Жилой дом по ул. Селикатной в г. Пензе

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Расчет фундаментов

Профессор **Г.Г. Болдырев**

Пенза-2002

СОДЕРЖАНИЕ

1. Оценка инженерно-геологических условий и вариантов фундаментов....3
2. Выбор расчетной схемы основания и глубины сжимаемой толщи.....8
3. Процедура решения задач с использованием численных методов.....9
4. Расчет различных вариантов фундаментов
4.1. Фундаментная плита на естественном основании.....17
4.2. Фундаментная плита на свайном основании.....22
4.3. Ленточный фундамент на песчаной подушке.....26
4.3.1. Отдельно стоящий фундамент.....26
4.3.2. Ленточный фундамент из перекрестных лент.....27
4.4. Фундаментная плита на искусственном основании.....29
Основные выводы и рекомендации 37
Список используемой литературы……..38
Приложения……...39

1. Оценка инженерно-геологических условий и вариантов фундаментов

Согласно инженерно-геологическому заключению «Строительство 10-ти этажного жилого дома и реконструкция д/сада по ул. Селикатной в г.Пензе», шифр 48-00-22 составленного ОАО «Пензсельстройпроект» в 2001 году площадка строительства сложена следующим образом.

В основании проектируемого жилого дома на глубину до 2,1 м (см. рис. 1) залегает насыпной грунт, глина, кирпич, строительный мусор.

Вторым слоем является глина полутвердой и тугопластичной консистенции, мощность которой изменяется от 1,3 до 2,2 м. Физико-механические показатели грунта: удельный вес грунта - 18,7 кН/м3; е = 0,81; S_r = 0,87; I_L = 0,25; с = 37/27 кПа; угол внутреннего трения – 17/15 град.; Е = 12/11 МПа.

Третий слой – глина мягкопластичной консистенции, мощностью от 1,2 до 1,7 м. Физико-механические показатели грунта: удельный вес грунта - 18,2 кН/м3; е = 0,98; S_r = 0,97; I_L = 0,70; с = 21 кПа; угол внутреннего трения – 12 град.; Е = 4 МПа.

Четвертый слой – суглинок полутвердый, тугопластичный, мощностью 3,2 м. Физико-механические показатели грунта: удельный вес грунта - 18,5 кН/м3; е = 0,77; S_r = 0,80; I_L = 0,27; с = 28/33 кПа; угол внутреннего трения – 21/17 град.; Е = 16/14 МПа.

Пятый слой – суглинок от мягкопластичной до тугопластичной консистенции, мощностью от 8,3 до 11,5 м. Физико-механические показатели грунта: удельный вес грунта - 18,4 кН/м3; е = 0,88; S_r = 0,96; I_L = 0,68/0,92; с = 15/8 кПа; угол внутреннего трения – 17/11 град.; Е = 5/5 МПа.

Грунтовые воды вскрыты на глубине 3,55 – 4,80 от поверхности природного рельефа.

Анализ инженерно-геологических условий показывает, что ниже отметки заложения подошвы фундамента (абс. отм. 170,15 м) залегает второй слой с модулем деформации Е = 11,0 МПа. Причем, как видно из объемной модели грунта (рис. 2) этот слой лишь частично контактирует с подошвой фундамента. Под остальной частью площади подошвы фундамента находятся насыпные грунты, мощность до 2,2 м. Ниже залегают глинистые грунты с модулем деформации в 4, 14 и 5 МПа. Как видно из объемной модели грунта основания четвертый слой глины лишь частично попадает под пятно застройки зданием.

При устройстве фундамента мелкого заложения необходимо удалить насыпной слой грунтов и заменить его местным глинистым грунтом с уплотнением до удельного веса в 18,0 кН/м3. Этот слой на объемной модели основания имеет наименование «песчаная подушка». Расчетное значение модуля деформации тела глинистой грунтовой подушки должно быть не менее 11 МПа. Глинистый грунт, используемый для устройства «подушки»

не должен обладать свойствами морозного пучения. Прочностные и деформационные показатели грунтовой подушки необходимо определить после ее устройства по ГОСТ 12248-96.

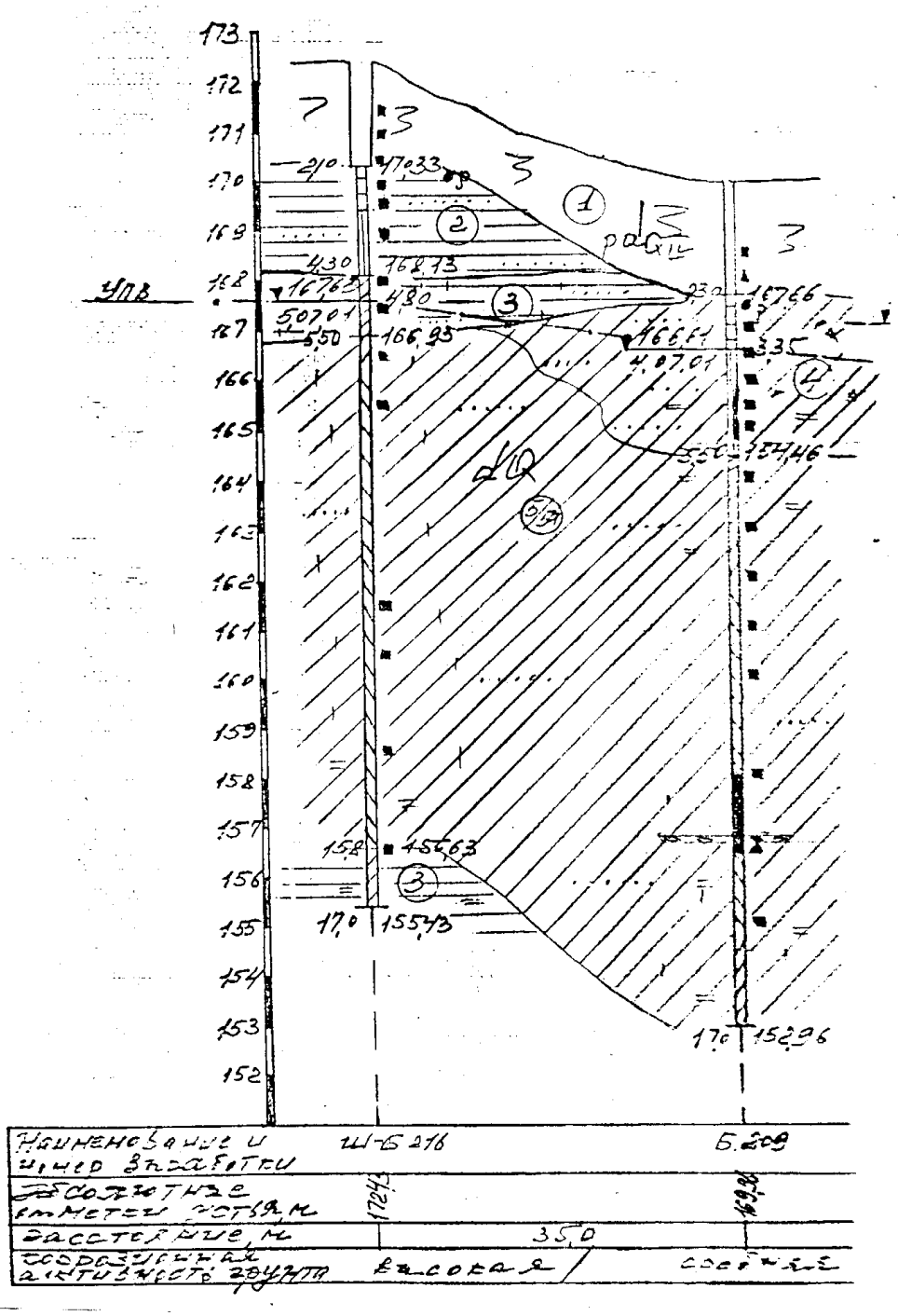


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез

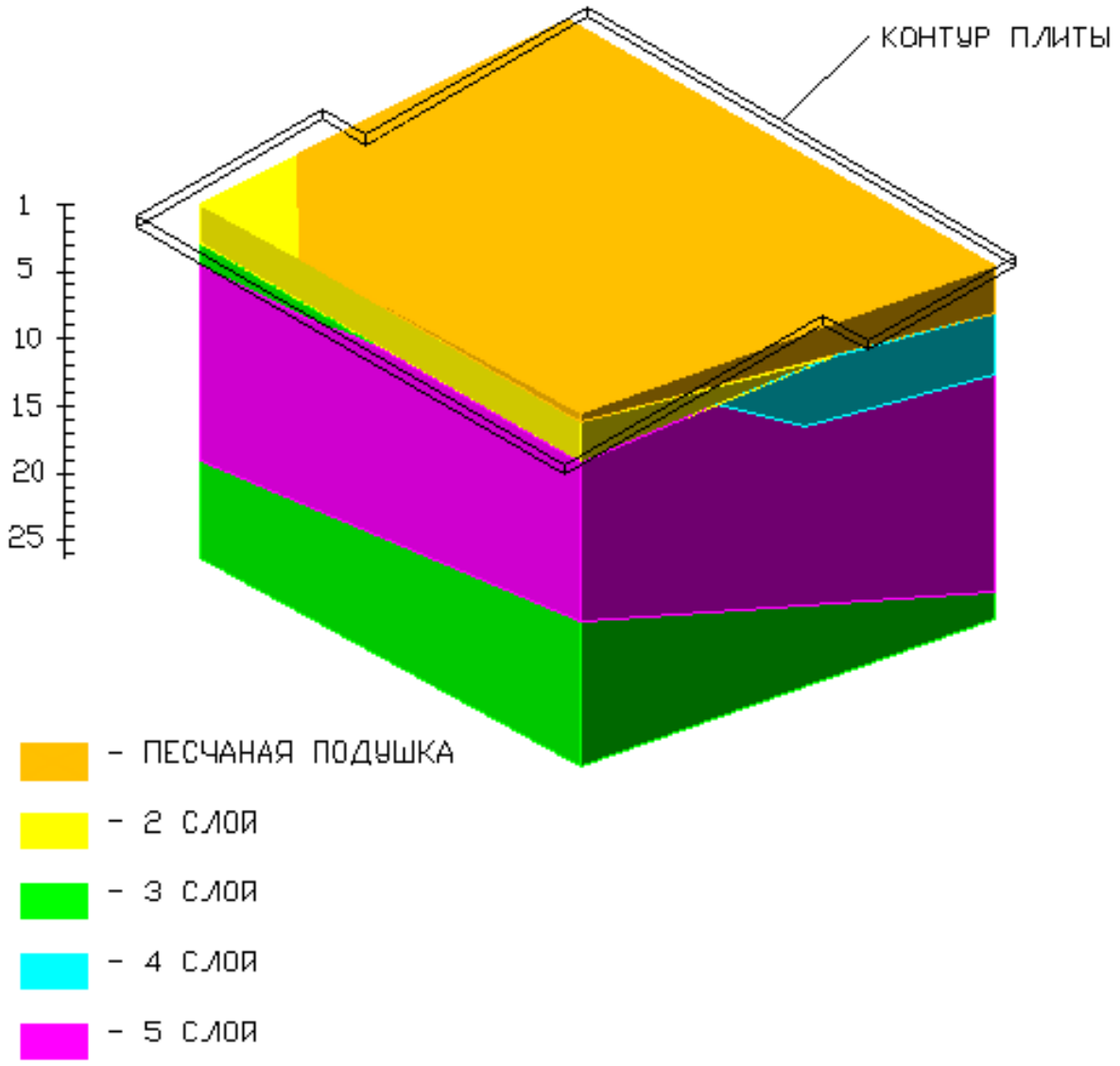


Рис. 2. Объемная модель грунтовой толщи в основании фундамента

Основание сложенное представленными грунтовыми условиями следует отнести к категории «слабых», так как они преимущественно сложены глинистыми грунтами с модулем деформации E = 4-5 МПа. Исходя из этого основными вариантами фундаментов могут быть свайный ростверк с длиной свай более 14 м или плитный фундамент. Для принятия решения о расчете свайного варианта необходимо провести дополнительные инженерно-геологические изыскания, увеличив глубину проходки скважин до 30 м. Кроме того, необходимо провести натурные испытания свай и после этого результаты испытаний использовать в расчетах. Принятие решения об устройстве висячих свай длиной 12 м невозможно, так как при определении несущей способности сваи в СНиП 2.02.03-85 /2/ отсутствуют значения

расчетного сопротивления под нижним концом сваи (табл. 1) при $I_L > 0.6$. В пятом слое грунта $I_L = 0,68/0,92$.

Исходя из этого основным вариантом может быть плитный фундамент или фундамент из перекрестных лент. Однако, если в качестве первого слоя грунтов основания использовать естественный грунт, то расчетное сопротивление будет значительно менее среднего давления от веса сооружения. Поэтому, принимая решение об устройстве данных фундаментов необходимо заменить насыпной грунт или песчаной подушкой или местным непучинистым глинистым грунтом. В связи с тем, что для устройства песчаной подушки необходим песок средней крупности или крупный, который отсутствует на территории Пензенской области принимаем решение об устройстве грунтовой глинистой подушки.

Так как, на стадии проектирования, мы не имеем реальных показателей деформационных и прочностных свойств грунтовой подушки, то примем за исходные значения, нормативные значения, определенные по приложению 1 СНиП /1/. Для суглинков с показателем текучести $0,25 < I_L < 0,5$ и коэффициенте пористости е = 0,75 угол внутреннего трения равен 21^0, а силы удельного сцепления с = 23 кПа. Удельный вес суглинка равен 18,0 кН/м3.

