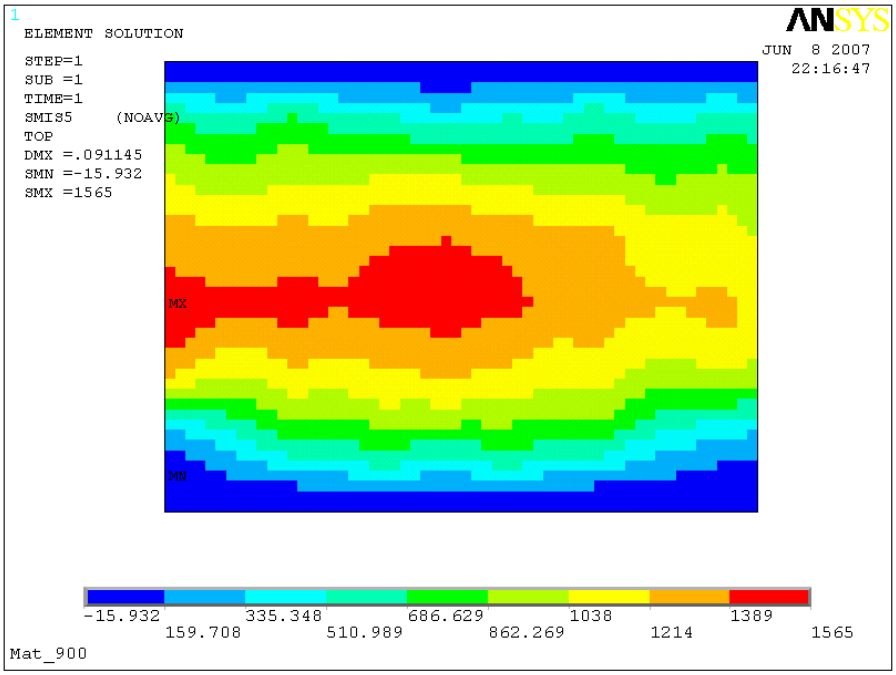


Рис. 11. Момент Мy, кНм

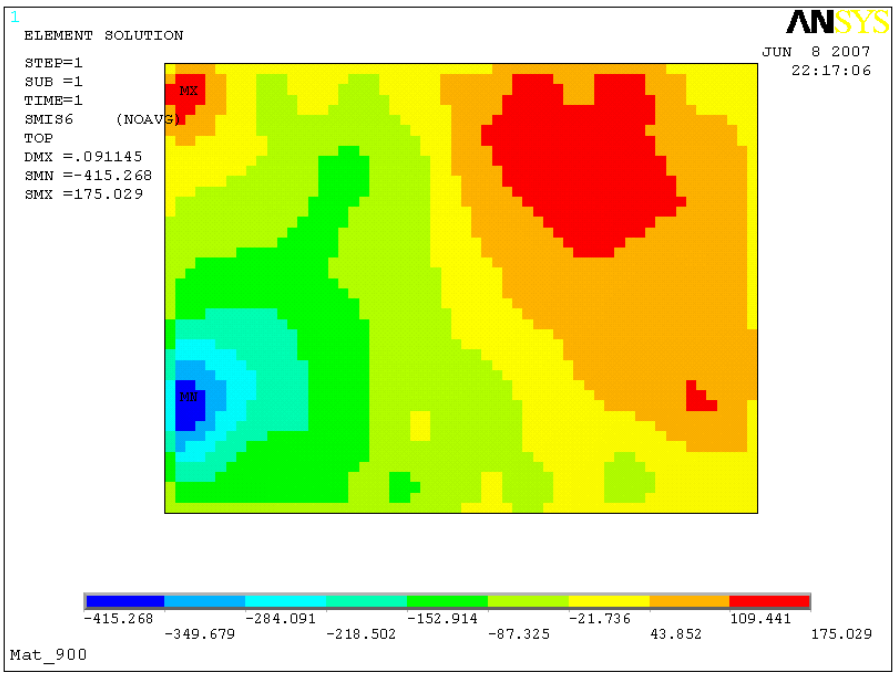


Рис. 12. Крутящий момент Mxy, кНм

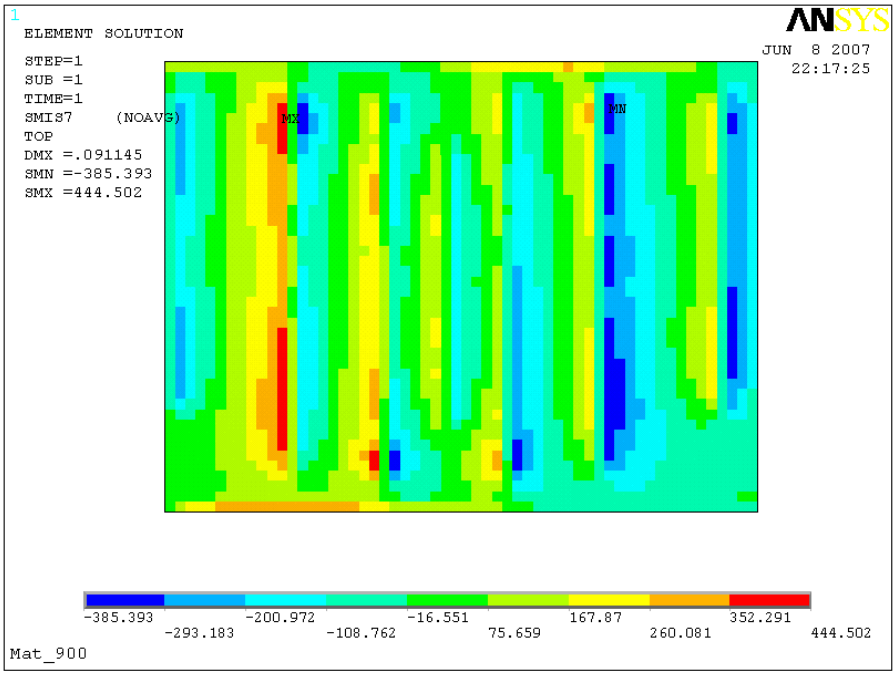


Рис. 13. Поперечная сила Qx, кН

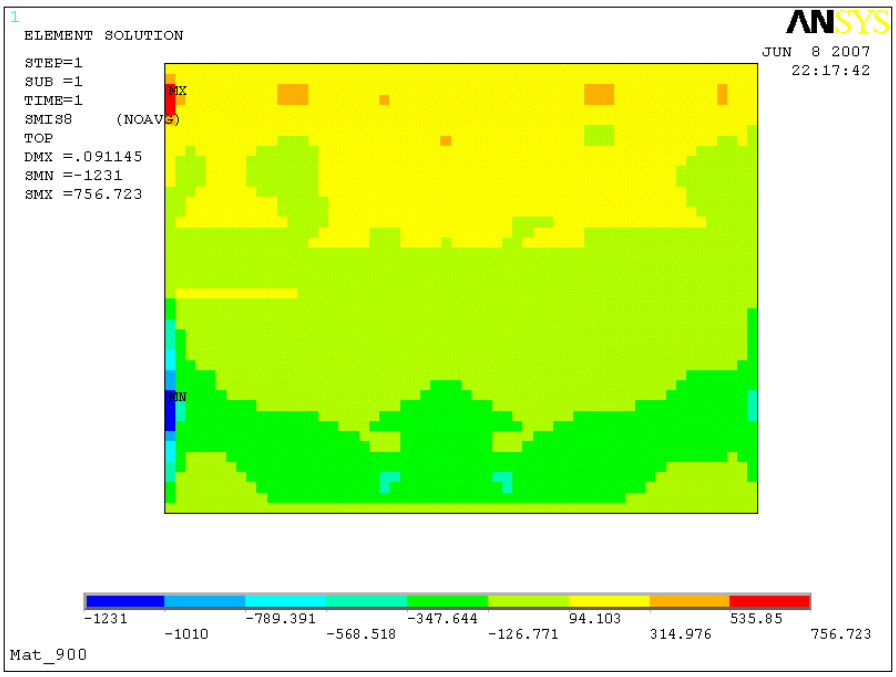


Рис. 14. Поперечная сила Qy, кН

Крен фундамента

Крен фундамента в поперечном направлении плиты отсутствует, в продольном направлении равен (0,091 – 0,056)/29 = 0,0012, что мене предельно допустимого, равного 0,005 /3/.

Средняя осадка фундамента

Средняя осадка фундаментой плиты определена как сумма осадок 2552 элементов плиты размером 0,5х0,5 отнесенная к их количеству и равна: 172,705,728/2552 = 0,0676 м, что менее допустимого значения в 12 см /3/.

4.5.2. Секция Б

Под блок секцию Б принят вариант фундамента в виде сплошной железобетонной плиты, размером в плане 22х51,5 м, которая заложена на отметке 88,30 м. Под плитой находится неоднородное основание (см. рис. 3). В нижеприведенных результатах расчетов деформации основания и внутренних усилий в теле плиты приняты наихудшие значения модулей

деформации грунтов основания. За эти значения приняты среднее между штамповыми и компрессионными модулями, приведеные в таблице на рис. 3.

Первый слой – Е = 25,0 МПа, второй слой – Е = 10,1 МПа, третий слой – Е=25,0 МПа, четвертый слой Е = 12,3 МПа, пятый слой – Е =10,0 МПа.

Мощность слоев грунта также показана на рис. 3.

Аппроксимацию грунтов основания выполнена с использованием конечных элементов SOLID45, а фундамента – конечными плитными элементами SHELL43. Во всех нижеприведенных расчетах конечные элементы приняты размером 0,5х0,5х0,5 м для SOLID45 и размером 0,5х0,5 м для плитных элементов SHELL43.

Размеры расчетного массива грунта: длина – 71,5 м; ширина – 45 м; глубина – 12,0 м. Размер плиты 22(25)х29 м, толщина 0,9 м.

Количество плитных элементов - 4589, количество конечных элементов массива основания – 308880.

Результаты расчетов приведены на рис. 15 – 22.

Максимальная осадка (рис. 16) в центре плиты равна 10,0 см. На краях плиты она изменяется от 2 см до 9 см.

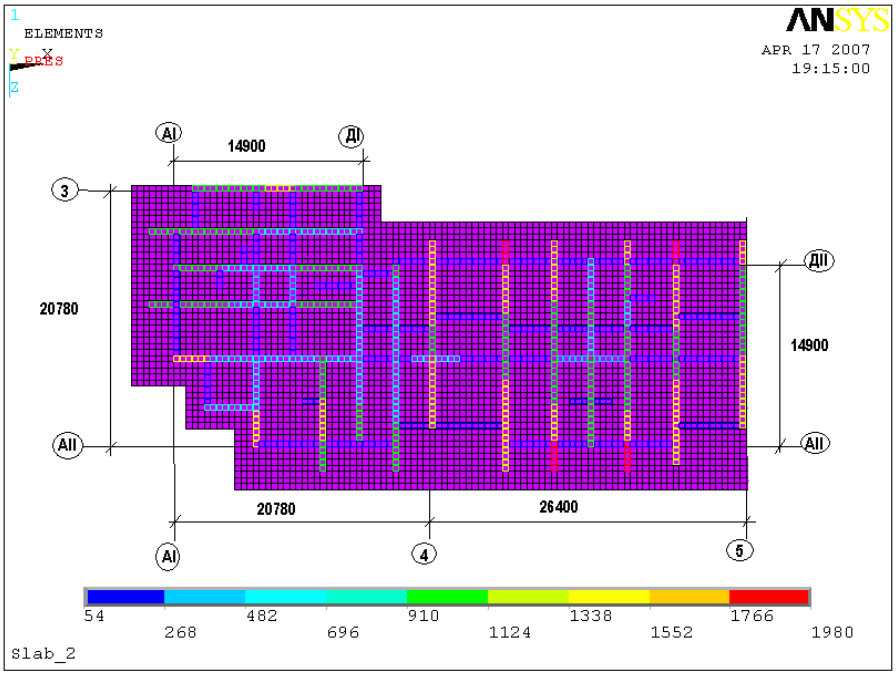


Рис. 15. Нагрузка на фундаментную плиту блок секции Б в кПа

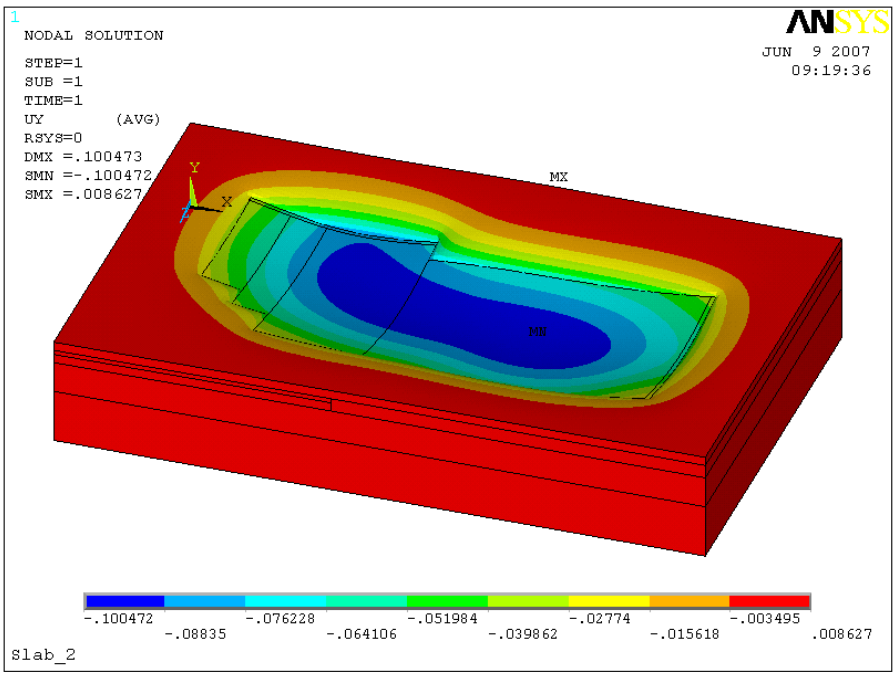


Рис. 16. Деформация массива грунта и плиты, м

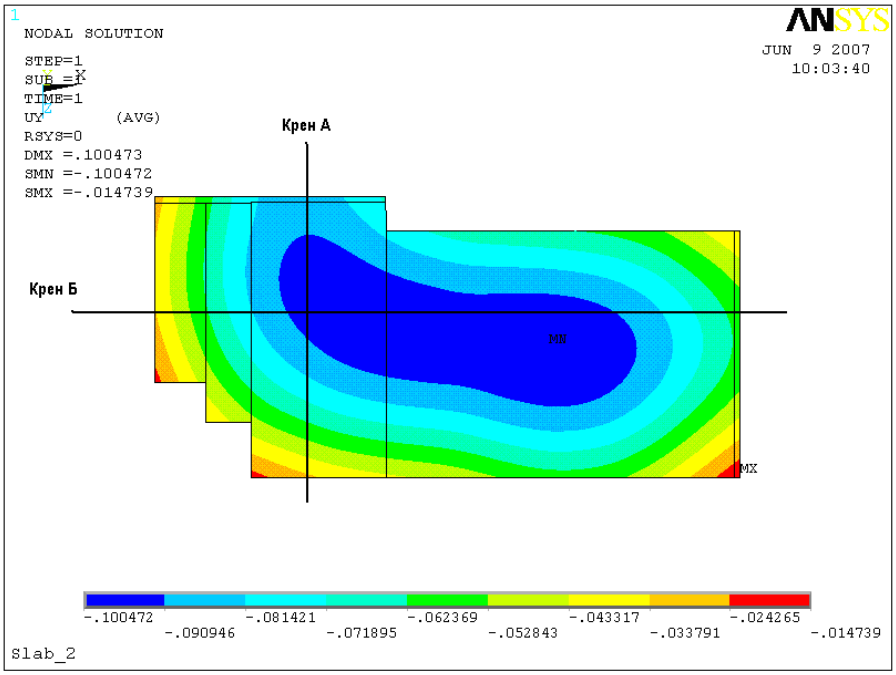


Рис. 17. Деформация плиты, м

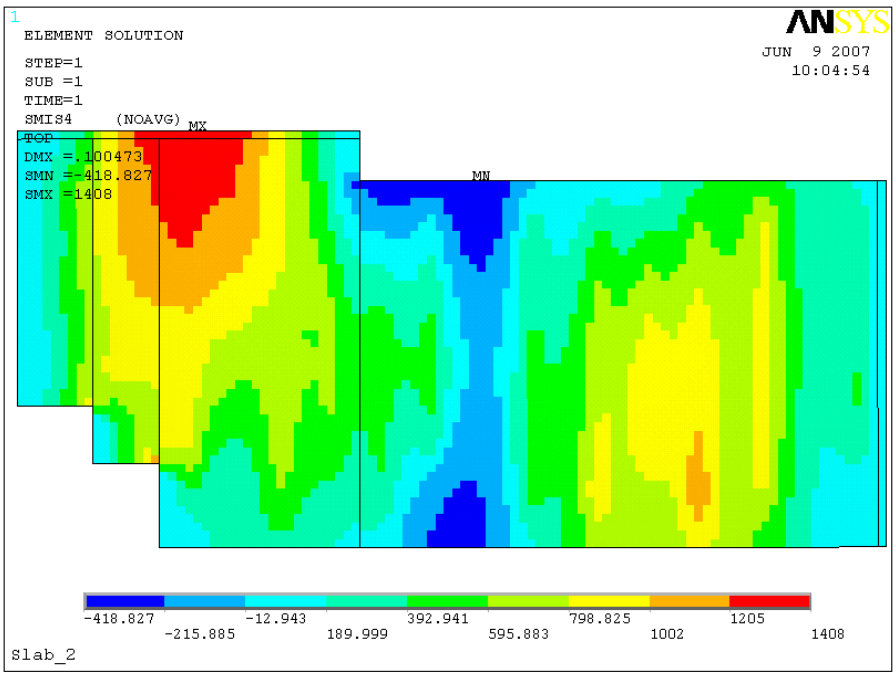


Рис. 18. Момент Мх, кНм

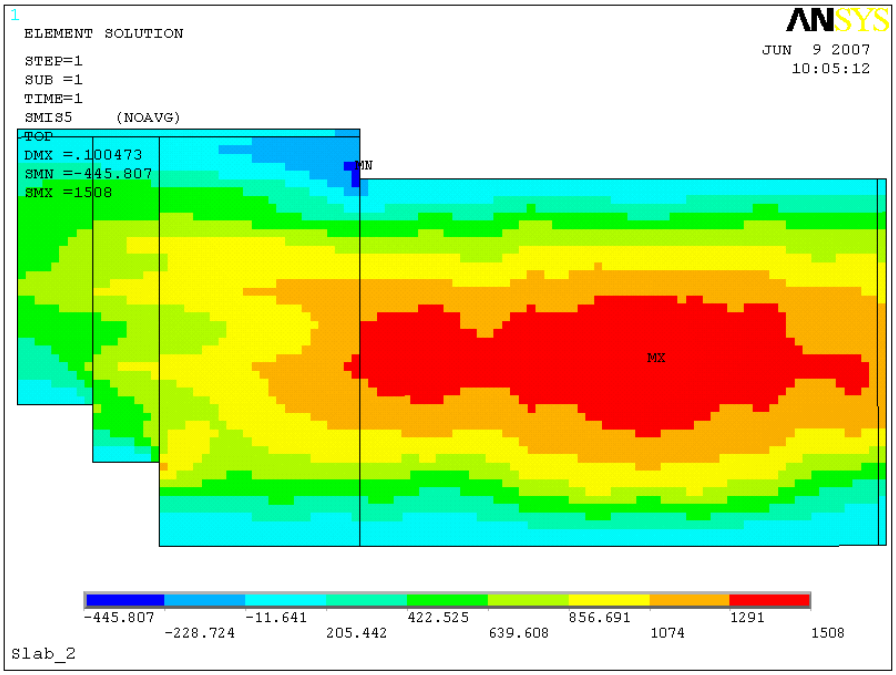


Рис. 19. Момент Му, кНм

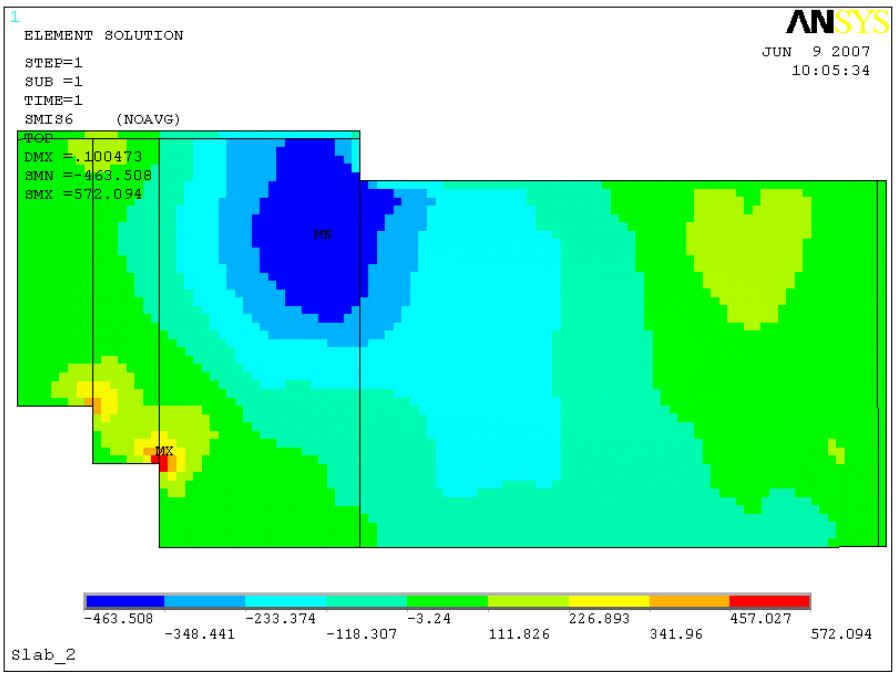


Рис. 20. Крутящий момент Mxy, кНм

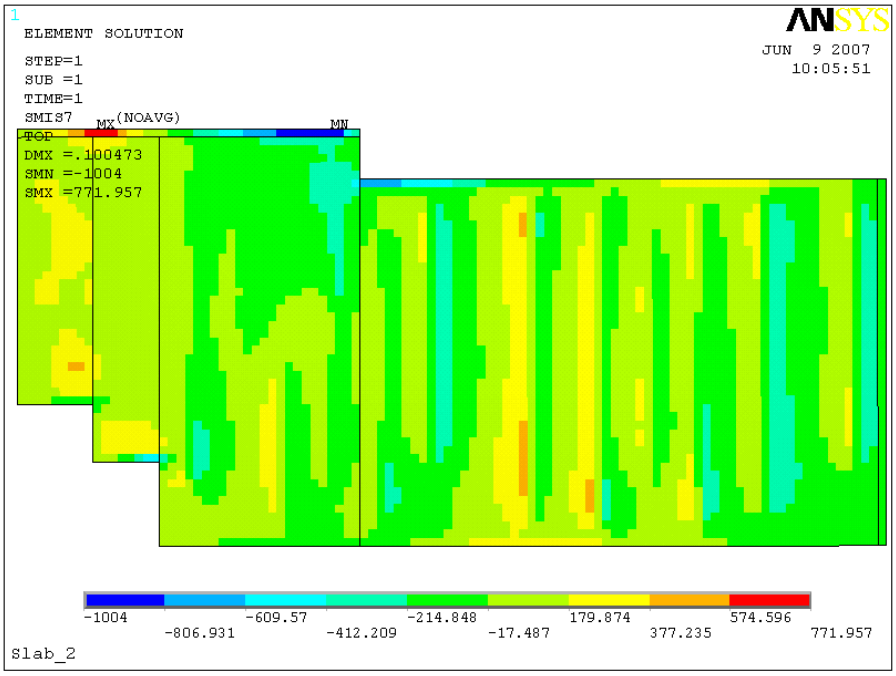


Рис. 21. Поперечная сила Qx, кН

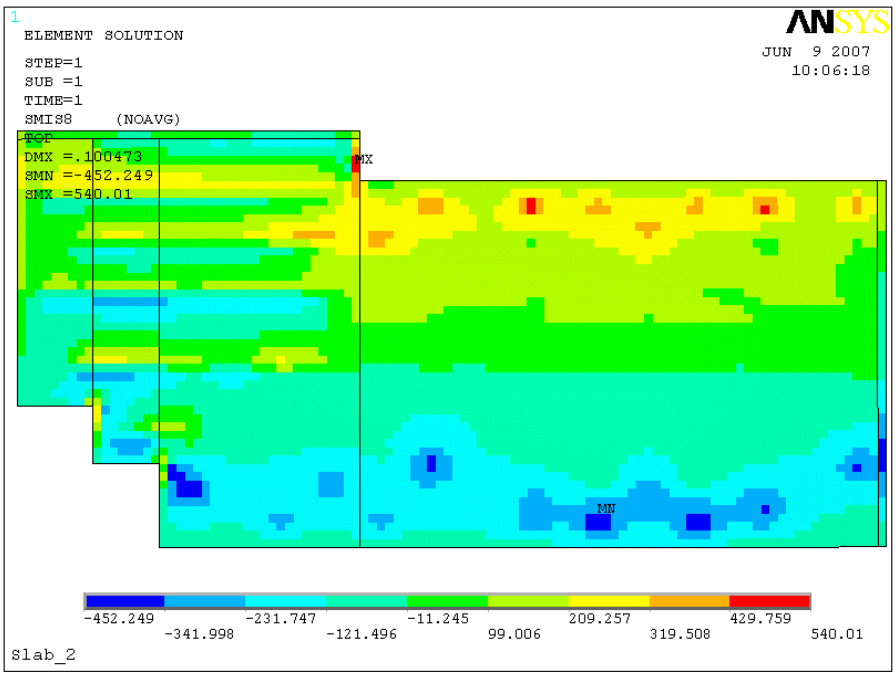


Рис. 22. Поперечная сила Qy, кН

Крен фундамента

Крен фундамента наблюдается по направлению к блок секции А (линия «крен А» на рис. 17 равен (0,0909 – 0,0433)/25 = 0,0019 менее мене предельно допустимого, равного 0,005 /3/. Крен по направлению длинной стороны блок секции (линия «крен Б» на рис. 17) практически отсутствует и равен (0,0629 – 0,0433)/51,5 = 0,00038.

Средняя осадка фундамента

Средняя осадка фундаментой плиты определена как сумма осадок 4589 элементов плиты размером 0,5х0,5 отнесенная к их количеству и равна: 343,70/4589 = 0,0748 м, что менее допустимого значения в 12 см /3/.

4.5.3. Секция В

Под блок секцию В принят вариант фундамента в виде сплошной железобетонной плиты, размером в плане 22х50,5 м, которая заложена на отметке 88,30 м. Под плитой находится неоднородное основание (см. рис. 4). В нижеприведенных результатах расчетов деформации основания и внутренних усилий в теле плиты приняты наихудшие значения модулей деформации грунтов основания. За эти значения приняты среднее между штамповыми и компрессионными модулями, приведеные в таблице на рис. 4.

Первый слой – Е = 12,4 МПа, второй слой – Е = 12,0 МПа.

Мощность слоев грунта также показана на рис. 4.

Аппроксимацию грунтов основания выполнена с использованием конечных элементов SOLID45, а фундамента – конечными плитными элементами SHELL43. Во всех нижеприведенных расчетах конечные элементы приняты размером 0,5х0,5х0,5 м для SOLID45 и размером 0,5х0,5 м для плитных элементов SHELL43.

Размеры расчетного массива грунта: длина – 70,5 м; ширина – 42 м; глубина – 14,0 м. Размер плиты 22х50,5 м, толщина 0,9 м.

Количество плитных элементов - 4444, количество конечных элементов массива основания – 347918.

Результаты расчетов приведены на рис. 23 – 30.

Максимальная осадка (рис. 16) в центре плиты равна 10,2 см. На краях плиты она изменяется от 2,2 см до 9,3 см.