Определим расчетное сопротивление глинистого грунта, R, /1/ для проектируемого фундамента из перекрестных лент на наиболее нагруженном участке по осям (5), (6), приняв ширину ленты равной 4 м и используя принятые показатели суглинка грунтовой подушки

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k}\left[M_y k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma_{II} + \left(M_q - 1\right) d_b \gamma_{II} + M_c c_{II}\right].$$

R=(1,2x1,0/1,0)[0,56x4,0x9,04+3,24x1,35x9,04+(3,24 - 1)0,75x9,04+5,84x23,0]= = 243,0 кПа,

где при φ=21° по табл. 4 /1/ находим M_y=0,56; M_q=3,24; M_c=5,84;

Удельный вес грунта ниже грунтовых вод равен (27,0 – 10,0)/(1 + 0,88) = 9,04 кН/м3.

При нагрузке равной (996 + 0,5x4x24) = 1044,0 Кн/м (см. табл. 1, прил. 1), давление под подошвой составит 261,0 кПа, что несколько более расчетного сопротивления грунта подушки.

Для второго варианта фундамента ввиде плиты размером 33x33 м среднее давление на грунт основания равно 150 кПа. Определим расчетное сопротивление грунта при ширине подошвы b = 33 м.

R=(1,2x1,0/1,0)[0,56x0,467x33,0x9,04+3,24x1,35x9,04+(3,24 - 1)0,75x9,04+5,84x23,0] = 312,3 кПа.

Условие P < R , удовлетворяется.

В связи с тем, что определяющим является осадка фундамента определим ее для плитного варианта фундамента по схеме линейно деформируемого слоя

$$s = \frac{P_o b k_c}{k_m} \sum \frac{k_i - k_{i-j}}{E_i}.$$

Толщина линейно-деформируемого слоя H для оснований сложенных пылевато-глинистыми грунтами определяется из выражения

$$H = H_s + h_{cl}/3 = (H_o + \varphi b)k_p + h_{cl}/3 = (6 + 0{,}1x30)0{,}85 + 18/3 = 13{,}65 \text{ м.}$$

Учитывая то, то граница сжимаемой толщи находится в грунтах с модулем деформации E = 5 МПа, толщину линейно-деформируемого слоя H увеличиваем до 18 м.

Среднее давление на основание под подошвой плитного фундамента размером в плане 33x33 м равно 150 кПа. Принимая его за дополнительное давление и используя табл. 4 прил. 2 /1/ определяем коэффициенты $к_c$, $к_m$, $к_i$ и расчетную величину осадки:

$$S = (150x30{,}0x1{,}4/1{,}0)[0{,}033/11000 + (0{,}1 – 0{,}033)/5000 + (0{,}2 – 0{,}1)/5000 + (0{,}299 - 0{,}20)/5000 + (0{,}380 – 0{,}299)/5000]= 0{,}49 \text{ м.}$$

Расчетное значение осадки более предельно допускаемой (прил. 4 /1/), равная 22,5 см для плитных фундаментов с армированием кирпичной кладки несущих стен.

Таким образом, фундаментная плита размером 33x33 м в плане на естественных грунтовых условиях при нагрузке p = 150 кПа не проходит из условия расчета по деформации основания.

Если определить осадку ленточного фундамента или плитного фундамента с использованием метода послойного суммирования (расчетная схема в виде линейно-деформируемого полупространства), то осадка будет еще более, так как сжимаемая толща грунтов будет более 18 м из-за учета взвешивающего действия грунтовых вод.

Уменьшить осадку можно следующим образом.

1. Уменьшить нагрузки на основание, снизив этажность жилого дома.
2. Увеличить толщину грунтовой подушки с 2 до 4 - 6 м.
3. Изменить свойства грунта путем искусственного улучшения грунтов основания.
4. Применить вариант плиты на свайном поле.

Рассмотрим возможность применения подобных технических решений для уменьшения деформации основания. С целью удобства и большей наглядности все последующие расчеты будем выполнять с использованием численных методов, а именно метода конечных элементов.

2. Выбор расчетной схемы основания и глубины сжимаемой толщи

В большинстве случаев, при устройстве фундаментов мелкого заложения под несущие кирпичные поперечные или продольные стены, применяют сборный вариант фундаментов, когда нагрузка на основание передается через сборные железобетонные плиты. Подобное конструктивное решение не вызывает сложностей при расчете оснований.

Данные фундаменты относятся к категории жестких и рассчитываются без учета их изгиба. Более предпочтительно применение гибких фундаментов, которые работают совместно с основанием. В этом случае предположение о линейном распределении реактивных давлений уже не может рассматриваться как достаточно точное, так как изгиб фундамента изменяет распределение этих давлений и, следовательно, отражается и на усилиях в фундаментах. Поэтому применение гибких фундаментов, как правило, приводит к более экономичным решениям.

Расчетная схема системы фундамент - основание включает определение реактивных давлений по подошве фундамента с учетом деформации основания. Расчет деформаций основания /1/ будем производить, как для линейно-деформируемого полупространства. Как было показано ранее, расчетное значение осадки фундамента и значения внутренних усилий в фундаменте будут зависеть от мощности сжимаемой толщи грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента.

Мощность сжимаемой толщи можно определить согласно СНиП /1/ двумя методами. Методом послойного суммирования и методом линейно-деформируемого слоя.

Выполненные ранее расчеты осадки плитного фундамента с использованием модели линейно-деформируемого полупространства (метод послойного суммирования) показывают на то, что сжимаемая толща грунтов при учете взвешивающего действия грунтовых вод и $p = 150$ кПа равна 40 м. Толщина линейно-деформируемого слоя H при ширине фундамента $b > 10$ м равна 13,65 м, а фактическая сжимаемая толща грунтов по инженерно-геологическому разрезу равна 18 м. . Поэтому в дальнейших расчетах принимаем мощность сжимаемой толщи не менее 40 м.

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. 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 - более расчетного значения мощности сжимаемой толщи, 50 – 60 м. Ширина и длина, равны 3 b.

4. Нагрузка на фундамент равномерно распределенная, давление интенсивностью p = 150 кПа.

5. Материал фундамента, бетон класс В20 с модулем упругости E = 23500 МПа.

3. Процедура решения задач с использованием численных методов

В разделе 4 приведены результаты статических расчетов различных вариантов фундаментов на сжимаемом основании для определения внутренних усилий в плите, перемещений или прогиба плиты.

Представленные ниже статические расчеты выполнены с целью сравнения различных вариантов фундаментов и получены использованием программы «ANSYS 5.7» (www.cadfem.ru), которая основана на методе конечных элементов.

ANSYS – (ANSYS, Inc., http://www.ansys.com) - универсальный тяжелый конечно-элементный пакет, на протяжении 30 лет являющийся одним из мировых лидеров, - был первым, получившим сертификат серии ISO 9001.

Эта программа позволяет производить статические расчеты конструкций в упругой и неупругой, например упруго-пластической постановке.

Для решения наших задач будем использовать математический аппарат теории пластичности, который позволяет определять неупругие деформации, возникающие в грунте и бетоне при достижении определенного уровня напряжений. В дальнейших рассуждениях будем полагать, что пластические деформации возникают мгновенно и не зависят от времени.

Теория пластичности дает математические соотношения, которые характеризуют упруго-пластическое поведение материала. Для того чтобы определить пластическую деформацию используются три условия: условие прочности; закон течения и закон упрочнения.

3.1. Условие прочности

Условие прочности определяет уровень напряжений, при котором начинается пластическое деформирование материала. Для сложного

напряженного состояния это условие выражается как функция, зависящая от компонент напряжений, $f(\sigma_{ij})$, которая может быть представлена как эквивалентное напряжение

$$\sigma_t = f(\sigma_{ij}) \tag{1}$$

где σ_{ij} - тензор напряжений.

Когда эквивалентное напряжение равно параметру, характеризующий предел прочности (текучести), σ_n для данного материала,

$$f(\sigma_{ij}) = \sigma_n \tag{2}$$

то в материале возникают пластические деформации. Если $\sigma_t < \sigma_n$, то материал ведет себя упруго и напряжения описываются линейным законом деформирования.

Уравнение (2) может быть изображено в пространстве напряжений, так как показано на рис. 3 для некоторых законов деформирования.

Использование того или иного условия прочности зависит от типа решаемой задачи. В наших расчетах мы применяем условие прочности Друкера-Прагера, которое подходит как для грунтов, так и для бетонов. Это позволяет использовать результаты иинженерно-геологических изысканий для данной площадки строительства.

3.2. Условие прочности Друкера-Прагера

Применение условия прочности Друкера-Прагера позволяет выполнять расчеты пластического деформирования при ассоциированном и неассоциированном законе течения. Поверхность текучести не изменяется в процессе пластического деформирования, следовательно, здесь не используется закон упрочнения и материал ведет себя как упруго-пластическое тело без упрочнения (рис. 3 е). Эквивалентное напряжение по Друкеру-Прагеру

$$\sigma_e = 3\beta\sigma_m + \left[\frac{1}{2}\{s\}^T[M]\{s\}\right]^{\frac{1}{2}} \tag{3}$$

где $\sigma_m = \frac{1}{3}(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$ - среднее нормальное напряжение;

$\{s\} = \{\sigma\} - \sigma_m \lfloor 1\,1\,1\,0\,0\,0 \rfloor^T$ - девиаторное напряжение;

β - параметр материала.

Это условие является модификацией условия прочности Мизеса, так как в него (3) включено среднее напряжение σ_m, которое учитывает влияние гидростатического обжатия на прочность материала: чем выше σ_m, тем больше прочность материала. Параметр β определяется из выражения

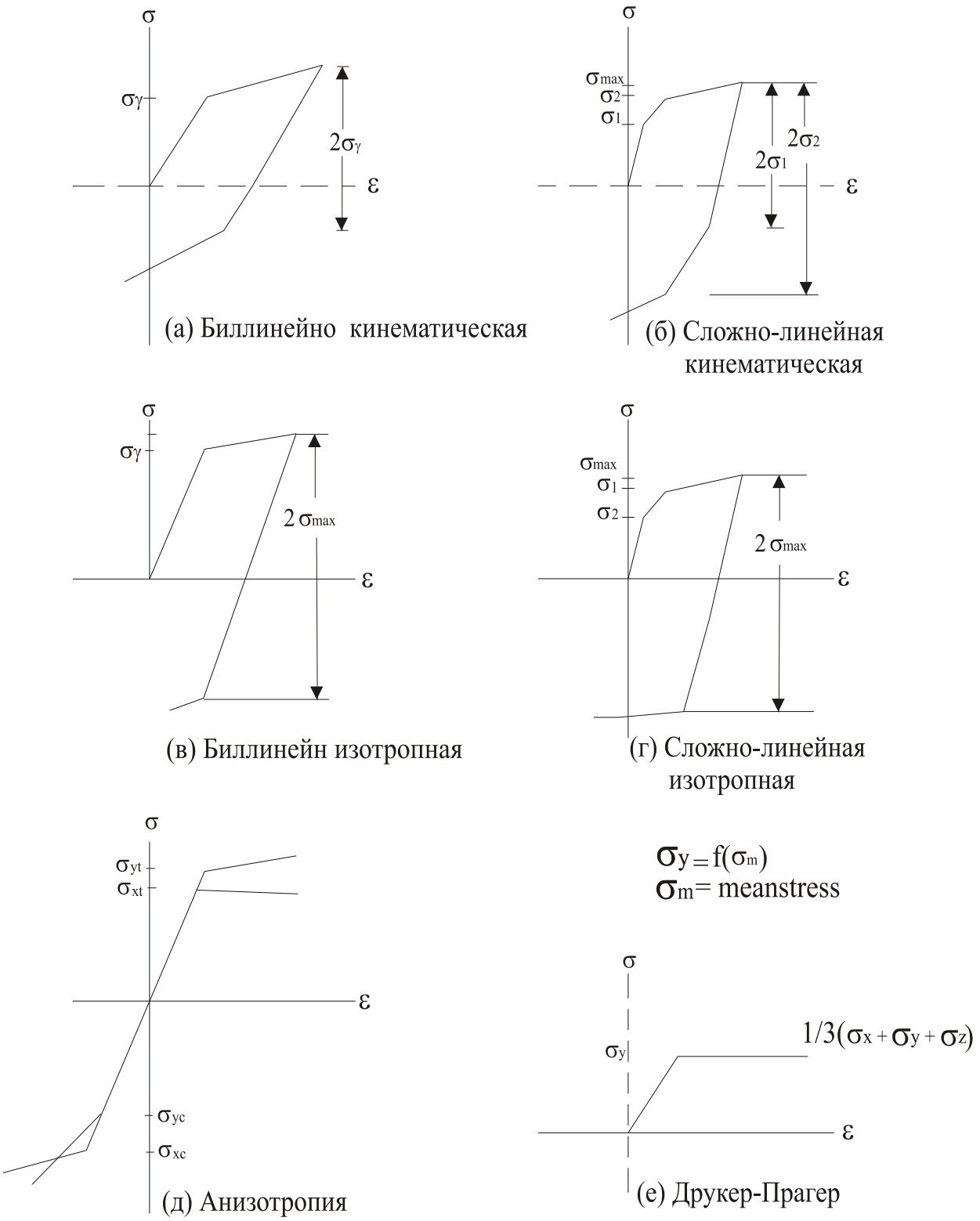


Рис. 3. Диаграммы деформирования различного вида
а – биллинейно кинематическая; б – кусочно-линейная кинематическая; в – биллинейно-изотропная; г – кусочно-линейная изотропная; д - анизотропная; е – Друкера-Прагера

$$\beta = \frac{2\sin\varphi}{\sqrt{3}(3-\sin\varphi)} \tag{4}$$

где φ - угол внутреннего трения.

Напряжение, соответствующее пределу прочности (текучести) определяется как:

$$\sigma_t = \frac{6c\cos\varphi}{\sqrt{3}(3-\sin\varphi)} \tag{5}$$

где c - величина сил сцепления.

Условие прочности (уравнение (2)) имеет вид

$$\mathrm{F} = 3\beta\sigma_m + \left[\frac{1}{2}\{s\}^T[M]\{s\}\right]^{\frac{1}{2}} - \sigma_t = 0. \tag{6}$$

Поверхность текучести является правильным конусом (рис. 4)

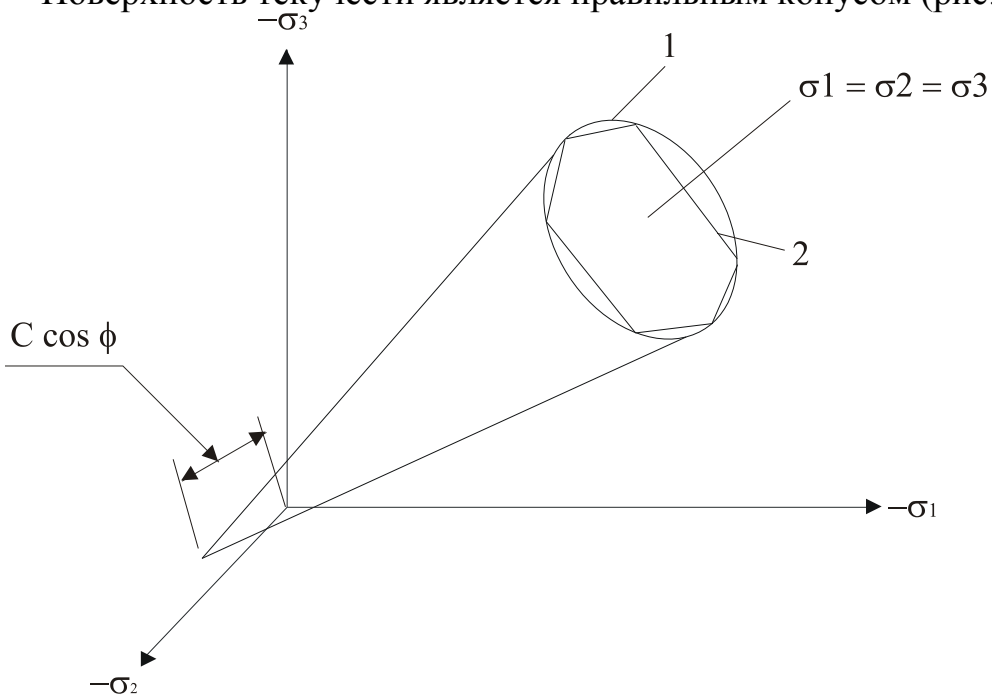


Рис. 4. Поверхности текучести Друкера-Прагера (1) и Мора-Кулона (2)

Компоненты вектора $\{\partial F/\partial\sigma\}$ определяются из выражения

$$\left\{\frac{\delta F}{\delta\sigma}\right\} = \beta\lfloor 1\,1\,1\,0\,0\,0\rfloor^T + \frac{1}{\left[\frac{1}{2}\{s\}^T[M]\{s\}\right]^{\frac{1}{2}}}\{s\} \tag{7}$$

Подобным образом определяются компоненты вектора пластического потенциала $\{\partial Q/\partial\sigma\}$, однако β определяется используя не φ, а ϕ - параметр дилатанции. Когда $\phi = \varphi$, закон течения ассоциированный и направление пластической деформации нормально к поверхности текучести и материал

деформируется с расширением. Если φ менее ϕ в зоне пластического деформирования наблюдается объемное сжатие и если ϕ = 0 объемное расширение отсутствует.

Эквивалентная пластическая деформация ε^{pl} определяется из выражения

$$\hat{\varepsilon}_{n}^{p1} = \hat{\varepsilon}_{n-1}^{p1} + \Delta\hat{\varepsilon}^{p1}, \tag{8}$$

а эквивалентное напряжение σ_e^{pl} определяется, как

$$\sigma_e^{pl} = \sqrt{3}\left(\sigma_t - 3\beta\sigma_m\right). \tag{9}$$

3.3. Закон течения

Закон течения определяет направление пластического деформирования и имеет вид:

$$\left\{d\,\varepsilon^{p1}\right\} = \lambda\left\{\frac{\delta Q}{\delta\sigma}\right\}, \tag{10}$$

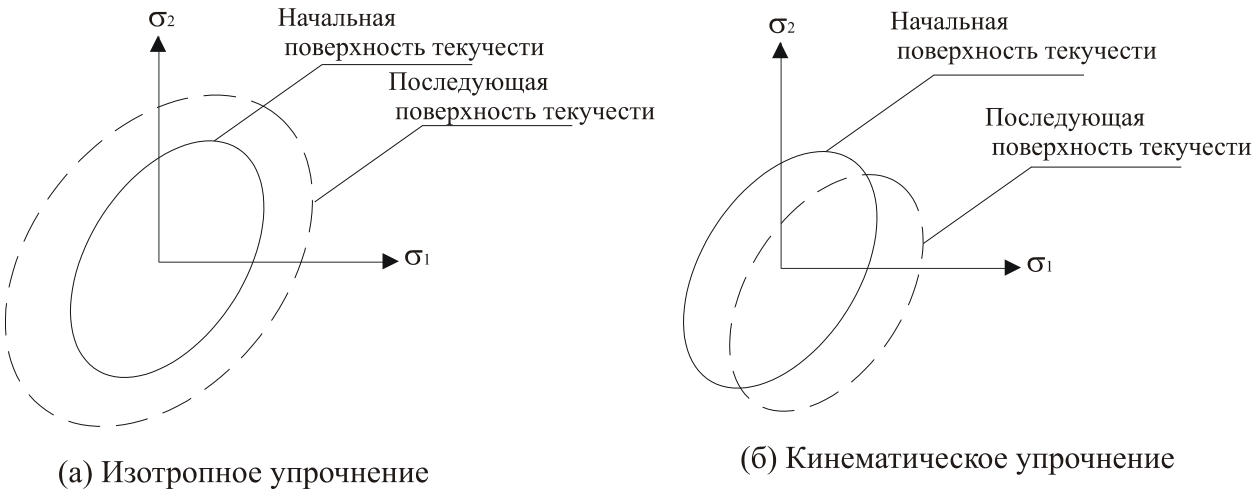
где λ - положительный множитель (определяет величину пластической деформации); Q - функция напряжений, называемая пластическим потенциалом (определяет направление пластической деформации).

Если Q = f, то закон течения позволяет определять пластическое деформирование в рамках ассоциированного закона течения, когда пластическая деформация развивается в направлении перпендикулярном к поверхности текучести.

3.4. Закон упрочнения

Закон упрочнения описывает изменение поверхности текучести в процессе пластического деформирования материала. Применяются два закона упрочнения: изотропный и кинематический. Согласно изотропного закона упрочнения поверхность текучести расширяется равномерно относительно своего начального положения в пространстве напряжений по мере роста пластических деформаций. Для материалов с изотропным законом деформирования (рис. 3 в,г) поверхность текучести при изотропном упрочнении развивается так как показано на рис. 5 а. Кинематическое упрочнение предполагает, что поверхность текучести остается неизменной в размере, но она сама перемещается в пространстве напряжений по мере роста пластических деформаций, так как показано на рис. 5 б.

В настоящей работе мы будем использовать изотропный закон упрочнения, который позволяет учитывать изменение параметров прочности при простом нагружении.



(а) Изотропное упрочнение

(б) Кинематическое упрочнение

Рис. 5. Поверхность текучести при изотропном и кинематическом упрочнении.

3.5. Приращение пластической деформации

Если вычисленное эквивалентное напряжение, использующее упругие параметры деформирования превышает предел текучести (прочности) материала, то возникает пластическая деформация. Так как по условию напряжения не могут быть более предела прочности, то они понижаются до напряжений равных пределу прочности. Основываясь на теории пластичности приращение пластической деформации может быть легко вычислено.

Закон упрочнения утверждает, что поверхность текучести изменяется изотропно или кинематически. Поэтому, учитывая это условие прочности (2) должно быть, записано в виде:

$$F(\sigma_{ij}, k, a) = 0 \qquad (11)$$

где k - параметр, управляющий изотропным упрочнением; a - параметр, управляющий кинематическим упрочнением.

В связи с тем, что в настоящей работе мы будем исследовать деформирование грунта и бетона только в условиях их изотропного поведения, то кинематическое упрочнение исключается из рассмотрения и, следовательно, параметр, a в уравнение (11) не вводится.

С целью большей наглядности и удобств численной реализации дальнейшие выкладки будем вести с использованием векторной алгебры.

Пластическая работа является суммой пластической работы выполненной в течении истории всего нагружения

$$\kappa = \int \{\sigma\}^T [M] \{d\,\varepsilon^{p1}\}. \qquad (12)$$

Уравнение (4.11) после дифференцирования имеет вид

$$d\,F = \left\{\frac{\delta F}{\delta \sigma}\right\}^T [\,M]\{d\,\sigma\} + \frac{\delta F}{\delta \kappa} d\,\kappa\,, \tag{13}$$

где

$$\mathrm{M} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix} \tag{14}$$

Учитывая то, что приращение пластической работы

$$d\,\kappa = \{\sigma\}^T [M]\{d\,\varepsilon^{p1}\} \tag{15}$$

из (13) получим

$$\left\{\frac{\delta F}{\delta \sigma}\right\}^T [\,M]\{d\,\sigma\} + \frac{\delta F}{\delta \kappa}\{\sigma\}^T [\,M]\{d\,\varepsilon^{p1}\} = 0\,. \tag{16}$$

Приращения напряжений могут быть вычислены, используя линейную зависимость напряжений от деформаций

$$\{d\,\sigma\} = [D]\{d\,\varepsilon^{p1}\}, \tag{17}$$

где D - матрица перемещения-деформации, а

$$\{d\,\varepsilon^{e1}\} = \{d\,\varepsilon\} - \{d\,\varepsilon^{p1}\}, \tag{18}$$

так как полное приращение деформации может быть разделено на упругую и пластическую часть. Подставляя уравнение (10) в уравнение (16) и используя выражения (17) и (18) найдем

$$\lambda = \frac{\left\{\frac{\delta F}{\delta \sigma}\right\}^T [M][D]\{d\,\varepsilon\}}{-\frac{\delta F}{\delta \kappa}\{\sigma\}^T [M]\left\{\frac{\delta Q}{\delta \sigma}\right\} + \left\{\frac{\delta F}{\delta \sigma}\right\}^T [M][D]\left\{\frac{\delta Q}{\delta \sigma}\right\}}\,. \tag{19}$$

Таким образом, приращение пластической деформации связано поэтому с полным приращением деформации для текущего напряженного состояния, условия прочности и пластического потенциала. Приращение пластической деформации, вычисляется затем используя уравнение (10)

$$\{d\,\varepsilon^{p1}\} = \lambda \left\{\frac{\delta Q}{\delta \sigma}\right\}. \tag{20}$$

Алгоритм вычисления пластической деформации

1. Определяем параметр материала σ_n (уравнение (2)) для первого шага нагружения.

1. Напряжения, вычисляются используя начальную деформацию $\{\varepsilon^{tr}\}$, которая определяется как полная деформация минус пластическая деформация для предыдущего шага нагружения

$$\{\varepsilon_n^{tr}\} = \{\varepsilon_n\} - \{\varepsilon_{n-1}^{p1}\}. \tag{21}$$

Величина начального напряжения определяется из выражения

$$\{\sigma^{tr}\} = [D]\{\varepsilon^{tr}\}. \tag{22}$$

3. Эквивалентное напряжение σ_e определяется на первом шаге используя уравнение (1). Если σ_e менее чем σ_n материал деформируется упруго и приращение пластической деформации не вычисляется.

4. Если напряжения превышают прочность материала, пластический множитель λ определяется с использованием процедуры Ньтона-Рафсона /Simo & Taylor/.

5. $\{\Delta\varepsilon^{pl}\}$ вычисляются с использованием уравнений (20).

5. Определяется текущая пластическая деформация

$$\{\varepsilon_n^{p1}\} = \{\varepsilon_{n-1}^{p1}\} + \{\Delta\varepsilon^{p1}\}, \tag{23}$$

а упругая деформация вычисляется из выражения

$$\{\varepsilon^{e1}\} = \{\varepsilon^{tr}\} - \{\Delta\varepsilon^{p1}\}. \tag{24}$$

Используя (24) определяется вектор упругих напряжений

$$\{\sigma\} = [D]\{\varepsilon^{e1}\}. \tag{25}$$

7. Приращение в пластической работе $\Delta\kappa$ вычисляется с использованием уравнение (15) и текущее значение изменяется

$$\kappa_n = \kappa_{n-1} + \Delta\kappa, \tag{26}$$

где подстрочный индекс $n-1$ означает значение на предыдущей ступени нагружения.

8. После расчета выводятся следующие результаты: эквивалентная пластическая деформация ε^{pl} (выводится, как EPEQ); приращение эквивалентной пластической деформации $\Delta\varepsilon^{pl}$ («MAX PLASTIC STRAIN STEP); параметр эквивалентного напряжения σ_e^{pl} (SEPL) и коэффициент отношения напряжений N (SRAT) . Этот коэффициент вычисляется как

$$N = \sigma_e / \sigma_t, \tag{27}$$

где σ_e - определяется, используя начальные значения напряжений $\{\sigma^{tr}\}$. Коэффициент N поэтому более или равен единицы, когда имеет место пластическое деформирование и менее единицы, когда напряженное состояние упругое. Приращение эквивалентной пластической деформации определяется из выражения

$$\Delta\varepsilon^{p1} = \left(\frac{2}{3}\{\Delta\varepsilon^{p1}\}^T[M]\{\Delta\varepsilon^{p1}\}\right)^{\frac{1}{2}}. \tag{28}$$

4. Расчет различных вариантов фундаментов

4.1. Фундаментная плита на естественном основании

Предлагаемый вариант фундаментов в виде сплошной железобетонной плиты размером в плане 33х33 м, заложен на отметке 170,15 м. Под плитой находятся два слоя глинистого грунта. Первый мощностью 2,0 м с модулем деформации 11,0 МПа и второй мощностью 40 м с модулем деформации 5 МПа. Принятая в расчете мощность второго слоя в 40 м значительно более, по сравнению с данными инжнерно-геологических условий. Подобное допущение объясняется следующими причинами.