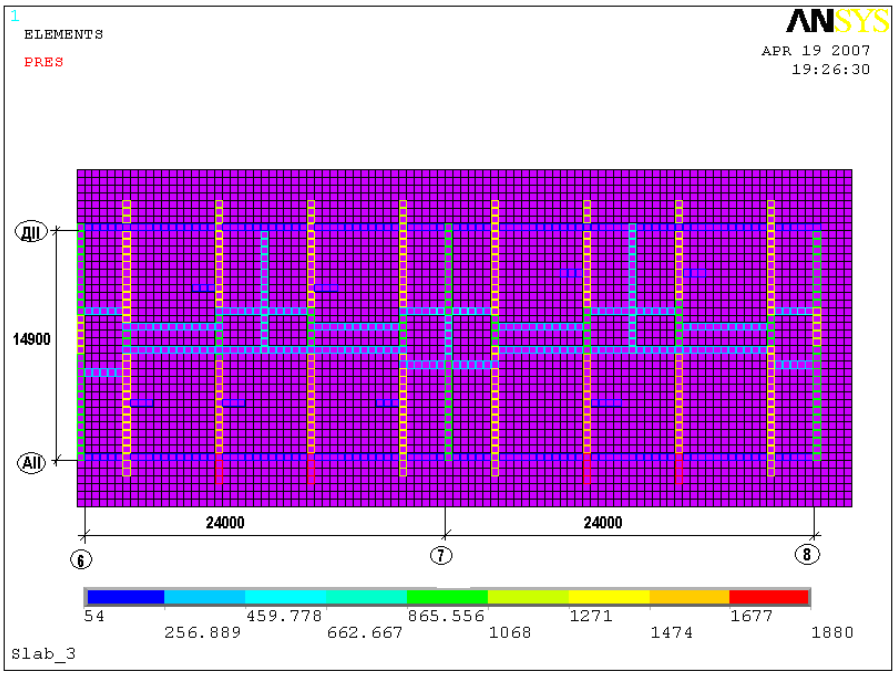


Рис. 23. Нагрузка на фундаментную плиту блок секции Б, кПа

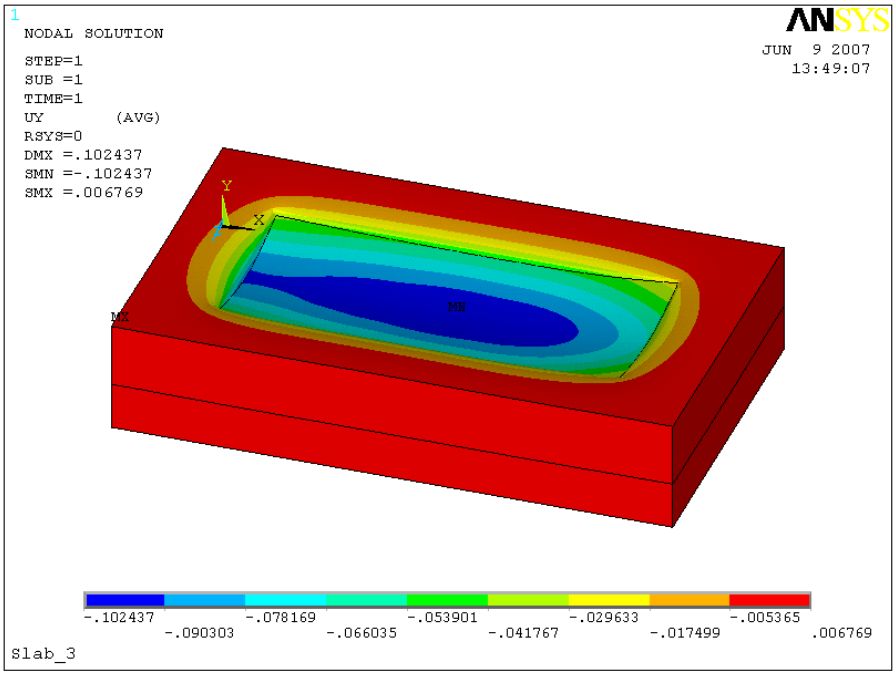


Рис. 24. Деформация массива грунта и плиты, м

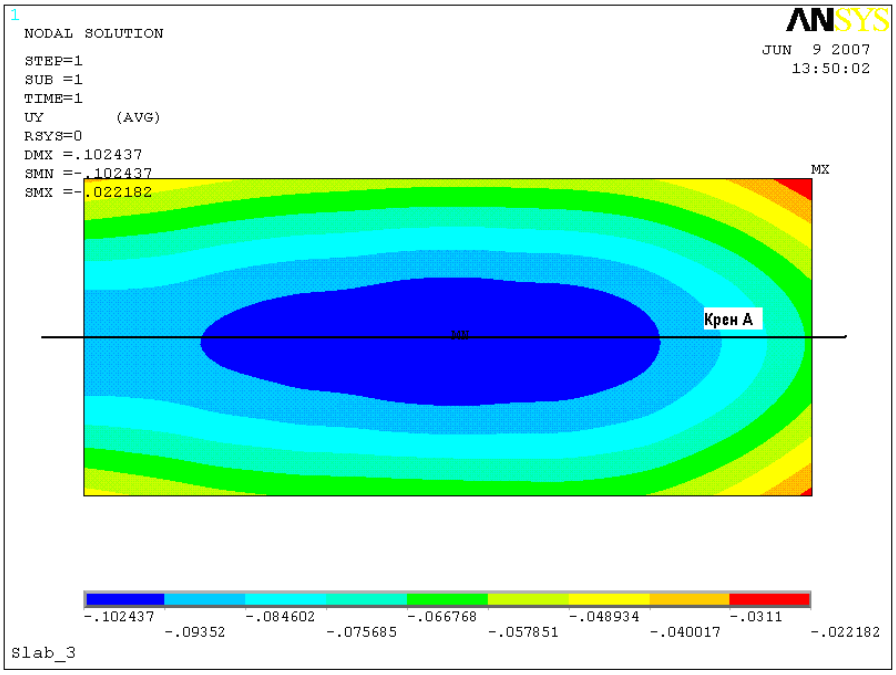


Рис. 25. Деформация плиты, м

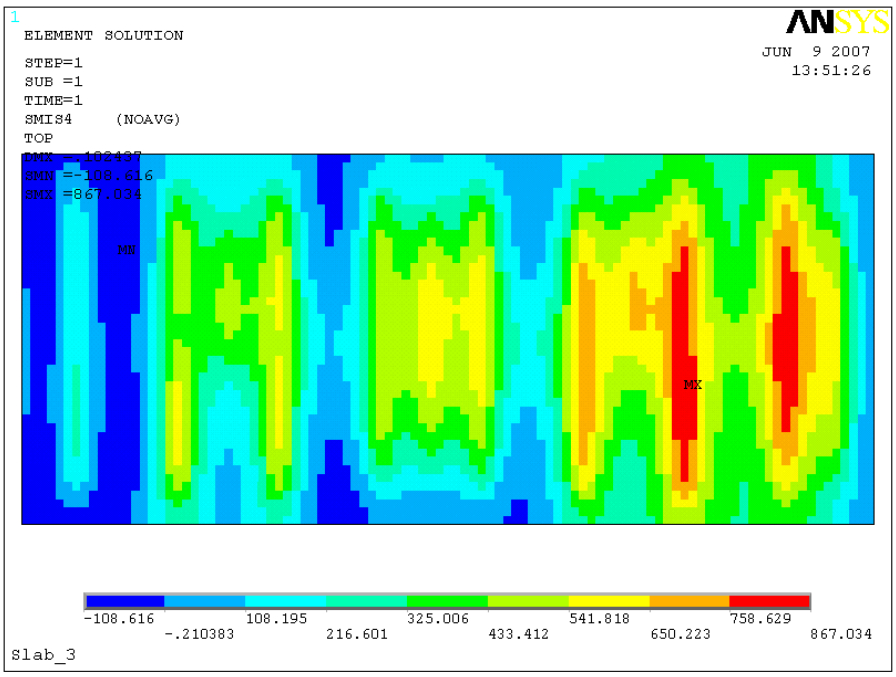


Рис. 26. Момент Мх, кНм

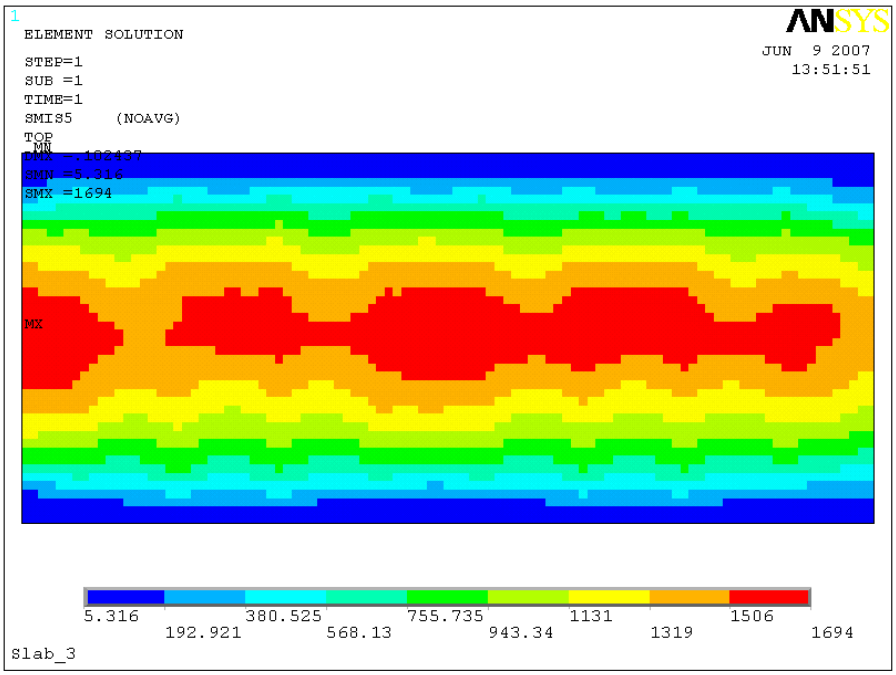


Рис. 27. Момент Му, кНм

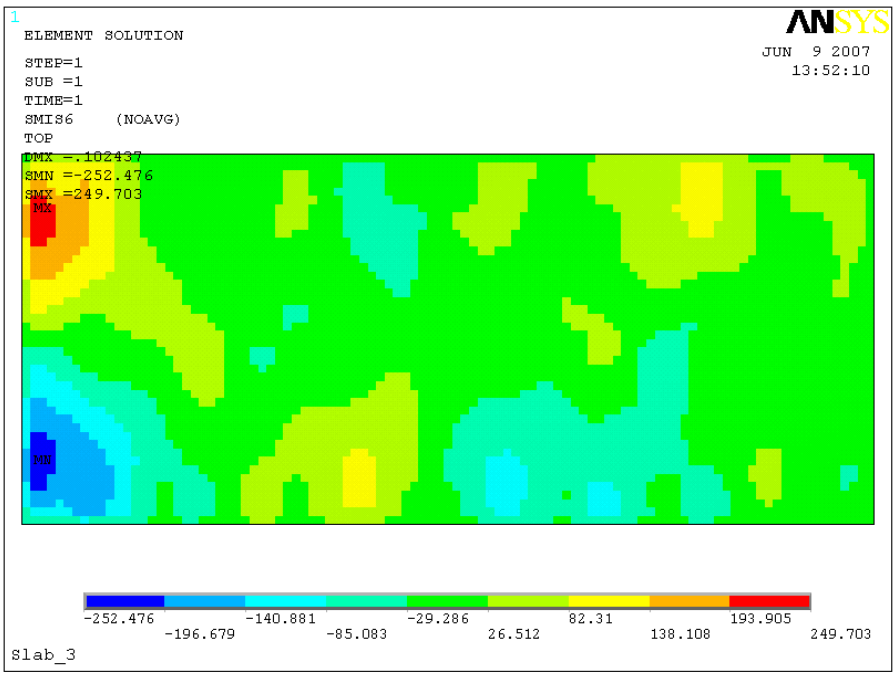


Рис. 28. Крутящий момент Mxy, кНм

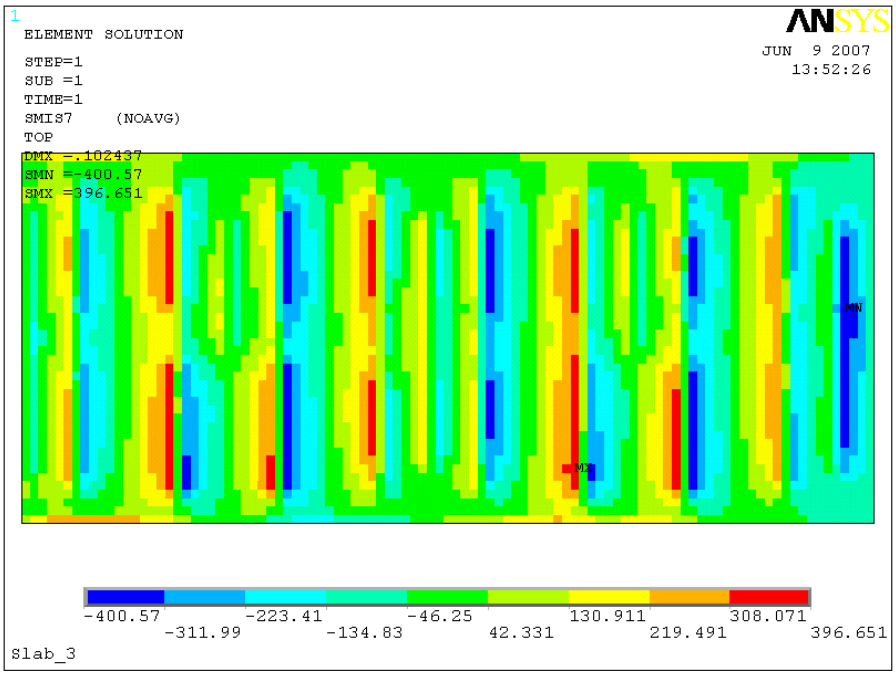


Рис. 29. Поперечная сила Qx, кН

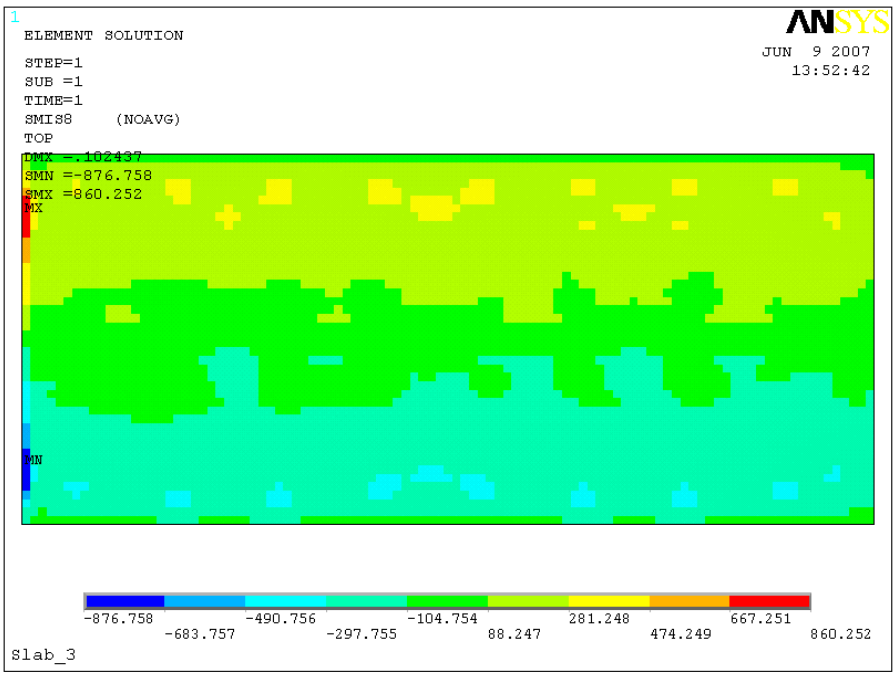


Рис. 30. Поперечная сила Qy, кН

Крен фундамента

Крен фундамента наблюдается по направлению к блок секции Б (линия «крен А» на рис. 25 равен (0,093 – 0,066)/50,5 = 0,00053 менее предельно допустимого, равного 0,005 /3/. Крен по направлению короткой стороны блок секции отсутствует.

Средняя осадка фундамента

Средняя осадка фундаментой плиты определена как сумма осадок 4444 элементов плиты размером 0,5х0,5 отнесенная к их количеству и равна: 347,918/4444 = 0,0782 м, что менее допустимого значения в 12 см /3/.

5. Конструирование плиты

Выполнено по двум группам предельных состояний для изгибаемых железобетонных элементов с использованием модуля программы «ЛИРА» (см. приложение 8). Армирование выполнено по результатам расчета нормальных сечений на действие изгибающих моментов M_x и M_y. Сечение рабочей арматуры на 1 м .п. определено по формуле

$$A_s = \frac{M}{0{,}9h_o R_s}, \qquad (2)$$

где R_s - расчетное сопротивление арматуры растяжению, равное для класса А-Ш – 365 МПа.