1. Инженерно-геологические изыскания проведены до глубины 18 –20 м. Инженерно-гелогический разрез и основные физико-механические параметры грунтов основания приведены на рис. 1.

2. В связи с тем, что мы не знаем деформационные свойства грунтов залегающих ниже разведанной толщи и принимается минимальное значение в 5 МПа на всю расчетную глубину деформации грунтов основания. Это приведет к завышению расчетной деформации основания и внутренних усилий, а следовательно проектное решение будет выполнено с запасом прочности как по деформации основания, так и прочности фундамента.

Аппроксимацию грунтов основания выполним с использованием конечных элементов SOLID45, а фундамента – конечными плитными элементами SHELL63. Выбранные конечные элементы допускают упругое и упруго-пластическое поведение грунта основания и бетона конструкции фундамента. Во всех нижеприведенных расчетах конечные элементы

приняты размером 1,1x1,1x1,1 м для SOLID45 и размером 1,1x1,1м для плитных элементов SHELL63.

Упруго-пластическое поведение описывается условием прочности Друкера-Прагера. Для бетона принято, что параметр сил сцепления в условии прочности равен расчетному сопротивлению бетона растяжению, R_{bt}.

Решение системы дифференциальных уравнений выполнялось методом сопряженного градиента в оперативной памяти емкостью 128 MB. При этом использовалась метод итераций Ньютона-Рафсона. Сходимость решения оценивалась по узловым усилиям с точностью 0.001

При обсуждении результатов следует иметь в виду следующее. На всех рисунках размерность напряжений – кПа, осадка/деформации – м, расстояние – м. Напряжения, моменты: положительный знак – растяжение, отрицательный знак – сжатие.

Приведенные на рис. 6, 7 результаты получены при расчете фундаментной плиты толщиной 50 см и размером 24x24 м. Нагрузка на плиту принята равной 200 кПа.

Максимальная осадка в центре плиты равна 50,5 см. На краях плиты она изменяется от 19,3 см до 25,5 см. Изгибающий момент изменяется от 74 до 567 кНм.

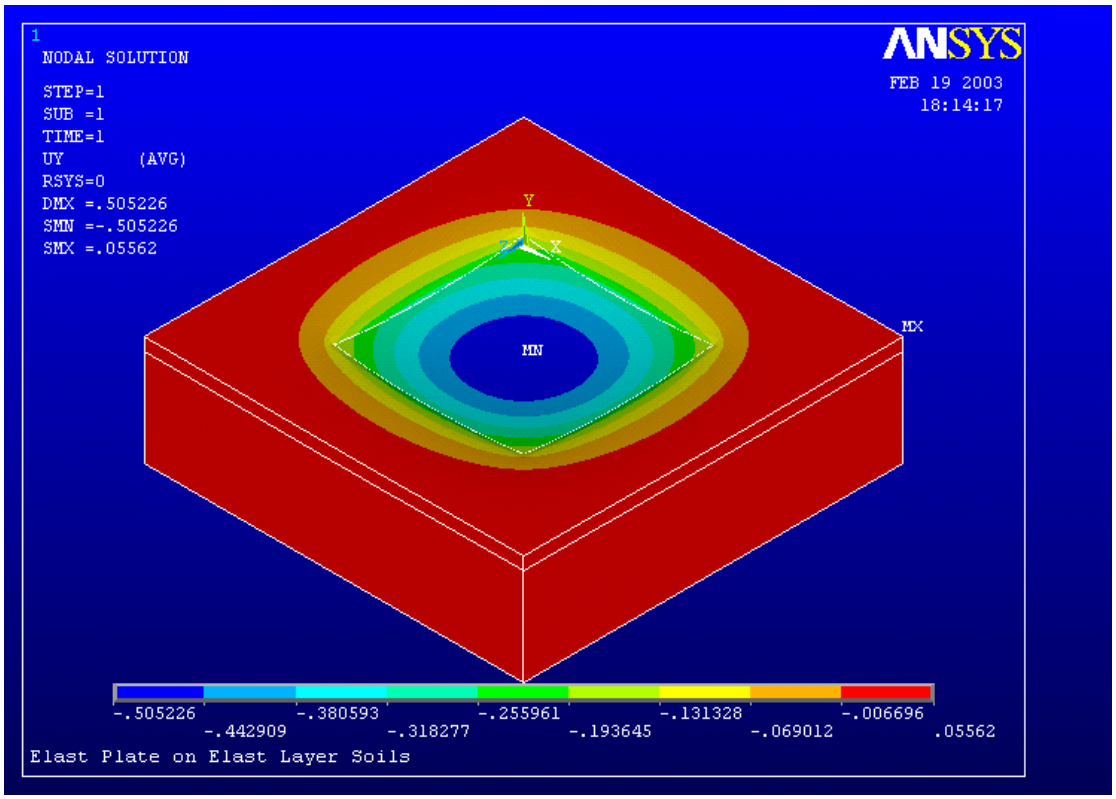


Рис. 6. Деформация основания при среднем давлении P = 200 кПа

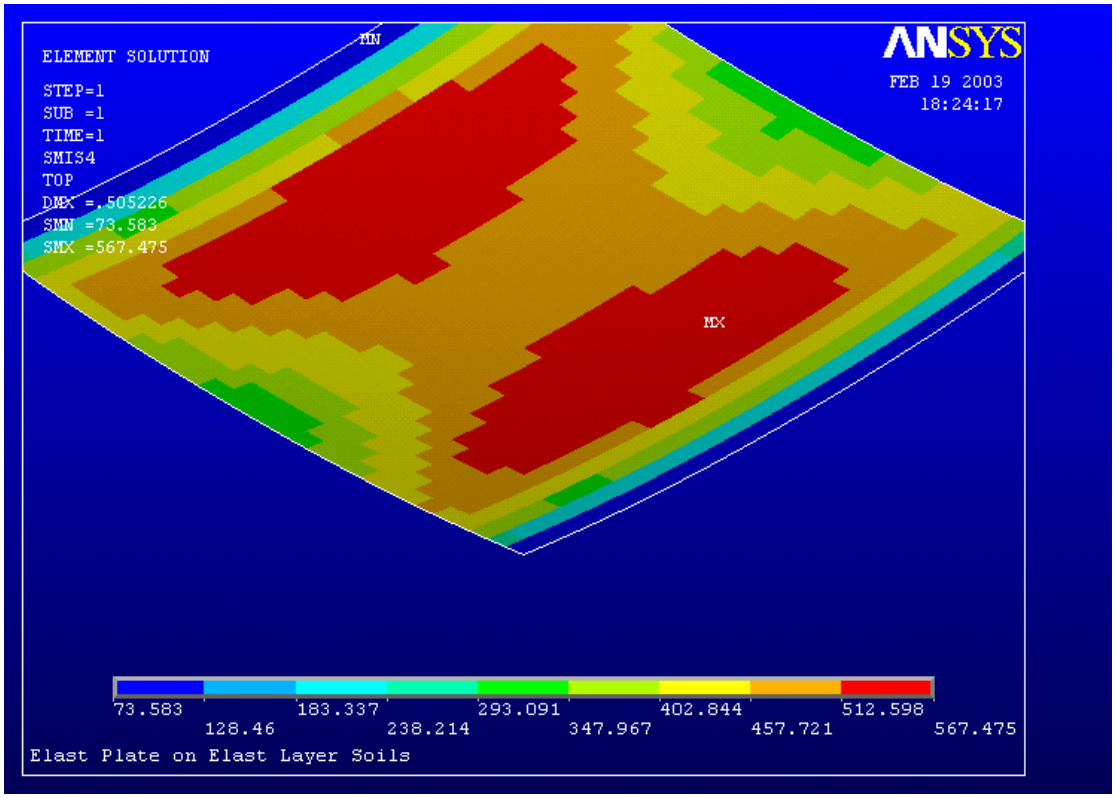


Рис. 7. Изгибающий момент M_x при среднем давлении P = 200 кПа

Увеличим размеры плиты до 33х33 м, что приводит к уменьшению давления на основание до 150 кПа. Результаты расчетов приведены на рис. 8, 9.

Максимальная осадка в центре плиты уменьшилась до 37,8 см. На краях плиты она изменяется от 9,8 см до 19,1 см. Изгибающий момент изменяется от 57 до 427 кНм.

Оба варианта не проходят по деформации основания.

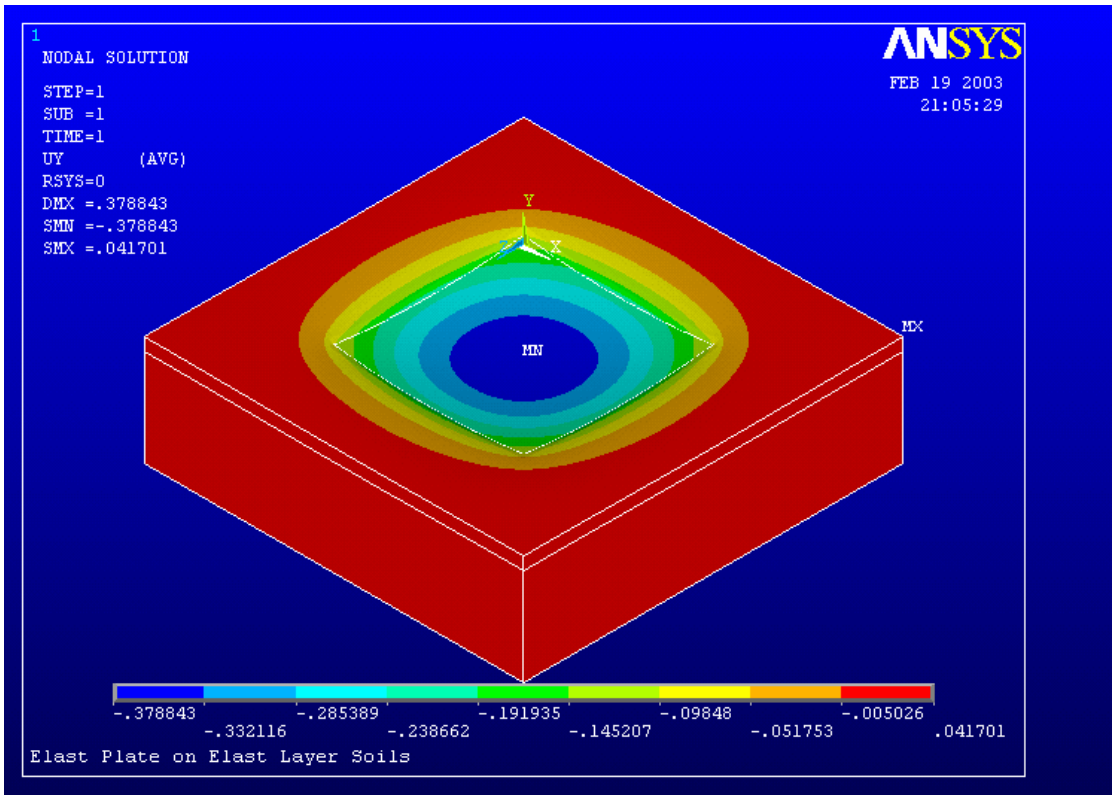


Рис. 8. Деформация основания при среднем давлении P = 150 кПа

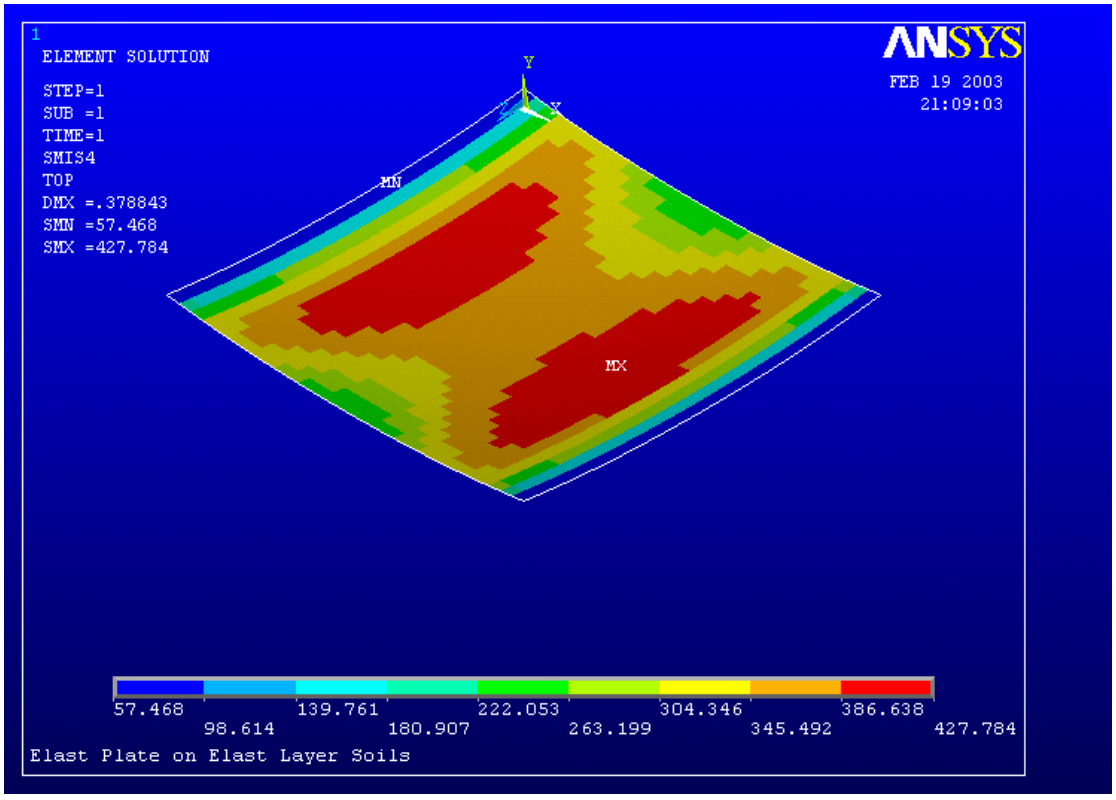


Рис. 9. Изгибающий момент M_x при среднем давлении P = 150 кПа

Увеличим размер плиты до 40х40 м при этом среднее давление на основание будет равно р = 100 кПа и выполним расчеты на той же грунтовой толще и толщине плиты, равной 50 см. Результаты расчетов приведены на рис. 10, 11.