Бетон класса В-20, толщина защитного слоя снизу при устройстве подбетонки толщиной 100 мм принята равной 50 мм, сверху – 30 мм.

Нормируемая ширина раскрытия трещин, a_{crc1}, при переменном уровне грунтовых вод принята равной 0,2 мм.

Армирование сечения выполнено в несколько рядов арматуры. На рис. 31 - 58 показаны схемы раскладки арматуры в зависимости от значений изгибающих моментов по осям Х и У.

В верхней части сечения армирование принято конструктивно, равное 5% площади сечения из 5 d12 с шагом 200 мм в обоих направлениях

Расчет железобетонных элементов без поперечной арматуры на действие поперечной силы для обеспечения прочности по наклонной трещине выполнен из условия:

$$Q \le \frac{\varphi_{b4}(1+\varphi_n)R_{bt}bh_o^2}{c}, \qquad (3)$$

где правая часть условия (3) принимается не более $2{,}5R_{bt}bh_o$ и не менее $\varphi_{b3}(1+\varphi_n)R_{bt}bh_o$.

По первому условию $Q \le 2{,}5R_{bt}bh_o = 2{,}5x918x1x0{,}85 = 1950{,}75$ кН, по второму условию $Q \le \varphi_{b3}(1+\varphi_n)R_{bt}bh_o = 0{,}6(1+0{,}5)918x1x0{,}85 = 702{,}27$ кН.

В тех сечениях (конечных элементах), где поперечная сила более 702,27 кН необходимо ввести поперечную арматуру по направлению осей Х или У. Эти сечения отмечены на нижеприведенных рисунках 40, 53, 62.

Расчет необходимой площади продольной и поперечной арматуры выполнен с использованием программы «ЛИРА 9.2», модуль «ЛИР-АРМ локальный» (приложение 2).

5.1. Секция А

Нижняя часть сечения

Армирование по моменту M_x, M_{xy}

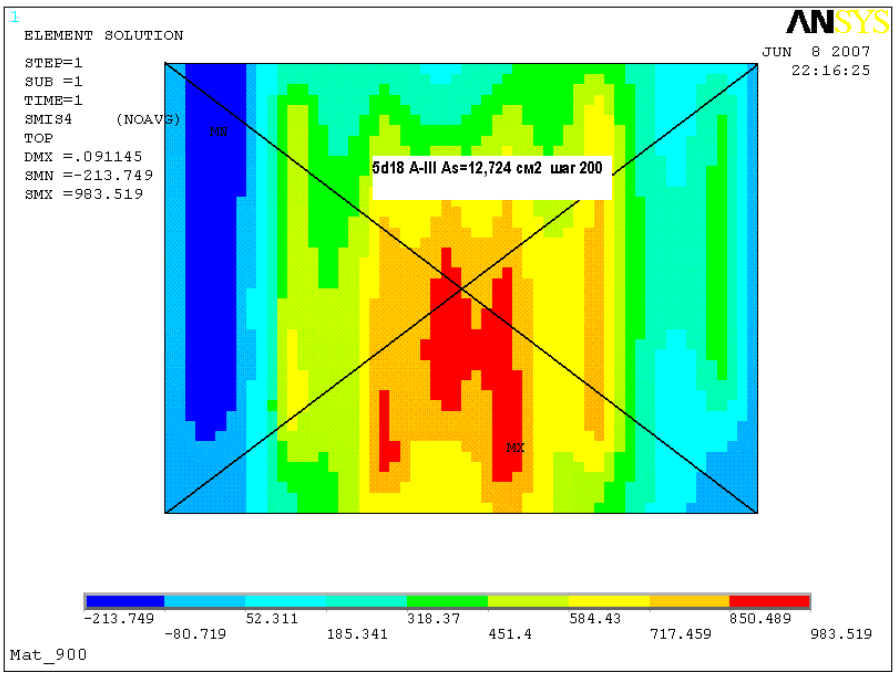


Рис. 31. Фоновая арматура А-Ш диаметр 18, шаг 200 мм. Момент 320 кНм, крутящий момент 180 кНм