Максимальная осадка в центре плиты уменьшилась до 25,2 см. На краях плиты она изменяется от 9,6 см до 12,7 см. Изгибающий момент изменяется от 38 до 285 кНм. По величине средней осадки фундаментная плита удовлетворяет требованиям СниП /1/, средняя осадка менее 22,5 см.

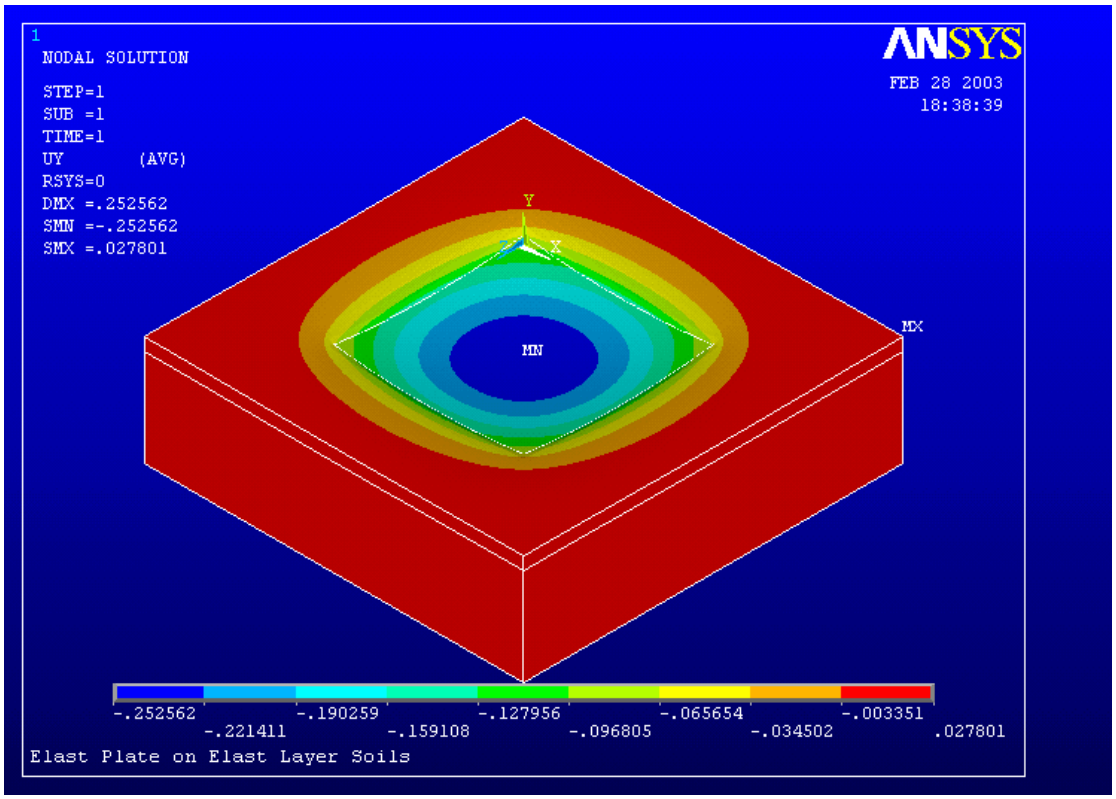


Рис. 10. Деформация основания при среднем давлении Р = 100 кПа

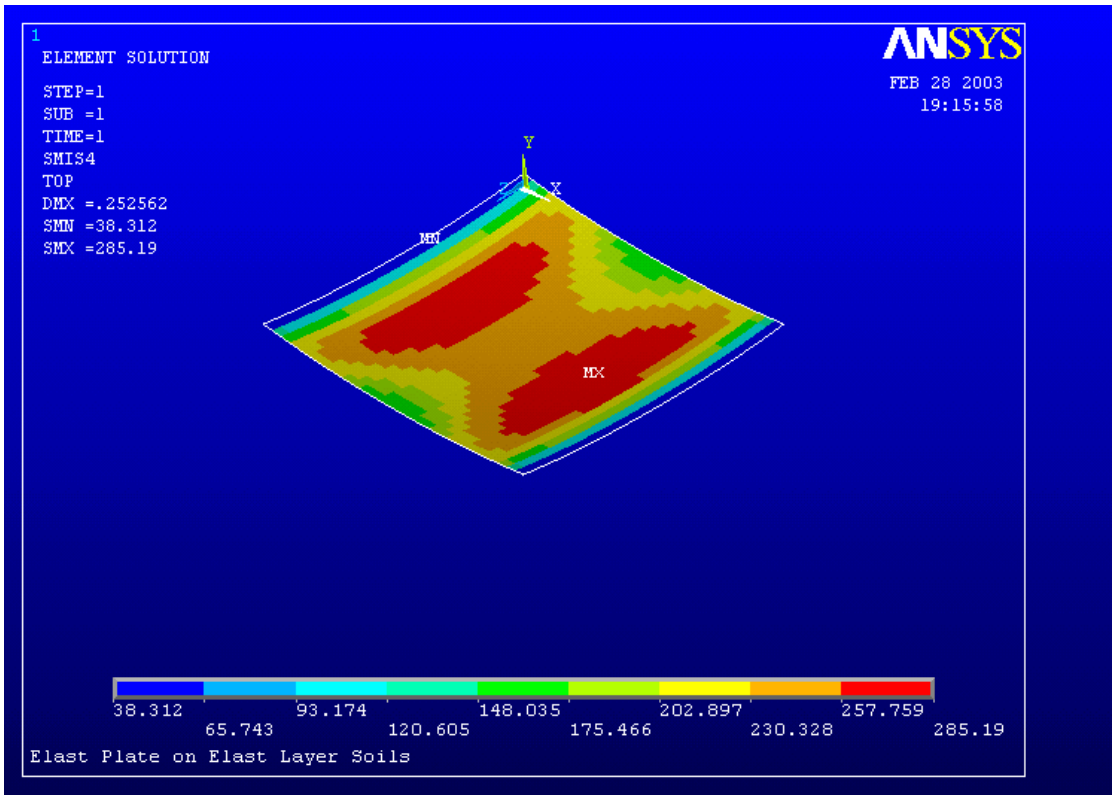


Рис. 11. Изгибающий момент M_x при среднем давлении P = 100 кПа

4.2. Фундаментная плита на свайном основании

Рассмотрим вариант фундамента в виде конструкции из плиты толщиной 50 см, размером в плане 33x33 м с введением свай сечением 30x30 см и длиной 8 м. Сваи жестко соединены с телом фундамента и представляют из себя конструкцию в виде «стена в грунте», когда они погружены одна к другой без разрывов. Сваи забиты по периметру квадрата размером 20x20 м. Основное назначение свай уменьшить прогиб плиты в центральной части, так как видно из рис. 6, 8, 10 большая деформация основания (прогиба плиты) обусловлена сжатием грунта под центром плиты.

Результаты расчетов приведены на рис. 12 – 16.

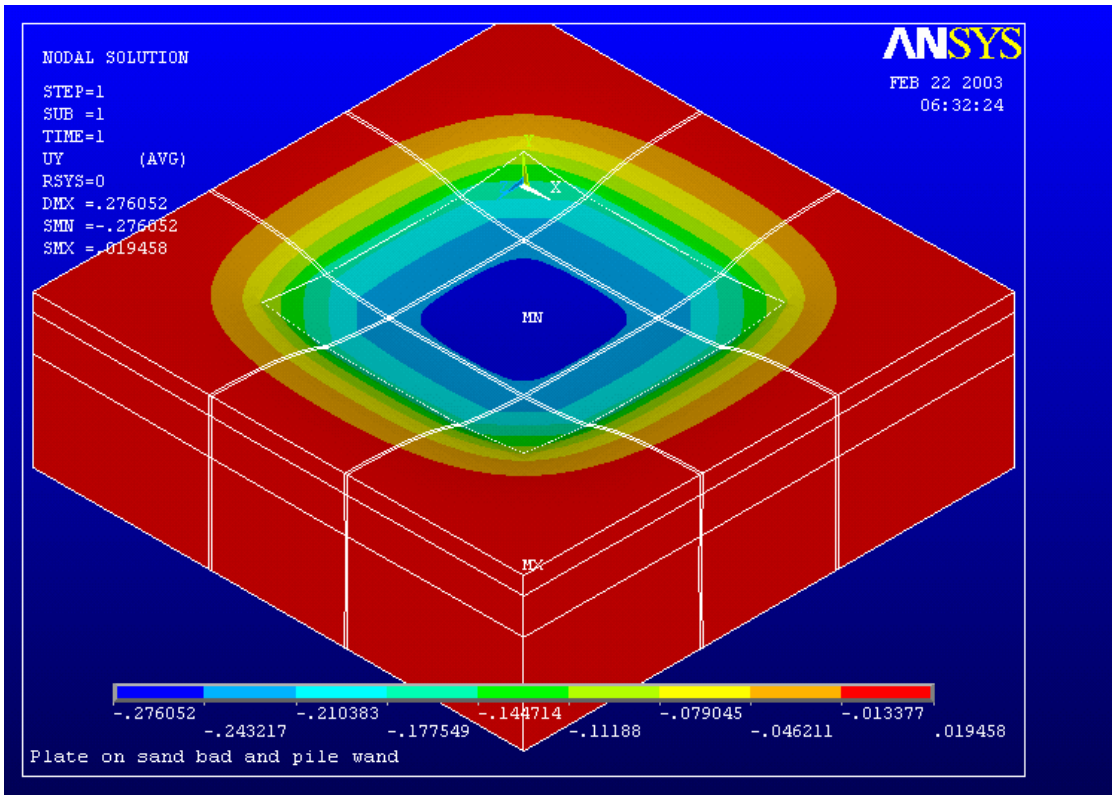


Рис. 12. Деформация основания «плита – свайная стенка», P = 150 кПа

Осадка фундамента в центральной части равна 27,6 см. На краях она изменяется от 7,9 до 17,7 см. Изгибающий момент изменяется от – 11,8 до 400,3 кНм. Причем, как видно из рис. 10 плита деформируется неравномерно. Она прогибается в центральной части и на свесах. Расчеты показали, что введение свай не привело к существенному снижению деформации основания, как ожидалось.

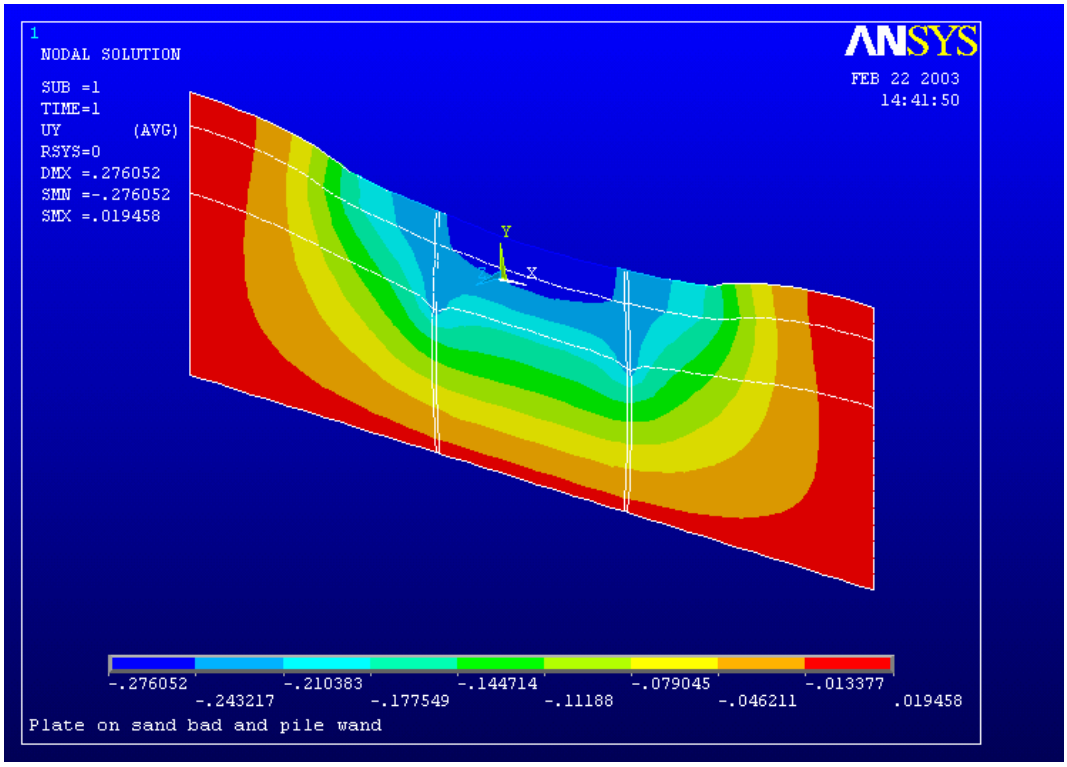


Рис. 13. Деформация основания в центральном сечении массива

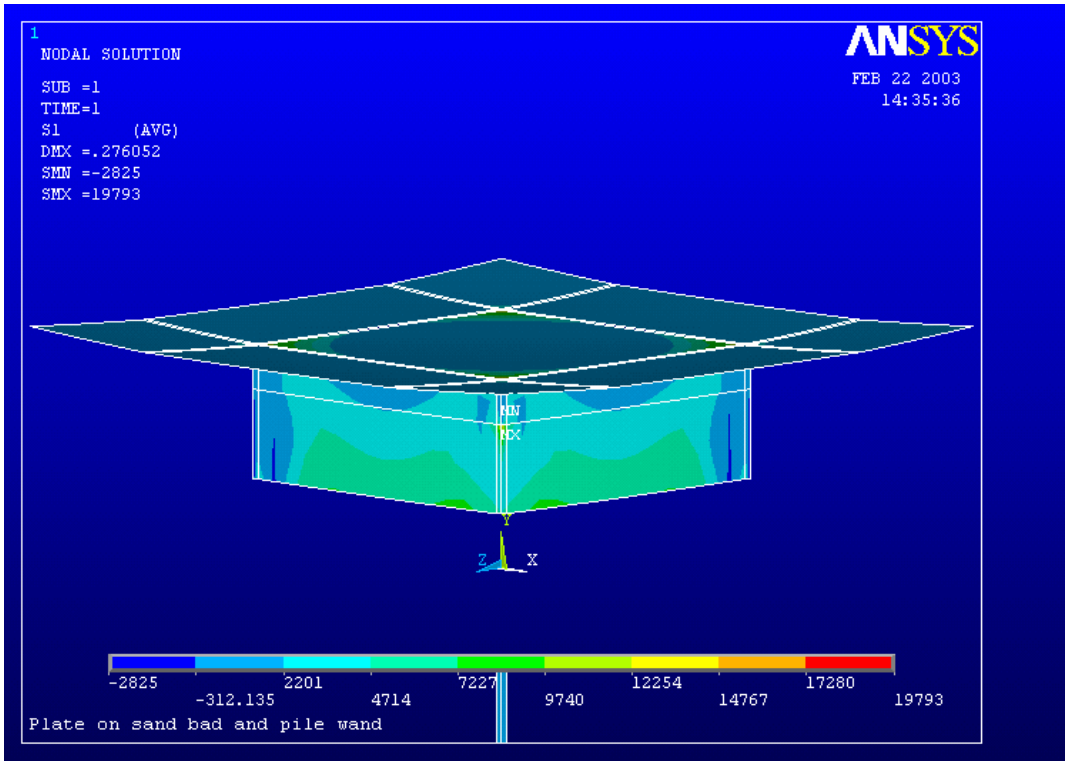


Рис. 14. Наибольшее главное напряжение в конструкции фундамента

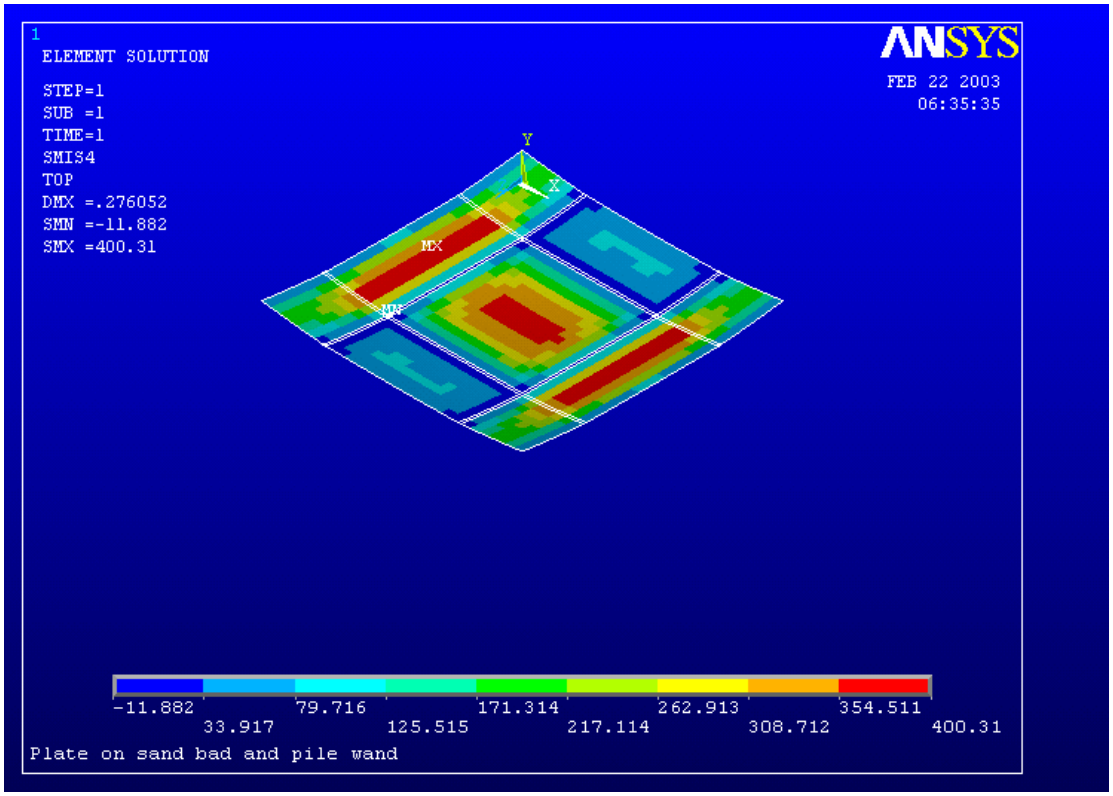


Рис. 15. Изгибающий момент M_x в плите

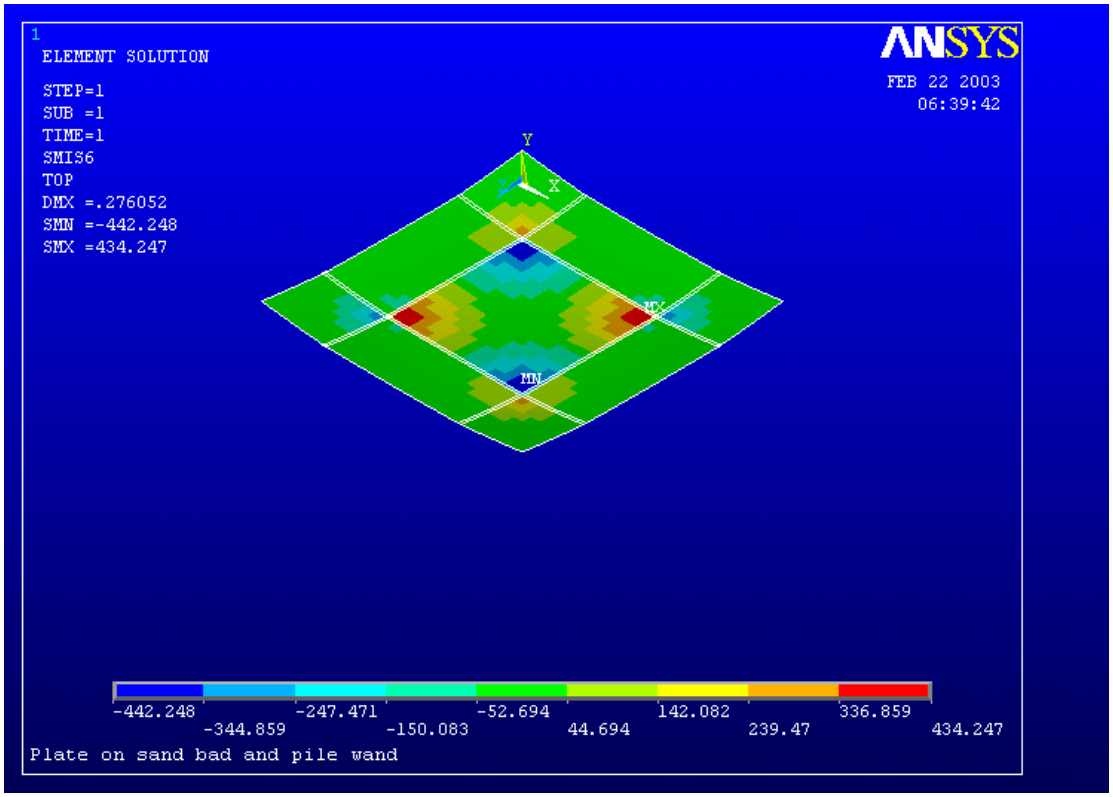


Рис. 16. Крутящий момент M_{xy} в плите

4.3. Ленточный фундамент на песчаной подушке

4.3.1. Отдельно стоящий фундамент

Песчаная подушка мощностью 6 м с модулем деформации 11,0 МПа заменяет полностью первый слой глинистого грунта и частично второй слой. Модуль деформации второго слоя равен 5 МПа. Ширина ленточного фундамента принята равной 4 м и основание нагружено давлением, р = 260 кПа. Данное давление соответствует погонной нагрузке в 996 кН/м на ось 5. Вследствие симметрии задачи, на всех рисунках ниже, приведена только половина массива грунта. Полная длина ленты равна 20 м. Толщина фундамента равна 50 см.

Как видно из рис. 17, 18 осадка фундамента в центральной части равна 17,9 см а на крае 9,9 см. Изгибающие моменты изменяются от 54 до 146 кНм.

Осадка фундамента, более предельно допускаемой, которая равна 15 см. Дополнительные расчеты показали, что увеличение модуля деформации песчаной подушки с 11,0 до 20,0 МПа приводит к уменьшению максимальной осадки до 12,9 см.

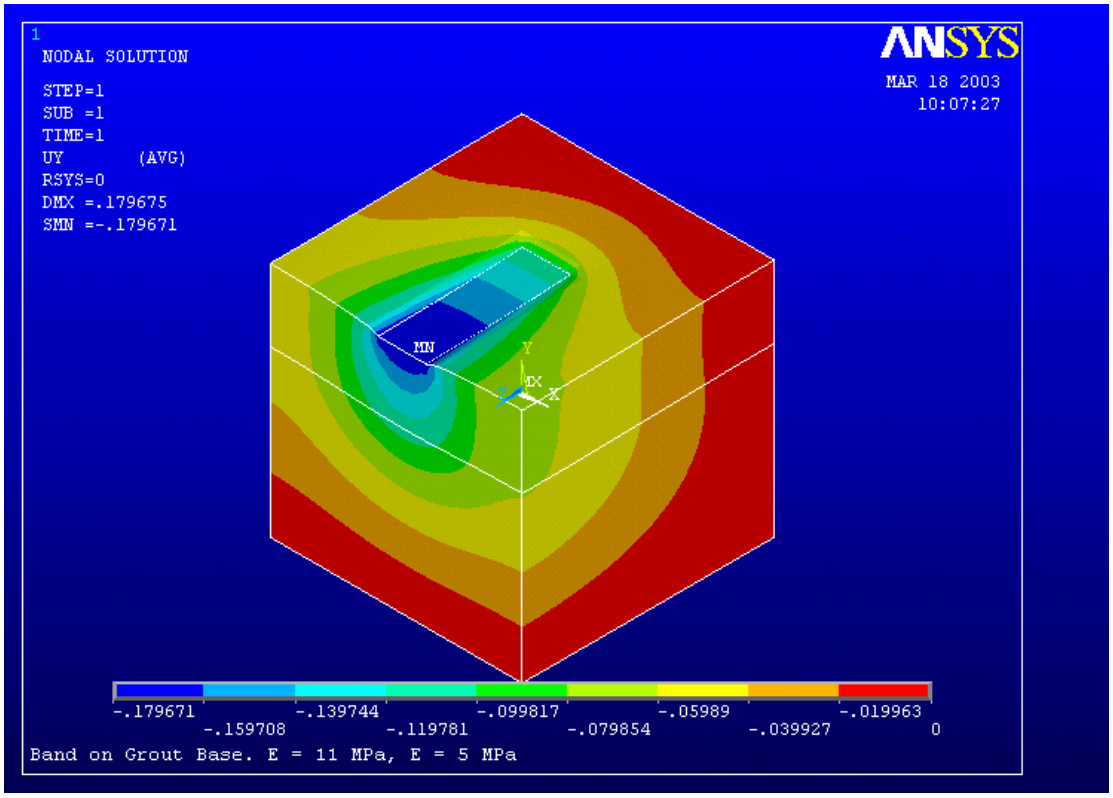


Рис. 17. Деформация основания ленточного фундамента

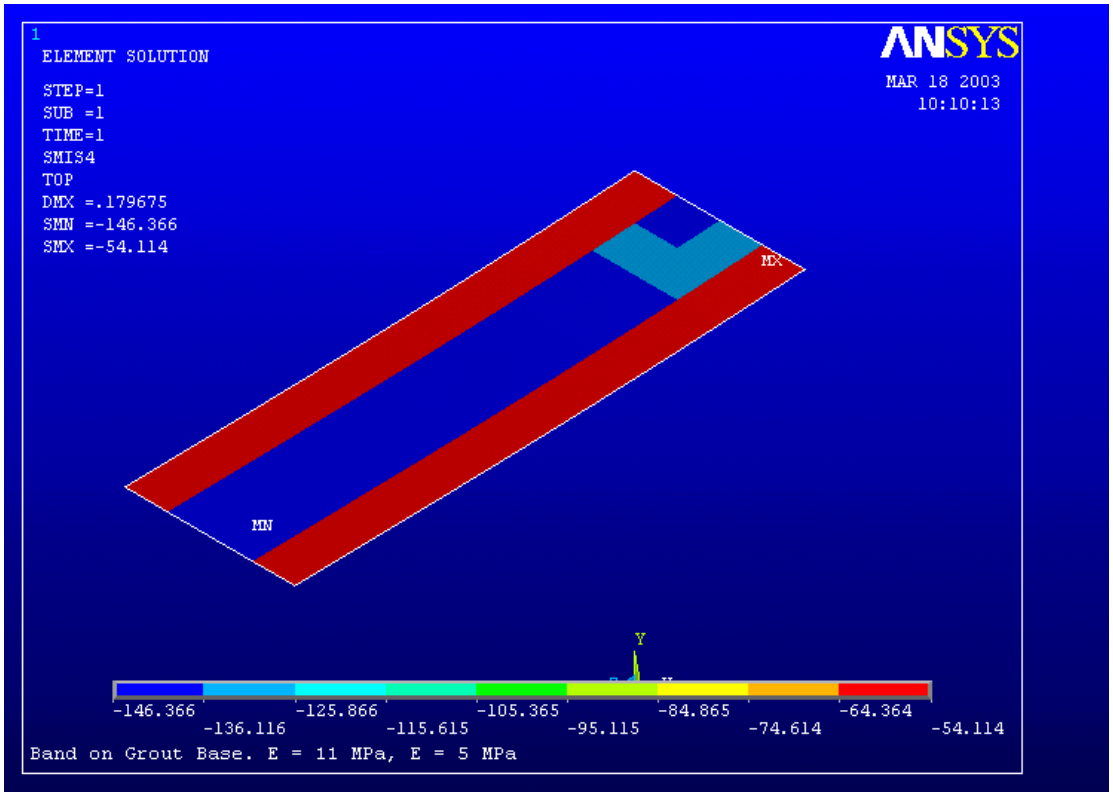


Рис. 18. Изгибающий момент M_x в ленточном фундаменте

4.3.2. Ленточный фундамент из перекрестных лент

В разделе 4.3.1 приведены результаты расчетов отдельно стоящего ленточного фундамента. Ширина фундамента равна 4 м. Совместная работа фундаментов не учитывалась.