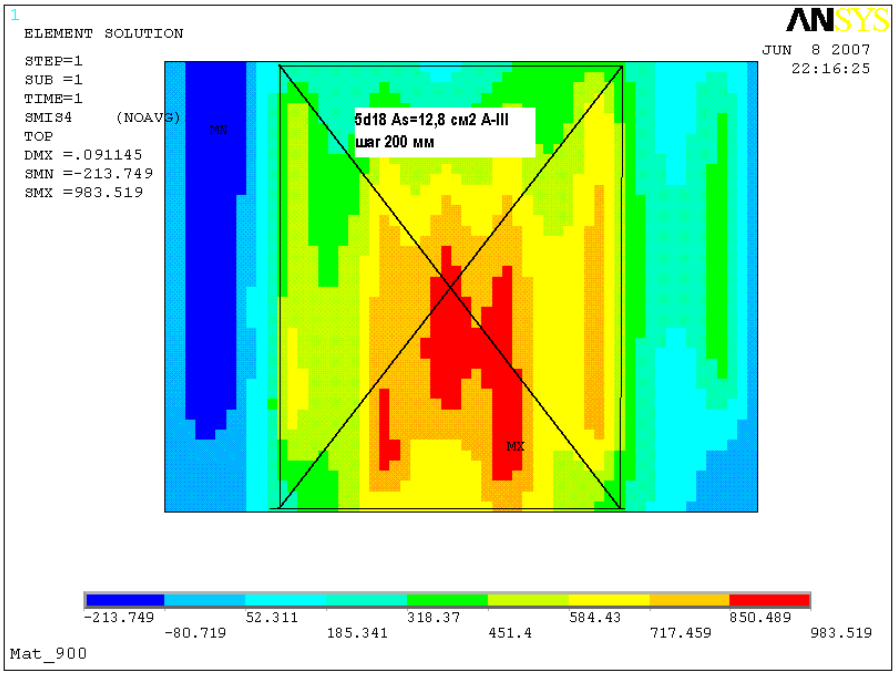


Рис. 32. Второй ряд арматуры А-Ш, диаметр 18 мм, шаг 200 мм. Момент 398 кНм

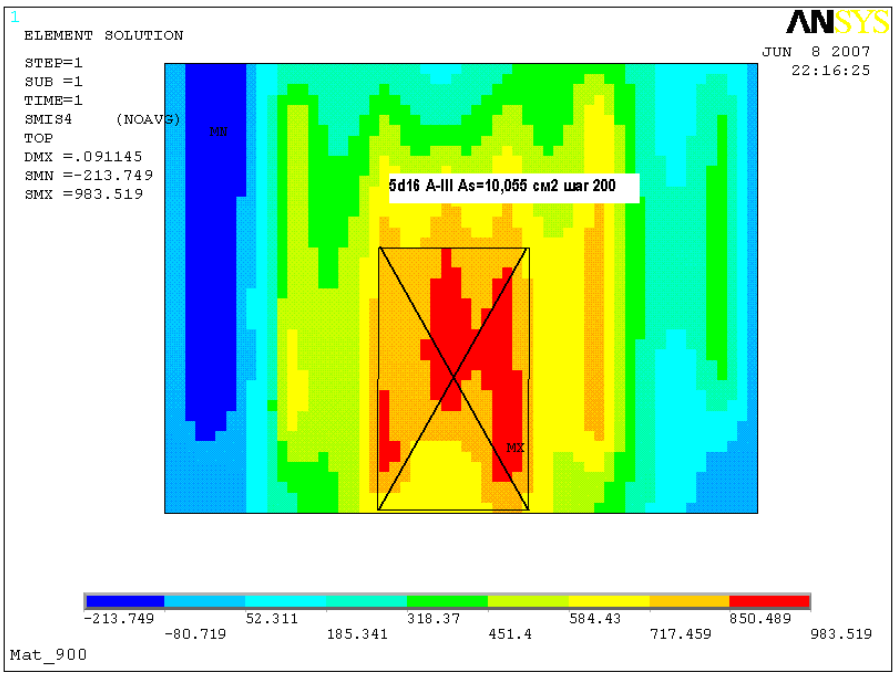


Рис. 33. Третий ряд арматуры А-Ш, диаметр 16 мм, шаг 200 мм. Момент 266 кНм

Армирование по моменту M_y

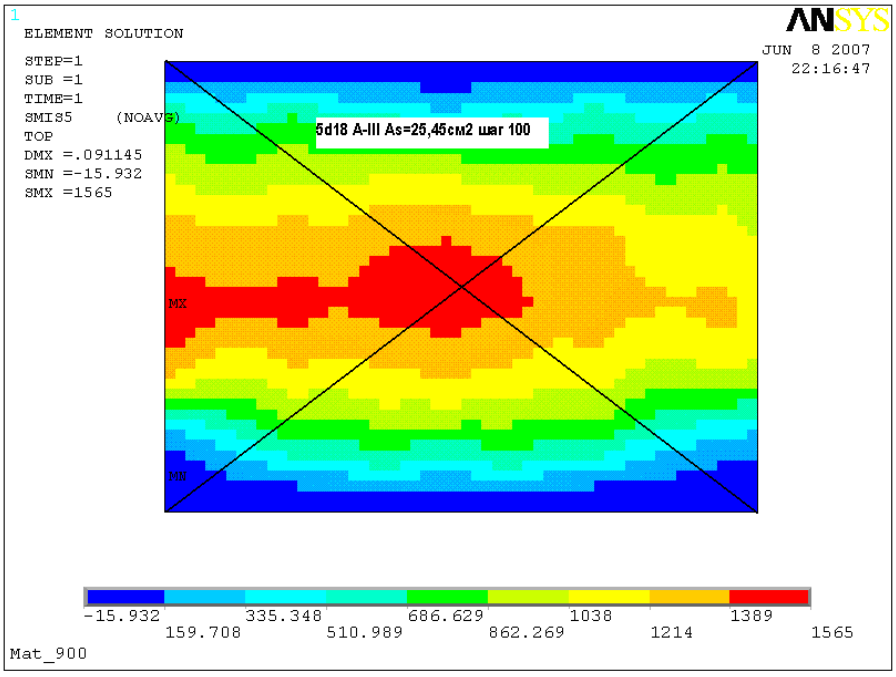


Рис. 34. Фоновая арматура А-Ш диаметр 18, шаг 100 мм. Момент 680 кНм

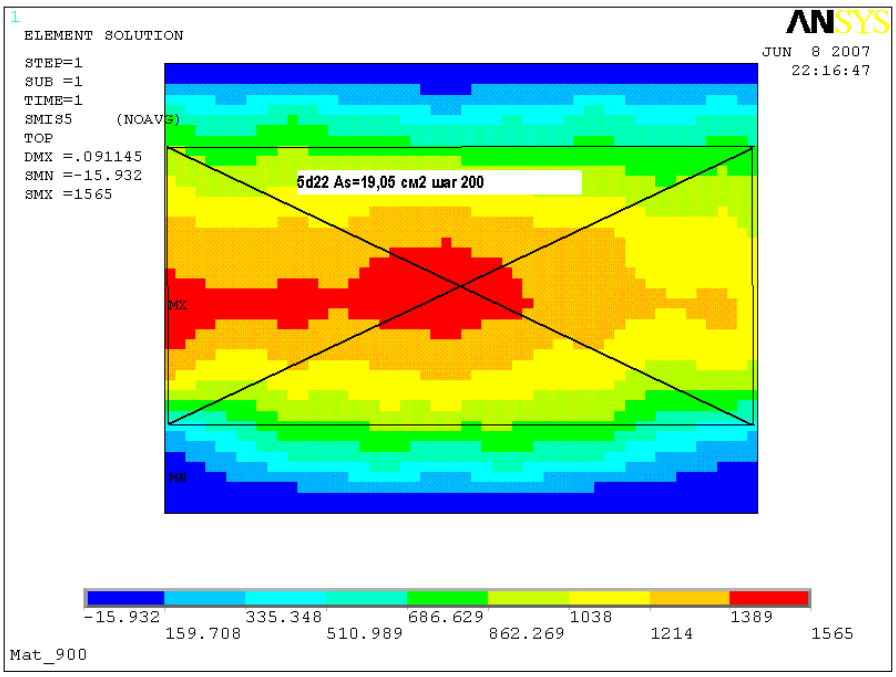


Рис. 35. Второй ряд арматуры А-Ш, диаметр 22 мм, шаг 200 мм. Момент 520 кНм

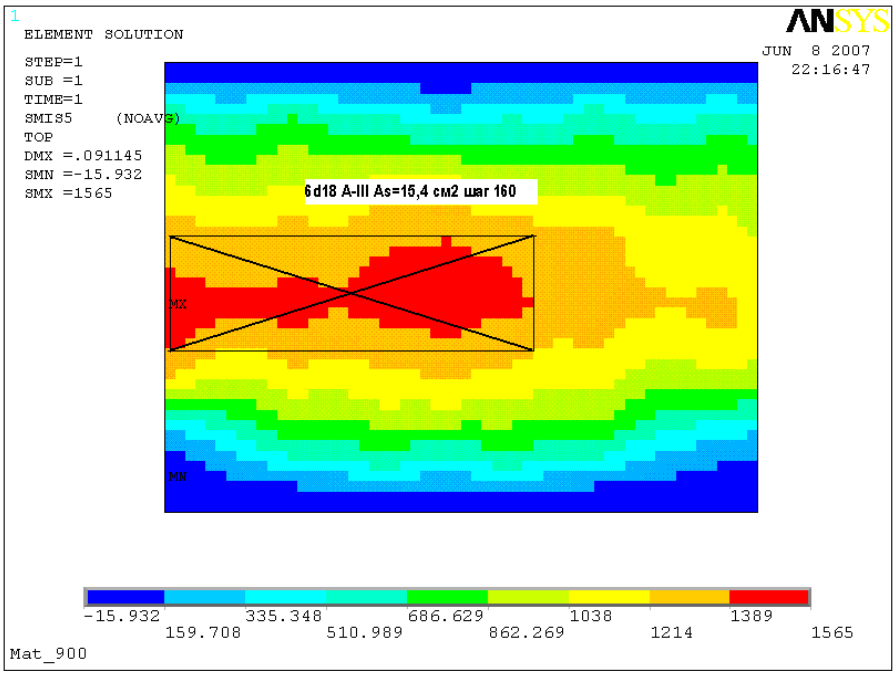


Рис. 36. Третий ряд арматуры А-Ш, диаметр 18 мм, шаг 160 мм. Момент 400 кНм

Верхняя часть сечения

Армирование по моменту M_x

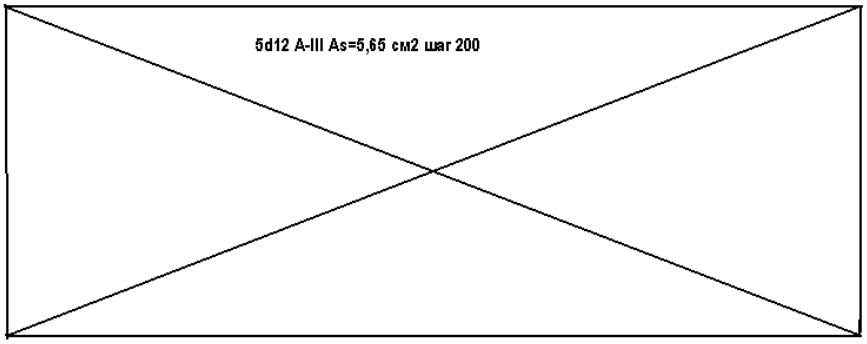


Рис. 37. Первый ряд арматура конструктивно 5%, А-Ш диаметр 12 мм, шаг 200 мм

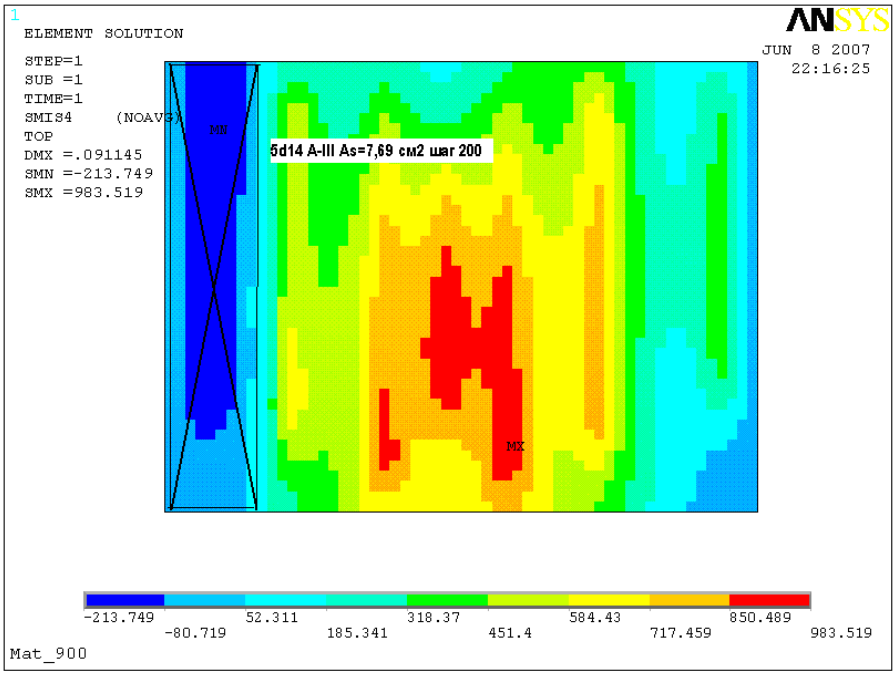


Рис. 38. Второй ряд арматуры А-Ш, диаметр 14 мм, шаг 200 мм. Момент 220 кНм

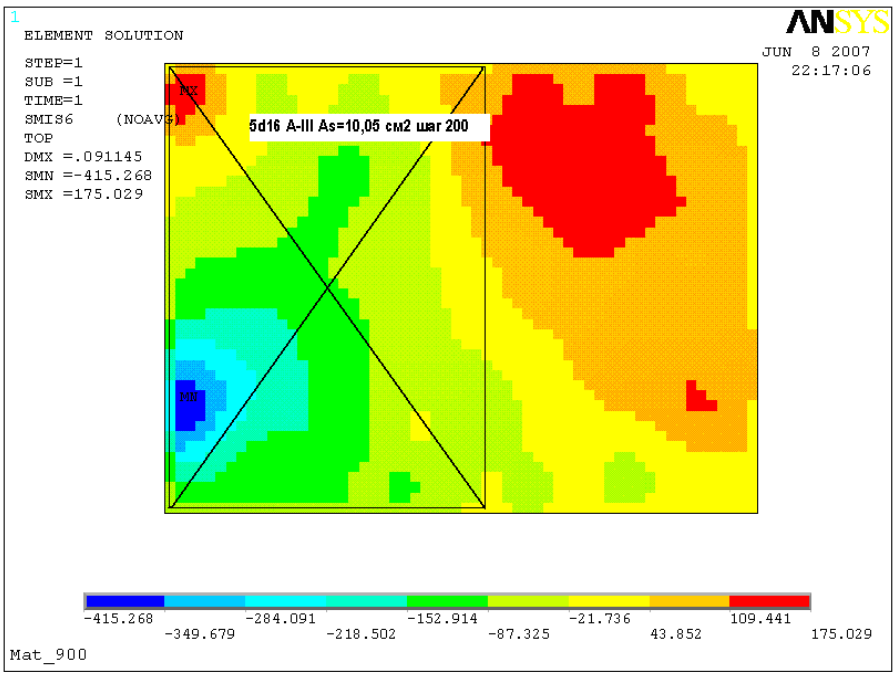


Рис. 39. Третий ряд арматуры диаметр 16 мм, шаг 200 мм, крутящий момент - 450 кНм

Армирование по моменту M_y

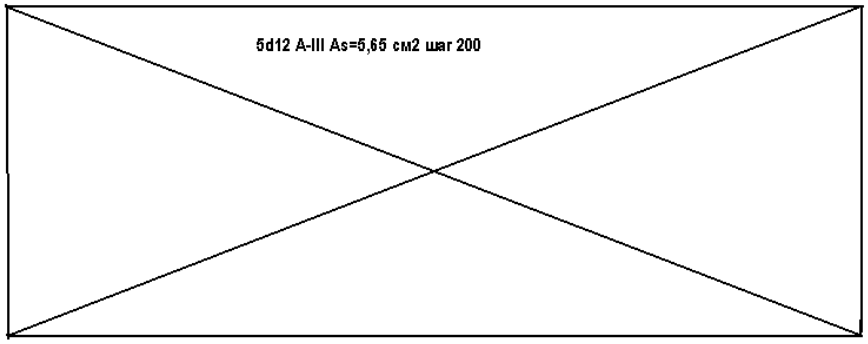


Рис. 39. Первый ряд арматура конструктивно 5%, А-Ш диаметр 12 мм, шаг 200 мм

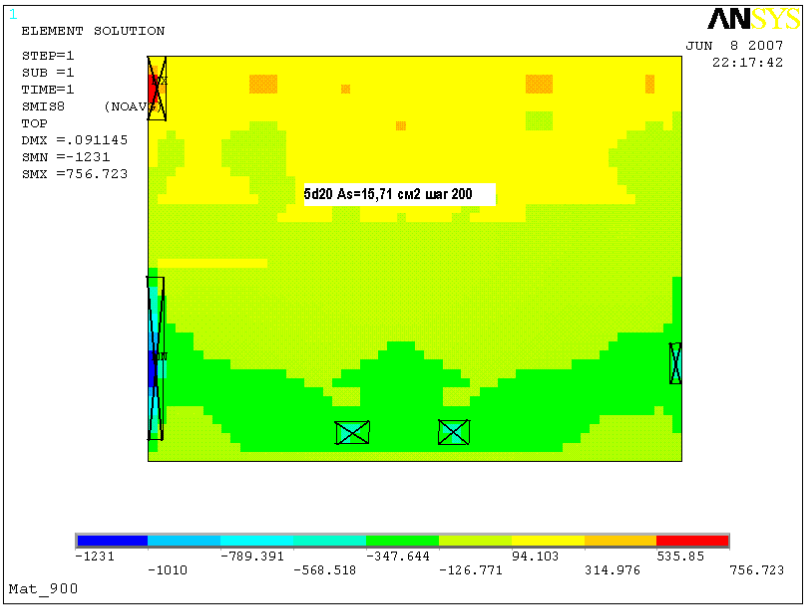


Рис. 40. Поперечная арматура по оси У

Армирование по поперечной силе Q_x не требуется. По поперечной силе Q_y в местах показанных на рис. 40.

5.2. Секция Б

Нижняя часть сечения

Армирование по моменту M_x, M_{xy}

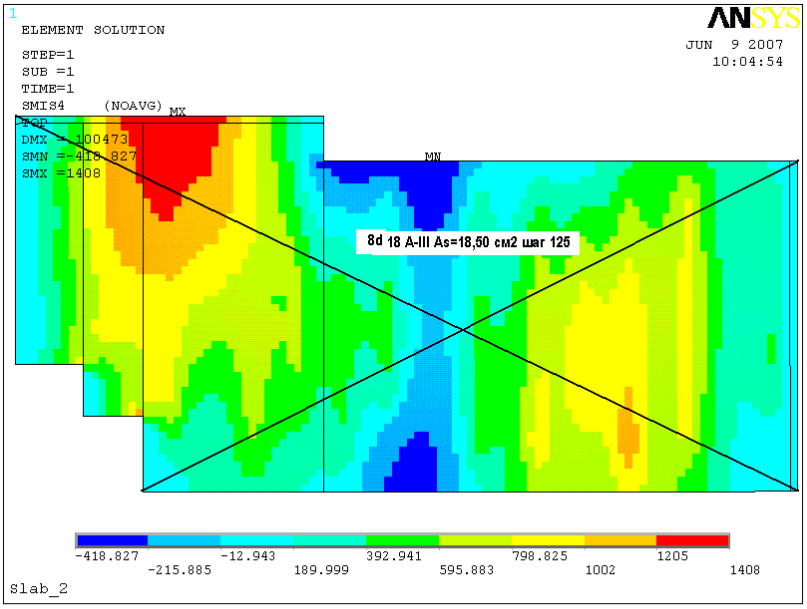


Рис. 41. Фоновая арматура А-Ш диаметр 18, шаг 125 мм. Момент 400 кНм, крутящий момент 350 кНм

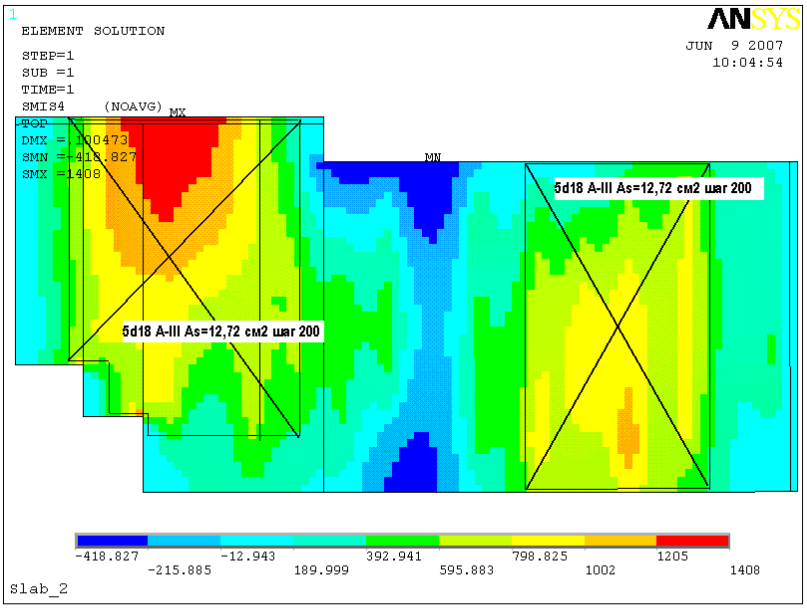


Рис. 42. Второй ряд арматуры А-Ш, диаметр 18 мм, шаг 200 мм. Момент 400 кНм

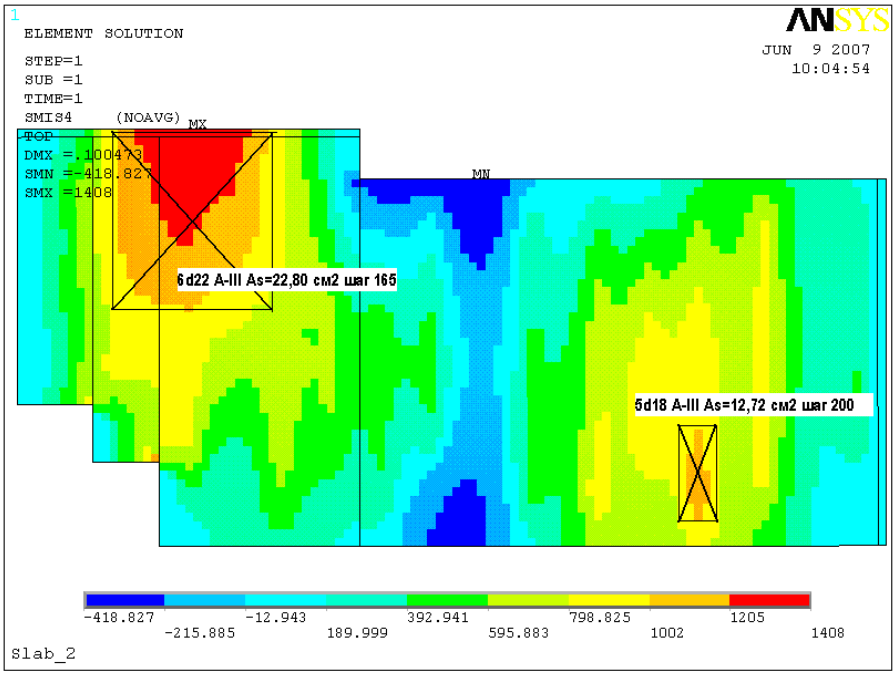


Рис. 43. Третий ряд арматуры А-Ш, диаметр 22 мм, шаг 165 мм, момент 600 кНм. Диаметр 18 мм, шаг 200 мм, момент 400 кНм

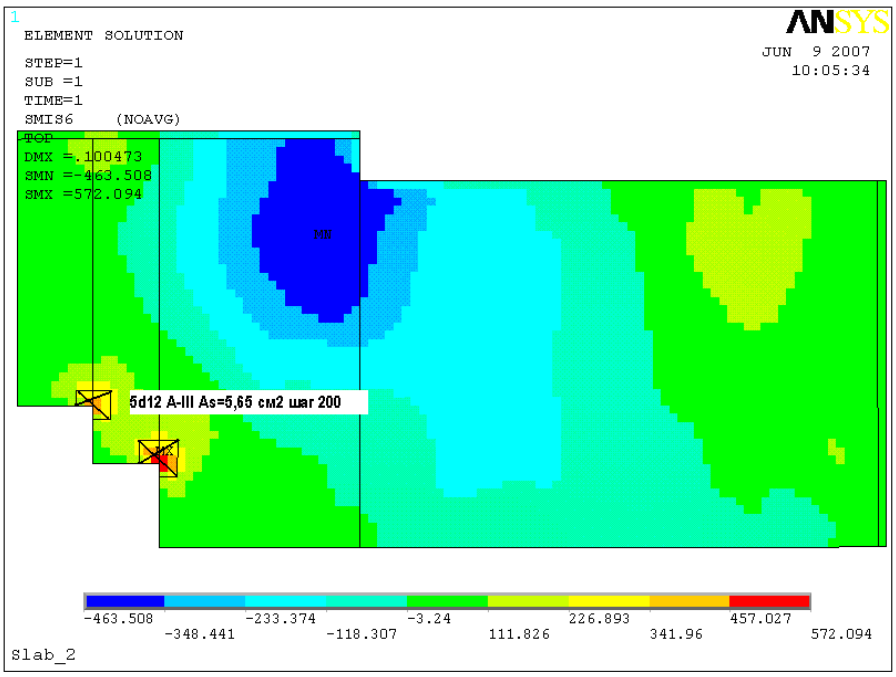


Рис. 44. Третий ряд арматуры А-Ш, диаметр 12 мм, шаг 200 мм, крутящий момент 230 кНм