В данном разделе приведены результаты расчета всего фундамента здания, состоящего из перекрестных лент. Это позволяет учесть взаимное влияние соседних фундаментов и определить деформацию в различных местах фундамента. Также как и в предыдущем случае, вследствие симметрии, рассматривается только половина массива грунта.

Песчаная подушка заменена щебеночной, также толщиной 6 м, но с модулем деформации 50 МПа, ниже залегает глинистый грунт с модулем деформации 5 МПа. Толщина ленты равна 1,0 м. Расчетная схема задачи с размерами лент и давлением под подошвой лент показана на рис. 19.

Максимальная осадка равна 32,2 см. Осадка изменяется от 25 до 32,2 см. Изгибающий момент M_x изменяется от 14 до 140 кНм, M_y от 9 до 724 кНм.

Вариант не проходит по деформациям основания.

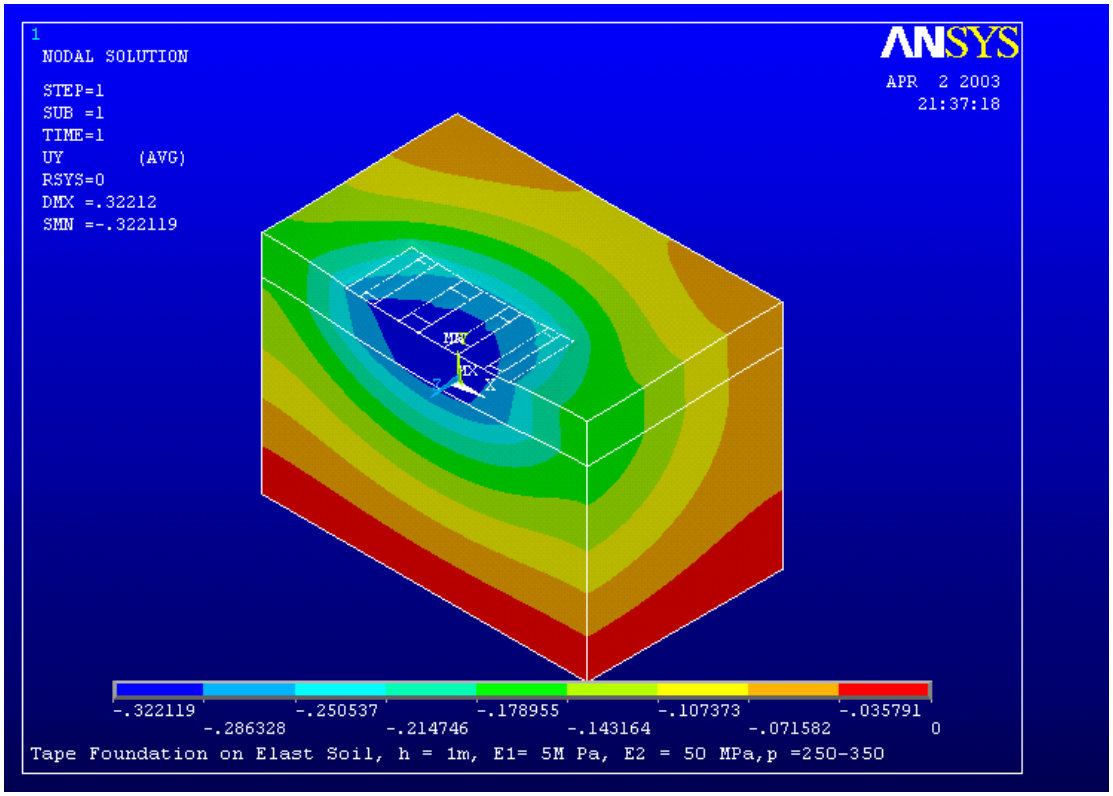


Рис. 19. Деформация основания перекрестного ленточного фундамента

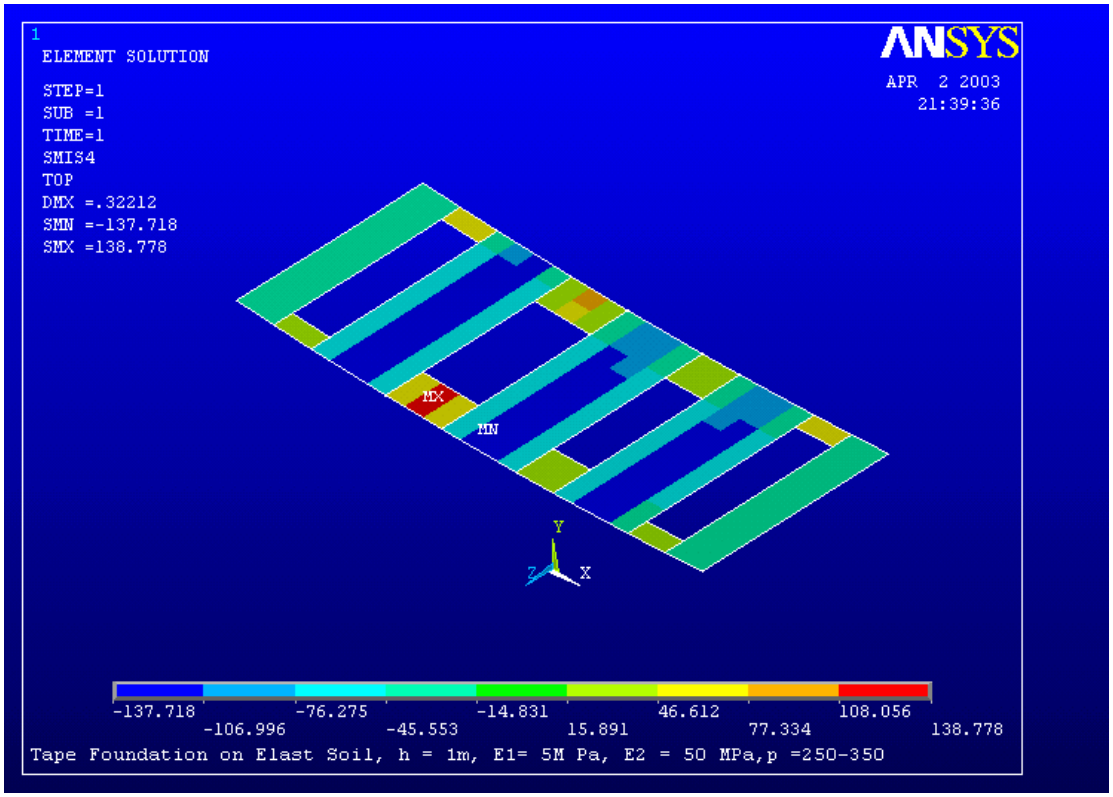


Рис. 20. Изгибающий момент M_x в ленточном фундаменте

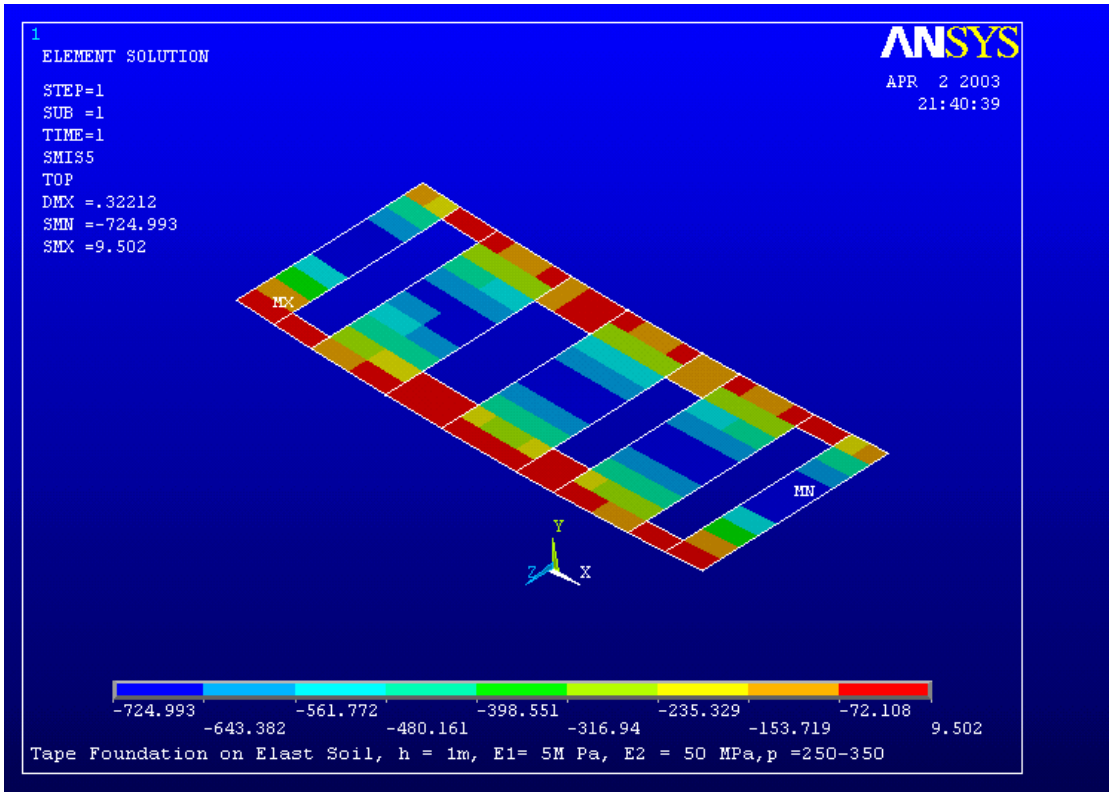


Рис. 21. Изгибающий момент M_y в ленточном фундаменте

4.4. Фундаментная плита на искусственном основании

Все рассмотренные варианты фундаментов не дали положительного результата с точки зрения экономической целесообразности. Можно получить решение для фундаментной плиты на естественном основании, но плита будет иметь размер 45х45 м при толщине 1,0 м. Данное решение будет удовлетворять требованиям расчета по деформациям и прочности материала фундамента, но стоимость его будет неразумной.

Можно увеличить длину сваи до 14 - 16 м, расположить сваи в два ряда по контуру квадратов размером 20х20 м и 10х10 м. При толщине плиты 1,0 м решение будет удовлетворять требованиям расчета по деформациям и прочности материала фундамента. В этом решении толщина плиты может быть принята переменной в центральной части 1,0 м, а на концах (за пределами второго контура) толщиной 0,5 м.

В подобных случаях необходимо либо уменьшить нагрузки на основание уменьшив этажность здания, либо изменить естественные свойства грунтов основания.

Одним из методов улучшения естественных свойств грунтов является устройство грунто-цементных свай, стоимость которых значительно ниже железобетонных свай. Технология устройства подобных свай рассмотрена подробно в СНиП .

Устройство грунто-цементных свай приводит к эффекту армирования грунтов основания в деформируемой зоне отдельными элементами из закрепленного грунта, при котором непосредственно под подошвой фундамента остаются участки незакрепленного грунта.

При армировании основания отдельными элементами среднее давление под подошвой фундамента не должно превышать расчетного сопротивления армированного основания (/2/ «Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения», стр. 321), определяемое по формуле

$$R_a = g_b + (k_1 k R_{co} / k_f - g_b) [(1 + E_f A_f / (E_{st} A_{st}) / (1 + A_f A_{st})],$$

где g_b - природное давление в грунте на уровне подошвы фундамента от веса лежащих выше грунтов (до отметки природного рельефа); k_1 - коэффициент условий работы закрепленного грунта в основании сооружения, определяемый по табл. 13.26 /2/ в зависимости от степени армирования основания (отношение площади закрепленого грунта непосредственно под подошвой фундамента к площади подошвы) и глубины заложения фундамента; k – коэффициент линейной деформируемости закрепленного грунта при длительном действии нагрузки, принимаемый равным 0,6; k_f - коэффициент надежности по нагрузке принимаемый равным единице; R_{co} – расчетное значение прочности закрепленного грунта в водонасыщенном состоянии, определяемое по результатам лабораторного или полевого испытания грунтов; E_{st} и E_{sf} – модули деформации незакрепленного и закрепленного грунта в водонасыщенном состоянии; A_f – и A_{st} – площади незакрепленного и закрепленного грунта под подошвой фундамента.

Предварительные размеры фундаментов назначаются из условия, чтобы среднее давление под подошвой фундамента было равно условному значению расчетного сопротивления R_o, принимаемому по табл. 13.28 /2/. При нормативном значении прочности закрепленного грунта под подошвой фундамента равной 0,4 МПа значение R_o = 0,22 МПа. В нашем случае при размерах плиты 30х30 м среднее давление под подошвой фундамента равно 0,15 МПа, что менее R_o = 0,22 МПа.