Армирование по моменту M_y

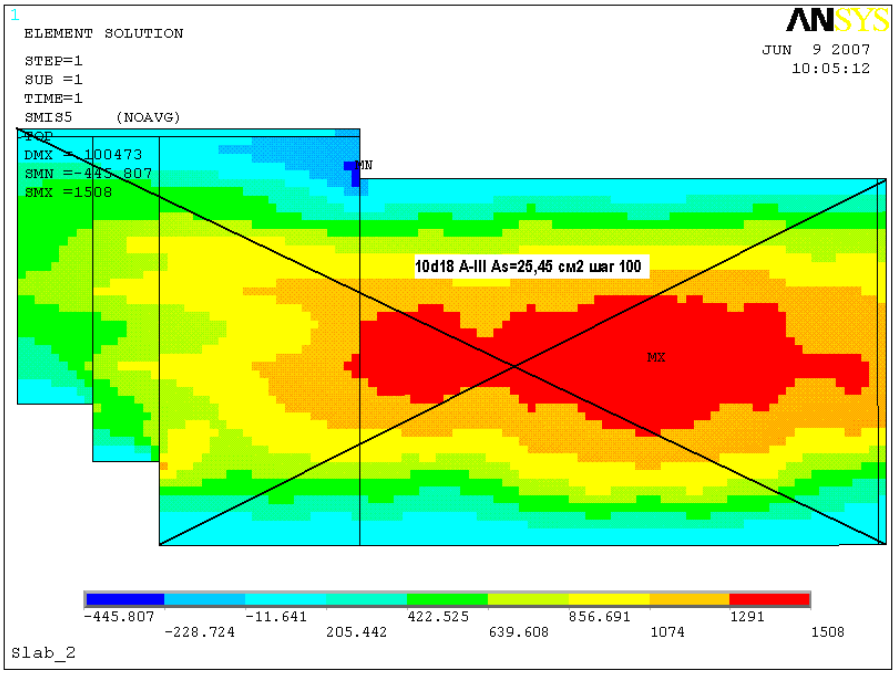


Рис. 45. Фоновая арматура А-Ш диаметр 18, шаг 100 мм. Момент 640 кНм

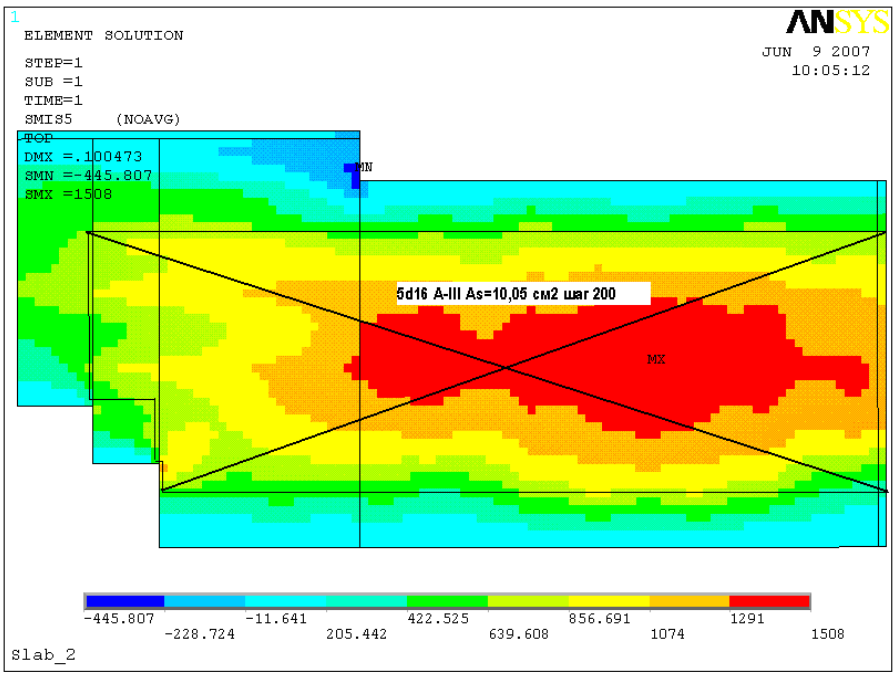


Рис. 46. Второй ряд арматуры А-Ш, диаметр 16 мм, шаг 200 мм. Момент 260 кНм

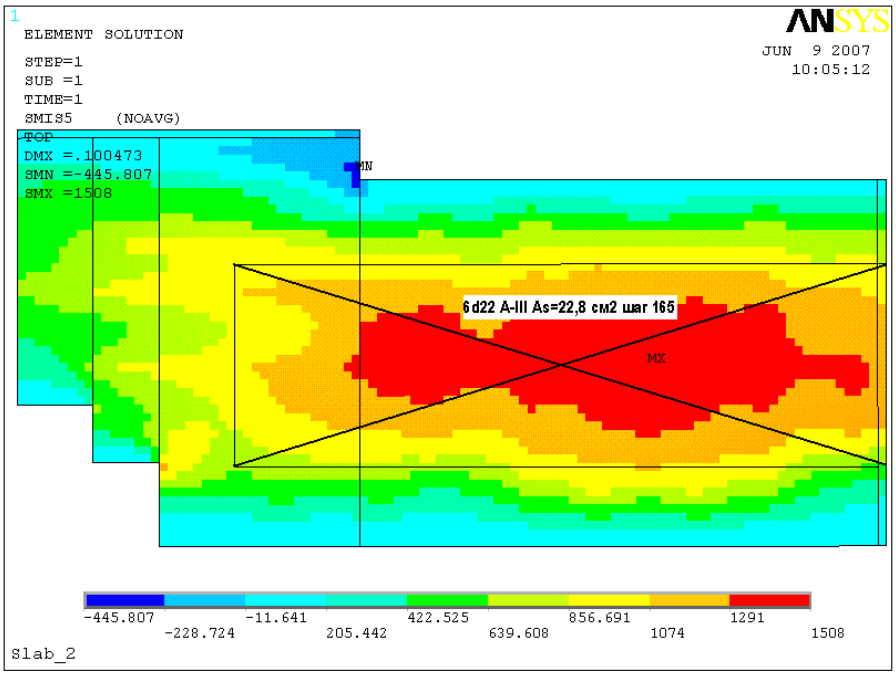


Рис. 47. Третий ряд арматуры А-Ш, диаметр 22 мм, шаг 165 мм, момент 600 кНм

Верхняя часть сечения

Армирование по моменту M_x

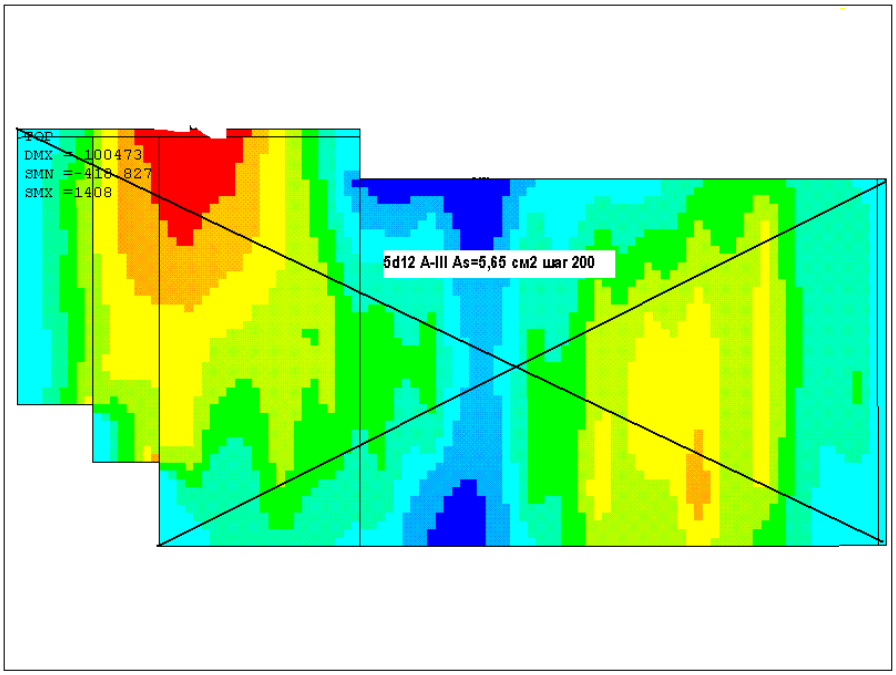


Рис. 48. Первый ряд арматуры, конструктивно 5%. Диаметр 12 мм шаг 200 мм

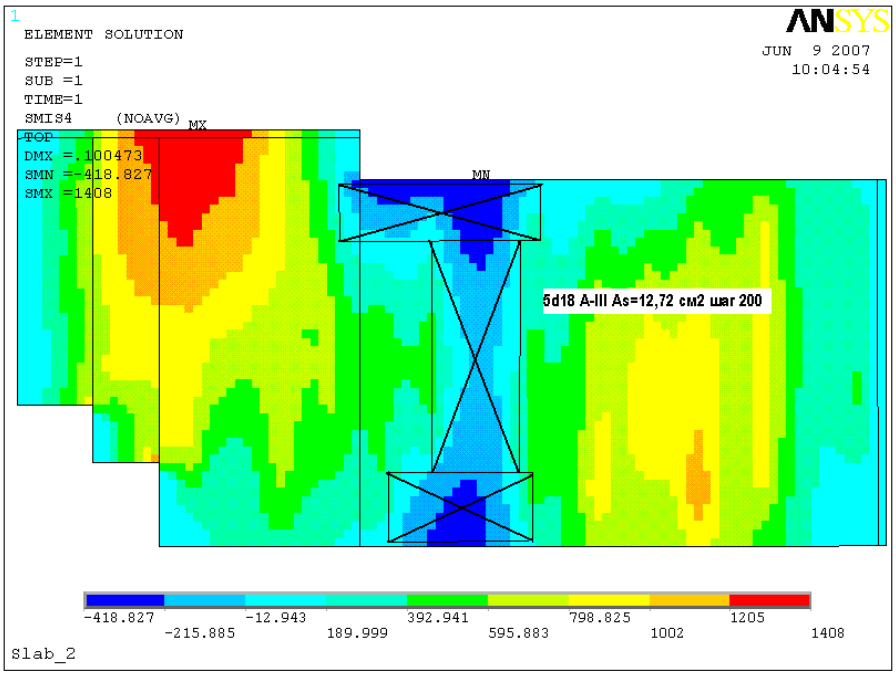


Рис. 49. Второй ряд арматуры диаметром 18 мм шаг 200 мм, момент: – 418 кНм

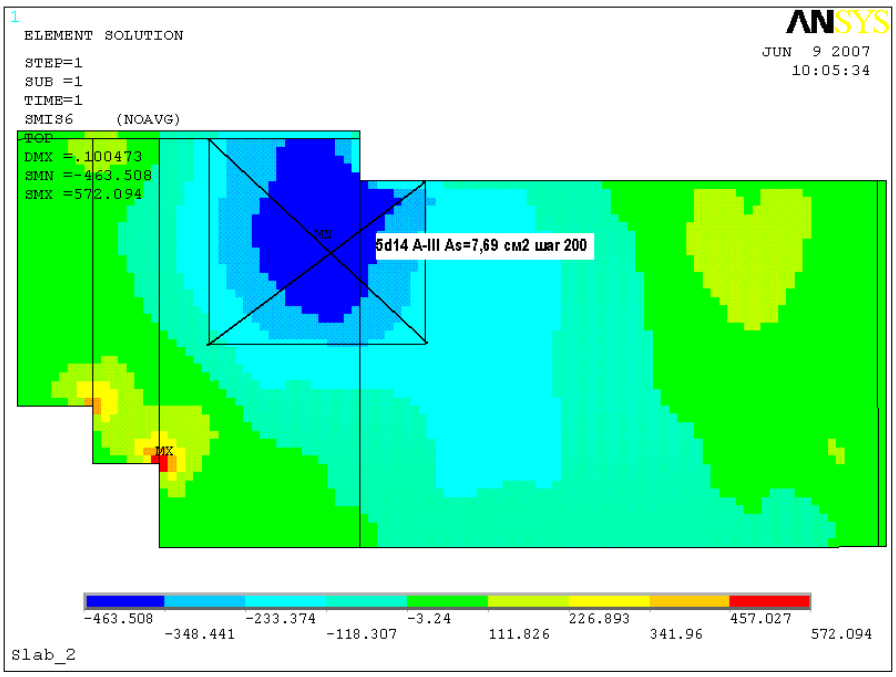


Рис. 50. Третий ряд арматуры диаметром 14 мм, шаг 200 мм, крутящий момент: – 470 кНм

Армирование по моменту M_y

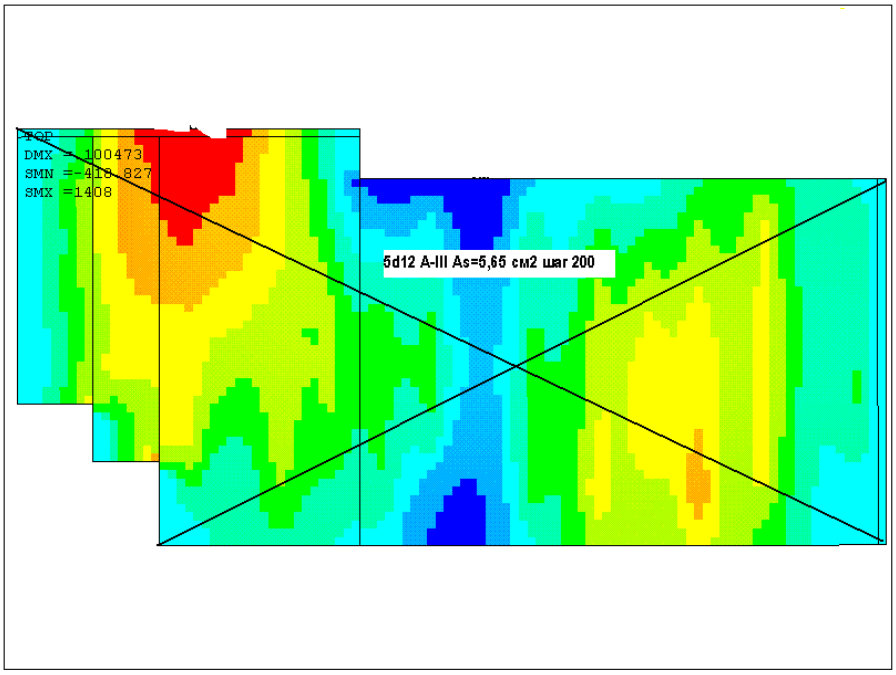


Рис. 51. Первый ряд арматуры, конструктивно 5%. Диаметр 12 мм шаг 200 мм

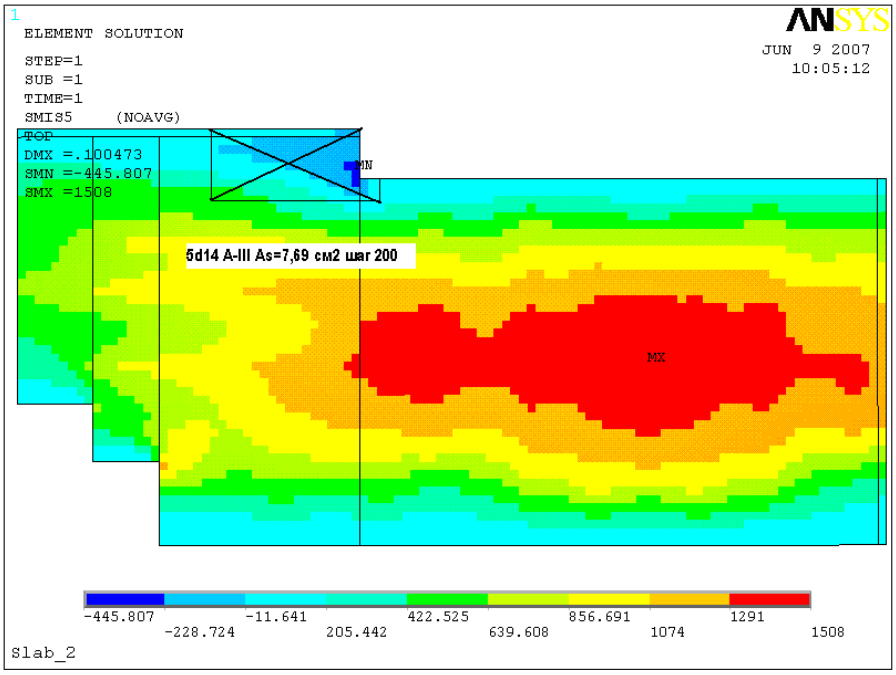


Рис. 52. Второй ряд арматуры, момент: - 450 кНм

Армирование по поперечной силе Qy не требуется. Места введения поперечной арматуры по силе Qx показано на рис. 53.

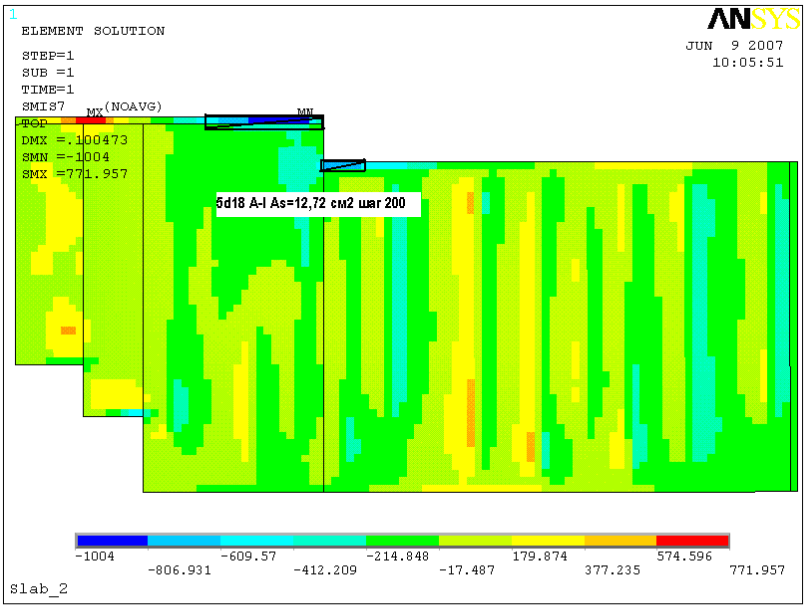


Рис. 53. Поперечная арматура по оси X, диаметр 18 мм шаг 200 мм

5.3. Секция В

Нижняя часть сечения

Армирование по моменту M_x, M_{xy}

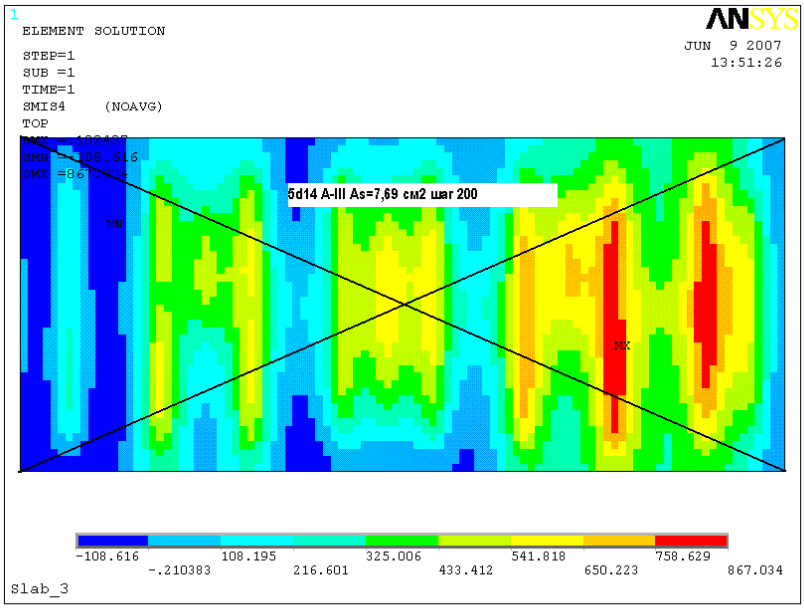


Рис. 54. Фоновая арматура диаметр 14 мм, шаг 200 мм. Момент 230 кНм, крутящий момент 130 кНм

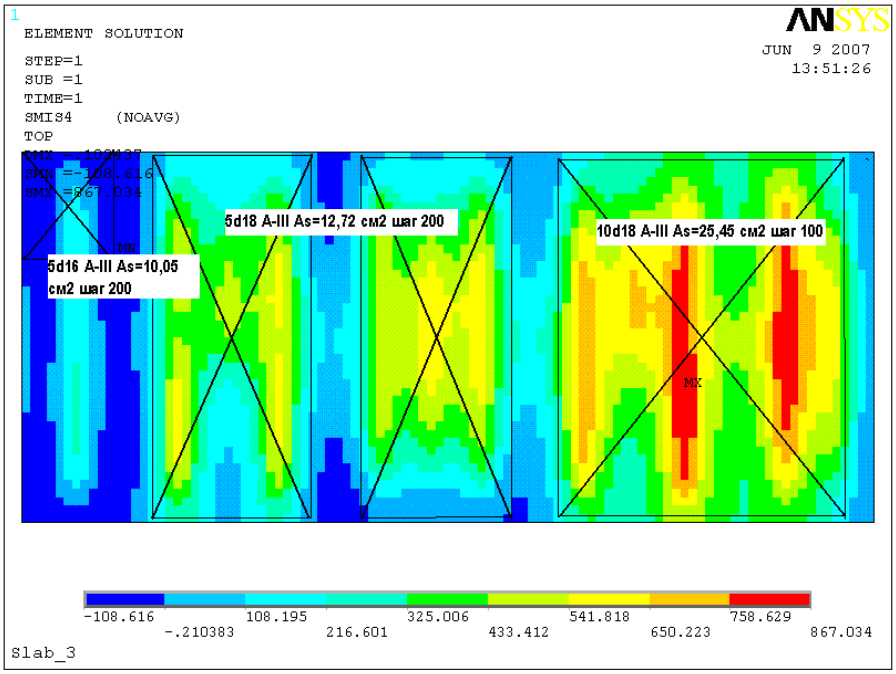


Рис. 55. Второй ряд арматуры диаметром 18 мм, шаг 200 и 100 мм. Моменты 320 и 640 кНм. Крутящий момент 260 кНм, диаметр 16 мм, шаг 200 мм

Армирование по моменту M_y

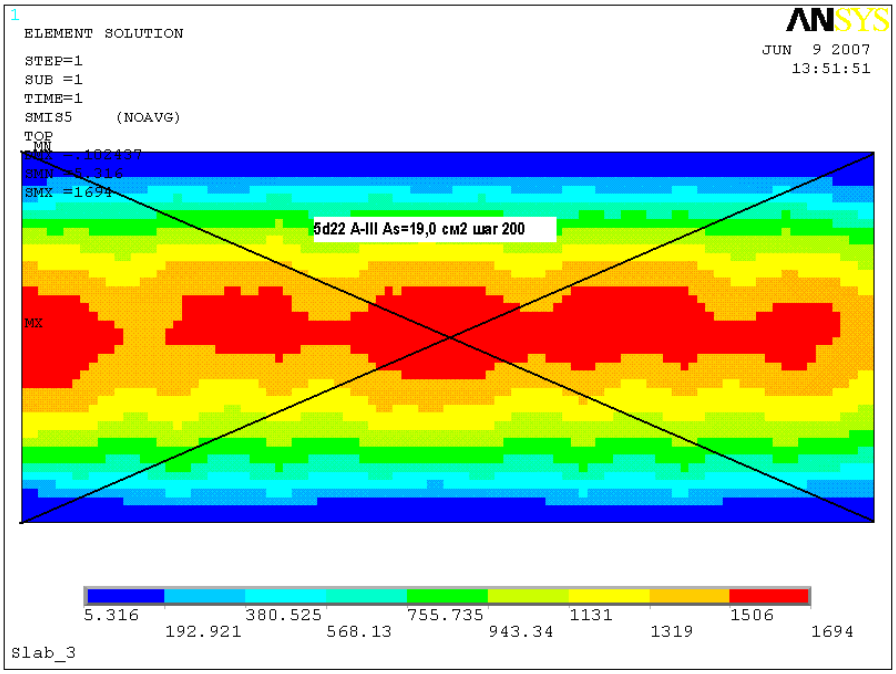


Рис. 56. Фоновая арматура диаметр 22 мм, шаг 200 мм. Момент 600 кНм

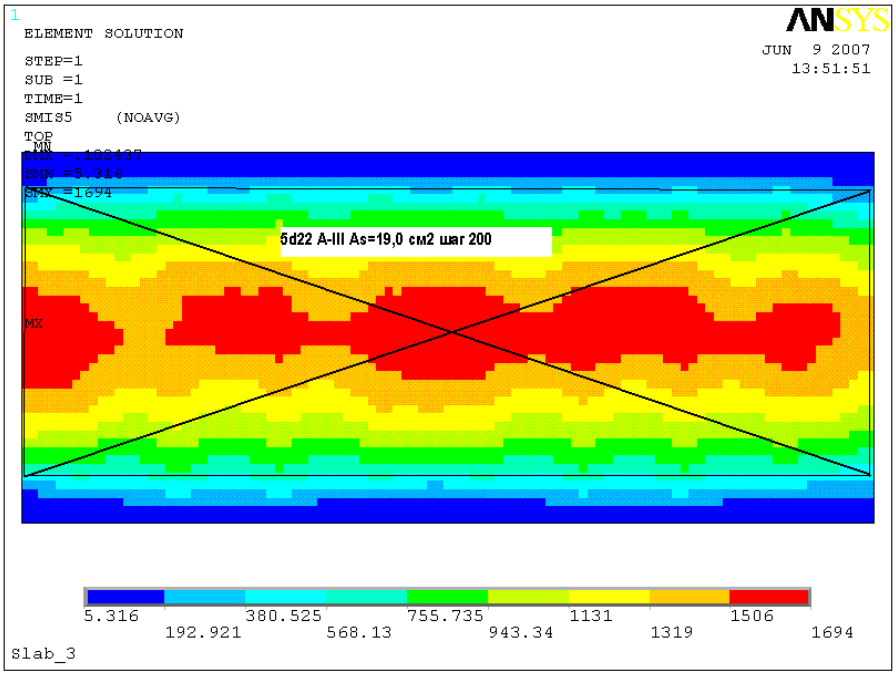


Рис. 57. Второй ряд арматуры диаметром 22 мм, шаг 200 мм. Момент 600 кНм

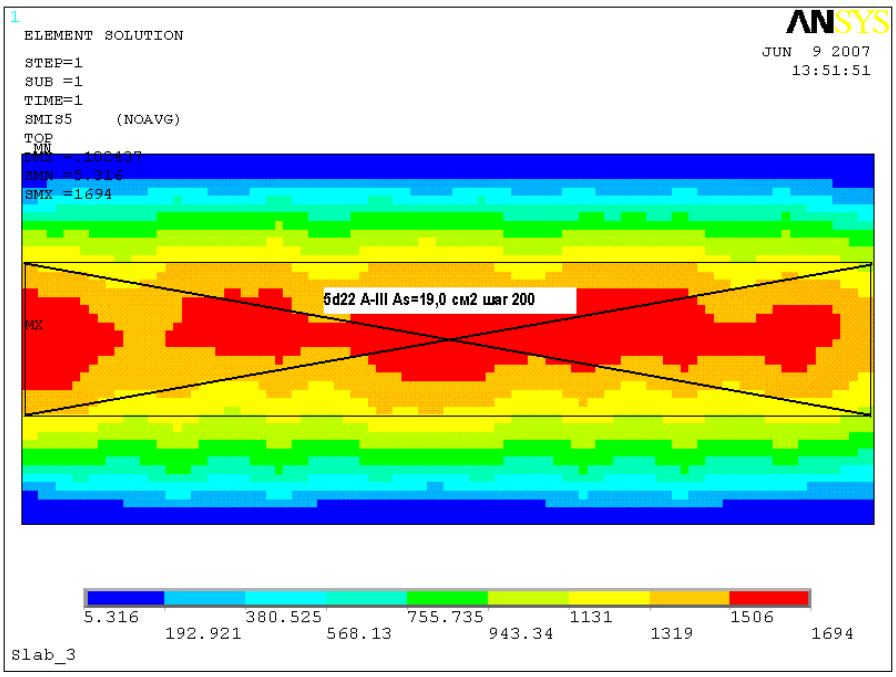


Рис. 58. Третий ряд арматуры диаметром 22 мм, шаг 200 мм. Момент 500 кНм

Верхняя часть сечения

Армирование по моменту M_x

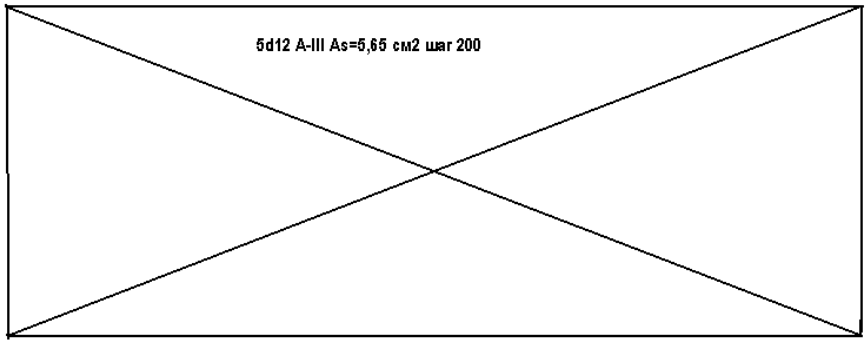


Рис. 59. Первый ряд арматуры, конструктивно 5%. Диаметр 12 мм шаг 200 мм

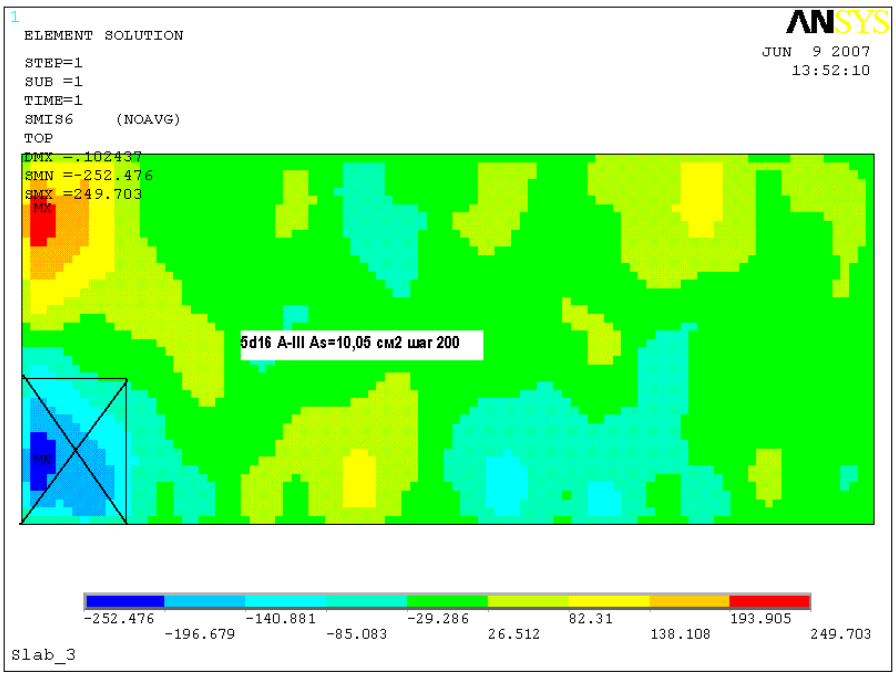


Рис. 60. Второй ряд арматуры диаметром 16 мм, шаг 200 мм. Крутящий момент: - 260 кНм

Армирование по моменту M_y

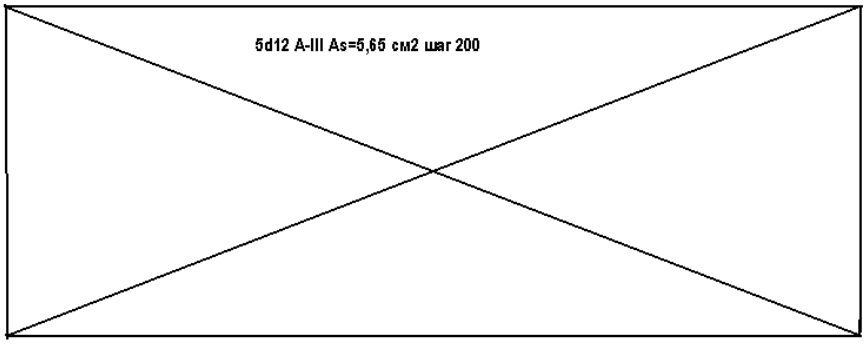


Рис. 61. Первый ряд арматуры, конструктивно 5%. Диаметр 12 мм шаг 200 мм

Армирование по поперечной силе Qx не требуется. Места армирования по поперечной силе Qy показано на рис. 62.

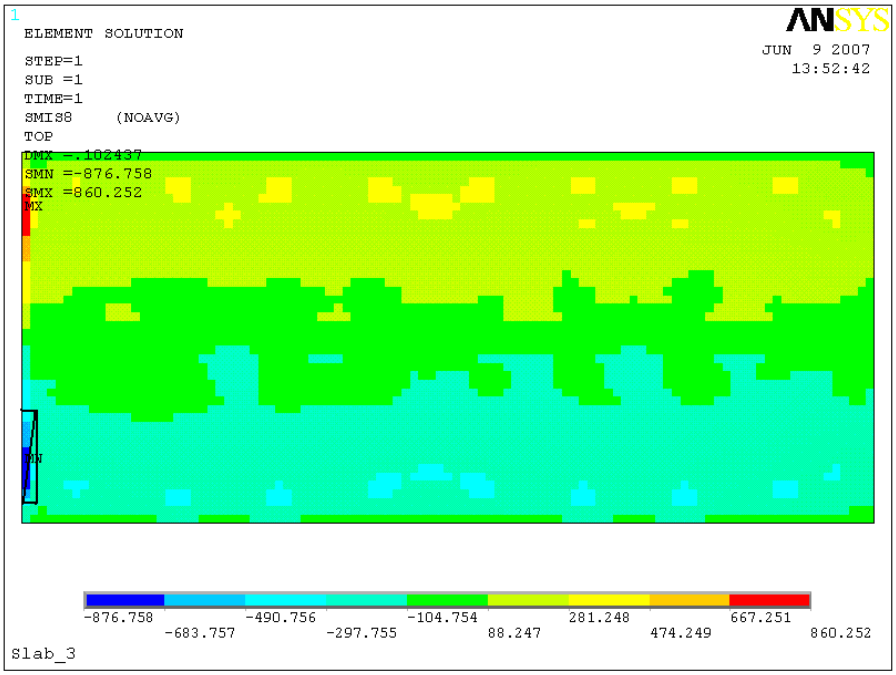


Рис. 62. Поперечная арматура по оси Y, диаметр 16 мм шаг 200 мм

Литература

1. Рабочий проект. «10 этажный 186 квартирный жилой дом 4А-4 в Юго-Западной части г.Набережные Челны. Фундаменты». ОАО «Стройпроект Плюс», г.Набережные Челны, 2006.

2. Инженерно-геологическое заключение по объекту: «4А микрорайон в пос. ГЭС г.Набережные Челны РТ». II этап. КамТИСИЗ, 2005.

3. СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.

4. Технический отчет о выполненных испытаниях грунтов штампом на площадке строительства жилых домов 4А-4 и 4А-5 в пос. ГЭС г.Набережные Челны. ООО «Строй-Тех», 2007.

5. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика. М., 1985.

6. Руководство по проектированию фундаментных плит каркасных зданий. М: Стройиздат, 1977, 128 с.
7. ANSYS, www.cadfem.ru.
8. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. М., 2000.

Приложение 1

Программа расчета оснований и фундаментов. "СтройЭкспертиза", Россия, г.Тула, тел.(0872) 35-78-88

Результаты расчета

Тип расчета:
Деформации основания

1. - Исходные данные:

Тип фундамента:
Прямоугольный Плита

Способ расчета:
Расчет осадки

Исходные данные для расчета:
Глубина заложения фундамента (d) 2,5 м
Высота фундамента (H) 3,5 м
Ширина подошвы фундамента (b) 21 м
Длина подошвы фундамента (a) 29 м
Уровень грунтовых вод (Hv) -6,3 м

Характеристики грунтов по слоям

Номер слоя	Тип грунта	Толщина, м	Модуль E	Ед.измерения
Слой 1	Пески	1	38200	кПа
Слой 2	Супеси	2,5	16200	кПа
Слой 3	Суглинки	3	15200	кПа
Слой 4	Суглинки	не определено	20300	кПа

Нормативная нагрузка на фундамент:

Обозначение	Величина	Ед.измерений	Примечания
N	91117	кН	
My	0	кН*м	
Qx	0	кН	
Mx	0	кН*м	
Qy	0	кН	
q	0	кПа	

2. - Выводы:

Осадка основания S= 102,06 мм

Крен фундамента в направлении оси X= 0
Крен фундамента в направлении оси Y= 0
Нижняя граница сжимаемой толщи (считая от подошвы) (Hc) 13,8 м

Расчет осадки выполнен по схеме линейно-деформируемого полупространства
Emid= 18577,6 (кПа) (Средний модуль деформации рассчитан пропорционально площадям эпюры вертикальных напряжений в грунте)

Расчет проведен согласно СП 50-101-2004 "Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений".

Приложение 2

ЛИР-ЛАРМ - локальный режим армирования

Секция А

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ
Сечения - См **Длины - М** **Напряжения - тс/м**2** **Nx,Ny,Txy - тс/м**2** **Mx,My,Mxy - (тс*м)/м** **Qx,Qy - тс/м**
ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ
Класс бетона - B20 **Расчетное сопротивление бетона на сжатие - 1170** **Модуль упругости бетона - 2.75e+006** **Класс продольной арматуры X - A-III** **Расчетное сопротивление продольной арматуры на растяжение - 37500** **Модуль упругости продольной арматуры - 2e+007** **Класс продольной арматуры Y - A-III** **Расчетное сопротивление продольной арматуры на растяжение - 37500** **Модуль упругости продольной арматуры - 2e+007** **Класс поперечной арматуры - A-I** **Расчетное сопротивление поперечной арматуры на растяжение - 23000** **Модуль упругости поперечной арматуры - 2.1e+007** **Расстояние к центру тяжести арматуры: снизу = 5 сверху = 3** **Выполнен подбор арматуры по II предельному состоянию**

		Рис. 31		**15 June 2007 13:12**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1						32.00		18.00		

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
10.26	4.50	4.50	4.50				
10.26	4.50	4.50	4.50				

		Рис. 32		**12 June 2007 19:09**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1						39.80				

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
12.83	4.50	4.50	4.50				
12.83	4.50	4.50	4.50				

		Рис. 33		**12 June 2007 19:19**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1						26.60				

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
8.50	4.50	4.50	4.50				
8.50	4.50	4.50	4.50				

		Рис. 34		**12 June 2007 19:35**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1							68.00	18.00		

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
4.50	4.50	22.38	4.50			0.18	0.18
4.50	4.50	22.38	4.50				

		Рис. 35		**12 June 2007 19:43**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1							52.00			

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
4.50	4.50	16.91	4.50			0.01	0.01
4.50	4.50	16.91	4.50				

		Рис. 36		**12 June 2007 19:50**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1							40.00			

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
4.50	4.50	12.90	4.50				
4.50	4.50	12.90	4.50				

		Рис. 38		**12 June 2007 19:58**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1						-22.00		-15.00		

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
4.50	6.84	4.50	4.50				
4.50	6.84	4.50	4.50				

		Рис. 39		**14 June 2007 13:26**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1								45.00		

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
6.96	6.96	6.96	6.96				
6.96	6.96						

		Рис. 40		**12 June 2007 20:26**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - В20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ										
No	**РСУ**	**Сейсм.**	**Nx**	**Ny**	**Txy**	**Mx**	**My**	**Mxy**	**Qx**	**Qy**
Усилия или РСН										
1										123.0

АРМАТУРА **Режим: Подбор арматуры**							
AS1	**AS2**	**AS3**	**AS4**	**ASW1/100**	**ASW2/100**	**Тр.крат.**	**Тр.длит.**
4.50	4.50	4.50	4.50		15.30		
4.50	4.50	4.50	4.50				

ЛИР-ЛАРМ - локальный режим армирования

Секция Б

		Рис. 41		**13 June 2007 20:47**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - В20

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ										
No	**РСУ**	**Сейсм.**	**Nx**	**Ny**	**Txy**	**Mx**	**My**	**Mxy**	**Qx**	**Qy**
Усилия или РСН										
1						40.00		35.00		

АРМАТУРА **Режим: Подбор арматуры**							
AS1	**AS2**	**AS3**	**AS4**	**ASW1/100**	**ASW2/100**	**Тр.крат.**	**Тр.длит.**
18.50	4.50	4.50	4.50			0.20	0.20
12.45	4.50	4.50	4.50				

		Рис. 42		**13 June 2007 21:02**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ										
No	**РСУ**	**Сейсм.**	**Nx**	**Ny**	**Txy**	**Mx**	**My**	**Mxy**	**Qx**	**Qy**
Усилия или РСН										
1						40.00				

АРМАТУРА **Режим: Подбор арматуры**							
AS1	**AS2**	**AS3**	**AS4**	**ASW1/100**	**ASW2/100**	**Тр.крат.**	**Тр.длит.**
12.90	4.50	4.50	4.50				
12.90	4.50	4.50	4.50				

		Рис. 43		**13 June 2007 21:13**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ										
No	**РСУ**	**Сейсм.**	**Nx**	**Ny**	**Txy**	**Mx**	**My**	**Mxy**	**Qx**	**Qy**
Усилия или РСН										
1						60.00				

АРМАТУРА **Режим: Подбор арматуры**							
AS1	**AS2**	**AS3**	**AS4**	**ASW1/100**	**ASW2/100**	**Тр.крат.**	**Тр.длит.**
19.63	4.50	4.50	4.50			0.02	0.02
19.63	4.50	4.50	4.50				

		Рис. 44		**13 June 2007**

				21:41

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1								23.00		

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
4.50	4.50	4.50	4.50				
4.50	4.50	4.50	4.50				

		Рис. 45		13 June 2007 21:52

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1							64.00			

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
4.50	4.50	21.00	4.50			0.02	0.02
4.50	4.50	21.00	4.50				

		Рис. 46		13 June 2007

				22:05

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1							26.00			

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
4.50	4.50	8.30	4.50				
4.50	4.50	8.30	4.50				

		Рис. 50		**13 June 2007 21:32**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1								47.00		

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
7.38	7.38	7.38	7.38				
7.38	7.38	7.38	7.38				

		Рис. 53		**14 June 2007 17:21**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ										
No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1									100.0	

АРМАТУРА Режим: Подбор арматуры							
AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
4.50	4.50	4.50	4.50	10.90			
4.50	4.50	4.50	4.50				

ЛИР-ЛАРМ - локальный режим армирования

Секция B

		Рис. 54		14 June 2007 17:40

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ										
No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1						23.00		13.00		

АРМАТУРА Режим: Подбор арматуры							
AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
7.33	4.50	4.50	4.50				
7.33	4.50	4.50	4.50				

		Рис. 55		**14 June 2007 17:54**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1						32.00				

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
10.26	4.50	4.50	4.50				
10.26	4.50	4.50	4.50				

		Рис. 56, 57		**14 June 2007 18:10**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ

No	РСУ	Сейсм.	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Усилия или РСН										
1							60.00			

АРМАТУРА
Режим: Подбор арматуры

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1/100	ASW2/100	Тр.крат.	Тр.длит.
4.50	4.50	19.63	4.50			0.02	0.02
4.50	4.50	19.63	4.50				

		Рис. 58		**14 June 2007 18:22**

Модуль армирования: Оболочка
Толщина пластины - 90.0
Класс бетона - B20
Класс продольной арматуры X - A-III
Класс поперечной арматуры - A-I
Класс поперечной арматуры - A-I

УСИЛИЯ, СОЧЕТАНИЯ										
No	**РСУ**	**Сейсм.**	**Nx**	**Ny**	**Txy**	**Mx**	**My**	**Mxy**	**Qx**	**Qy**
Усилия или РСН										
1							50.00			

АРМАТУРА Режим: Подбор арматуры							
AS1	**AS2**	**AS3**	**AS4**	**ASW1/100**	**ASW2/100**	**Тр.крат.**	**Тр.длит.**
4.50	4.50	16.24	4.50			0.01	0.01
4.50	4.50	16.24	4.50				