Фактическое значение R_a необходимо определить в момент закрепления основания и после этого ввести корректировку в рабочую документацию, если не будет выполняться условие $p < R_a$.

Осадка фундамента при закреплении основания определяется методом элементарного послойного суммирования с модулем деформации, который определяется как средневзвешанное значение по площади подошвы фундамента из выражения

$$E_a = E_{fi} A_f/A + E_{sti} A_{st}/A,$$

где E_{fi} и E_{sti} – модули деформации незакрепленного и закрепленного грунта в водонасыщенном состоянии; A_f – и A_{st} – площади незакрепленного и закрепленного грунта непосредственно под подошвой фундамента; А – площадь подошвы фундамента.

Примем расположение грунтовых свай с шагом 1х1 м при диаметре 350 мм. В этом случае под плитой будет устроено 930 свай с общей площадью закрепления A_{st} = 930х0,096 = 89,28 м^2. Площадь незакрепленного грунта A_f = 900 – 89,28 = 810,78 м^2. В том случае, если грунтовая свая будет изготовлена из материала эквивалентного бетону класса В10, то модуль деформации материала E_{st} будет равен 15800 МПа. Тогда расчетное значение E_a будет равно

$$E_a = (5x810,78)/900 + (15800x89,28/900) = 1571,86 \text{ МПа}.$$

Полученное значение очень большое и навряд ли будет достигнуто в реальных условиях строительной площадки. Опыт практического устройства грунтовых свай /3/ показывает, что в случае уплотнения грунта щебнем в скважинах удается получить модуль деформации закрепленного основания E_a = (4 - 5) E_f. Эти значения получены из результатов штамповых испытаний закрепленного основания.

В связи с тем, что мы предполагаем устройство не щебеночных свай, а монолитных свай из материала “глина + шлаковое вяжущее”, то модуль деформации закрепленного такими сваями грунтов будет более 5 E_f. Примем это значение равным E_f = 50 МПа. Фактическое значение необходимо определить в ходе закрепления грунтов из штамповых испытаний.

Закрепление грунтов выполняется на глубину 8 м от подошвы фундамента в пределах центральной части плиты размером 20х20 м в плане и на глубину 4 м за пределами центральной части плиты. Нагрузка на плиту 150 кПа. Плита имеет размеры 33х33 м при толщине 1,0 м.

Результаты расчетов приведены на рис. 22 - 30. Вследствие симметрии задачи результаты представлены только для ¼ массива грунта основания. На рис. 22 показана рассчитываемый массив грунта основания с граничными условиями, а на рис. 23 объем закрепленного грунта основания.

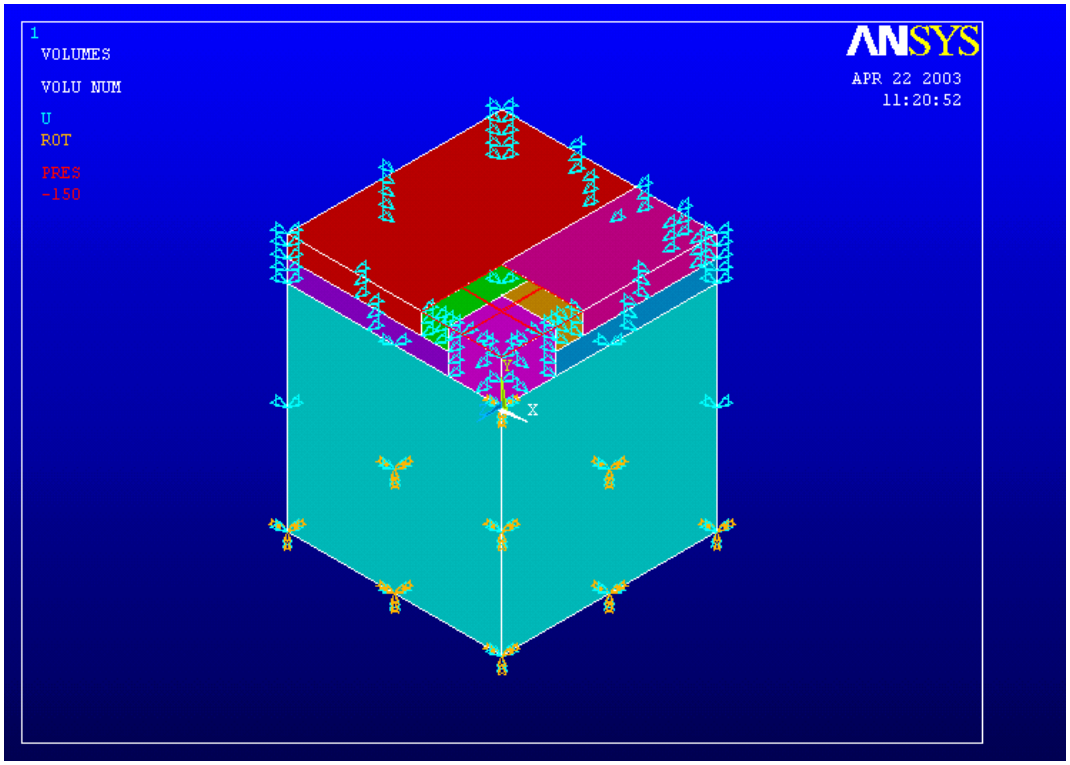


Рис. 22. Расчетный массив грунта основания

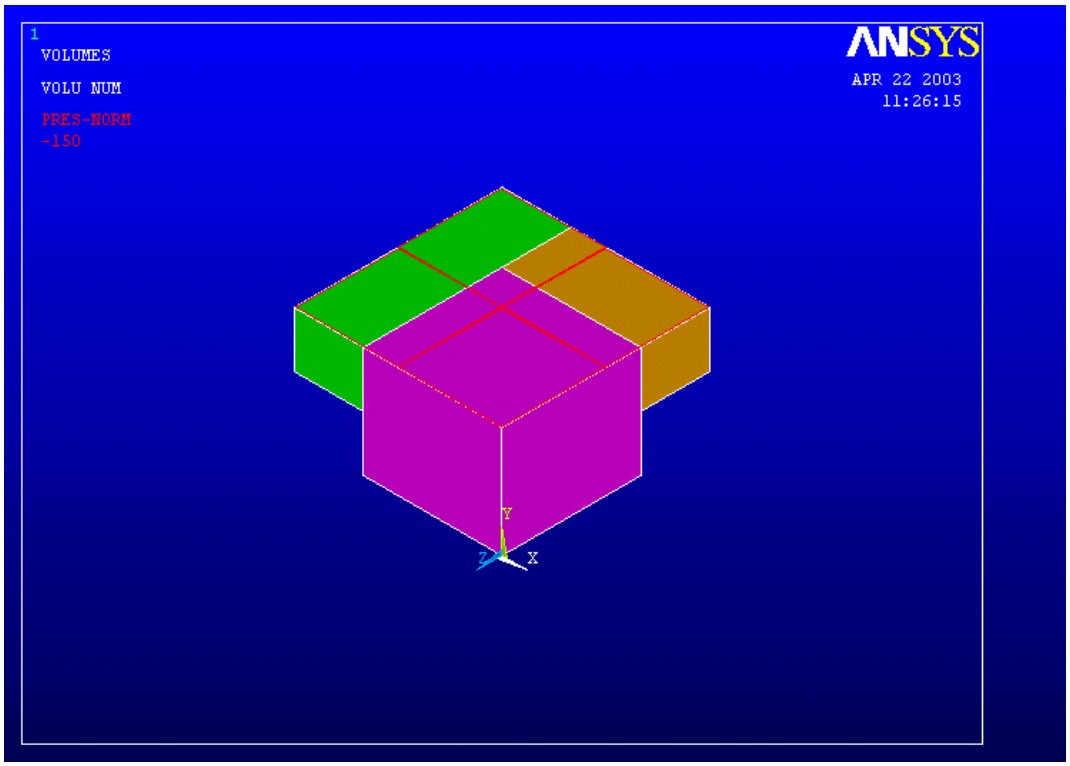


Рис. 23. Закрепленный массив грунта

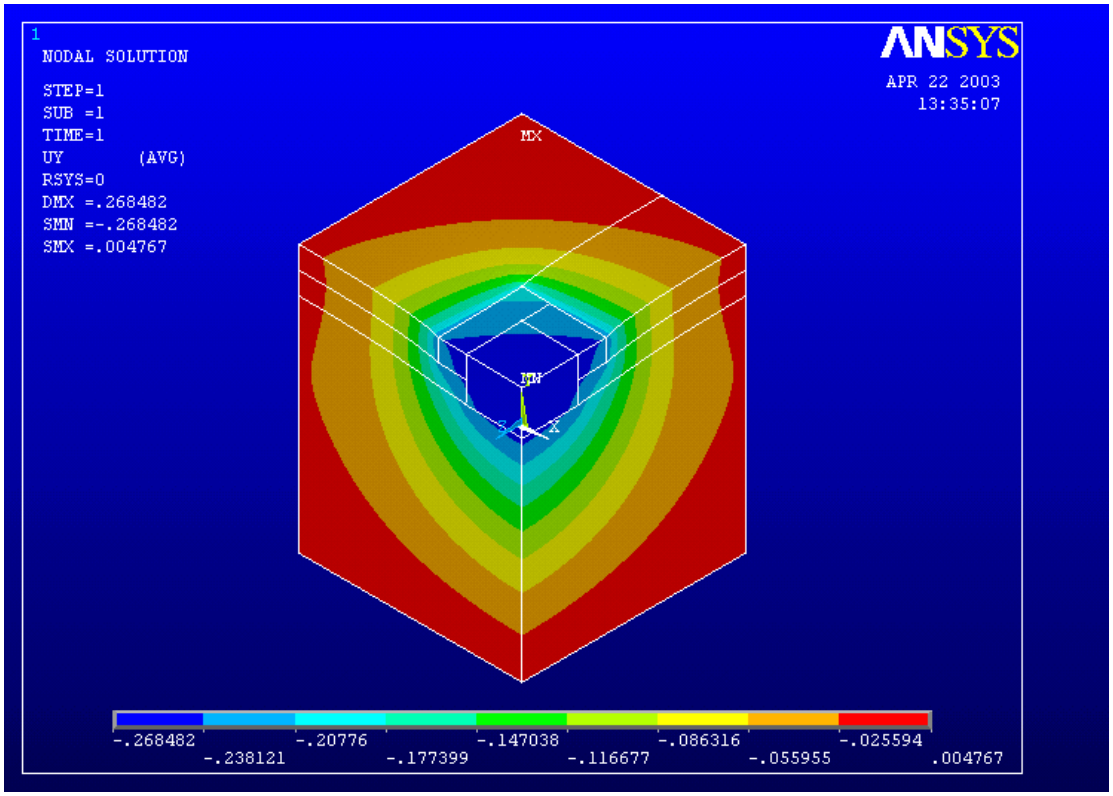


Рис. 24. Деформация основания при нагрузке P = 150 кПа

Максимальная осадка фундаментной плиты равна 26,8 см. На краях осадка изменяется от 20,7 см до 23,8 см. Средняя осадка плиты равна 23,8 см. Изгибающие моменты M_x и M_y изменяются от 55 до 590 кНм. Крутящий момент изменяется от 18 до 139 кНм.

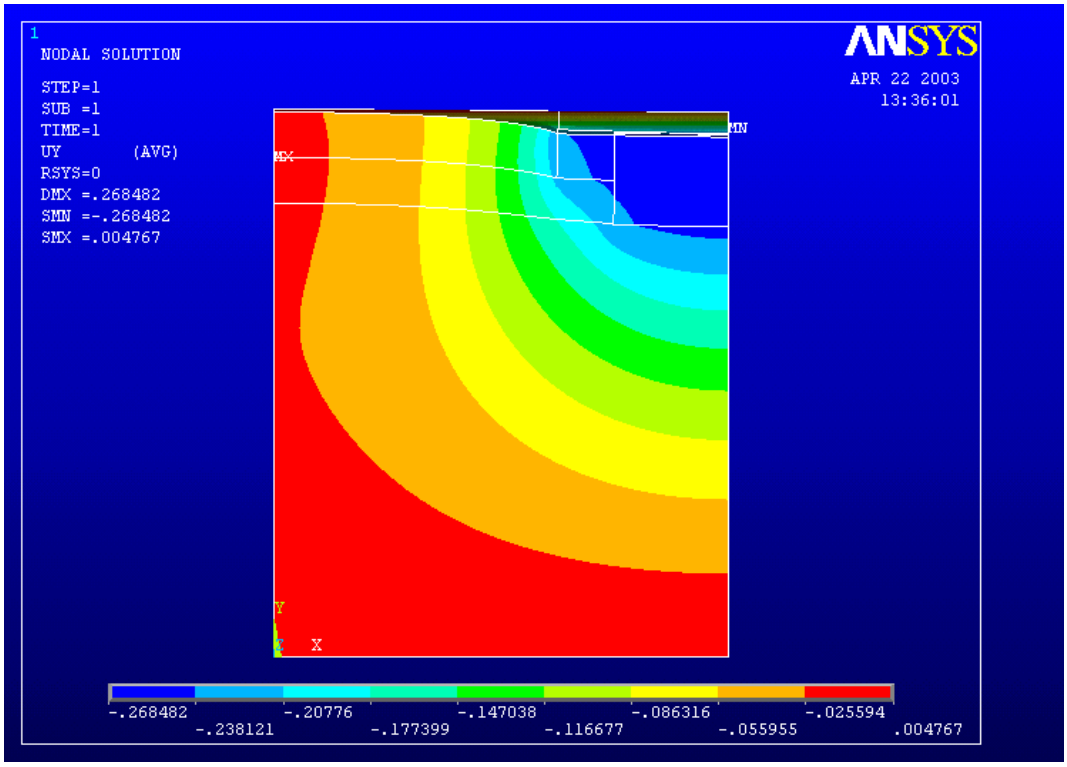


Рис. 25. Деформация основания. Сечение в центральной части плиты

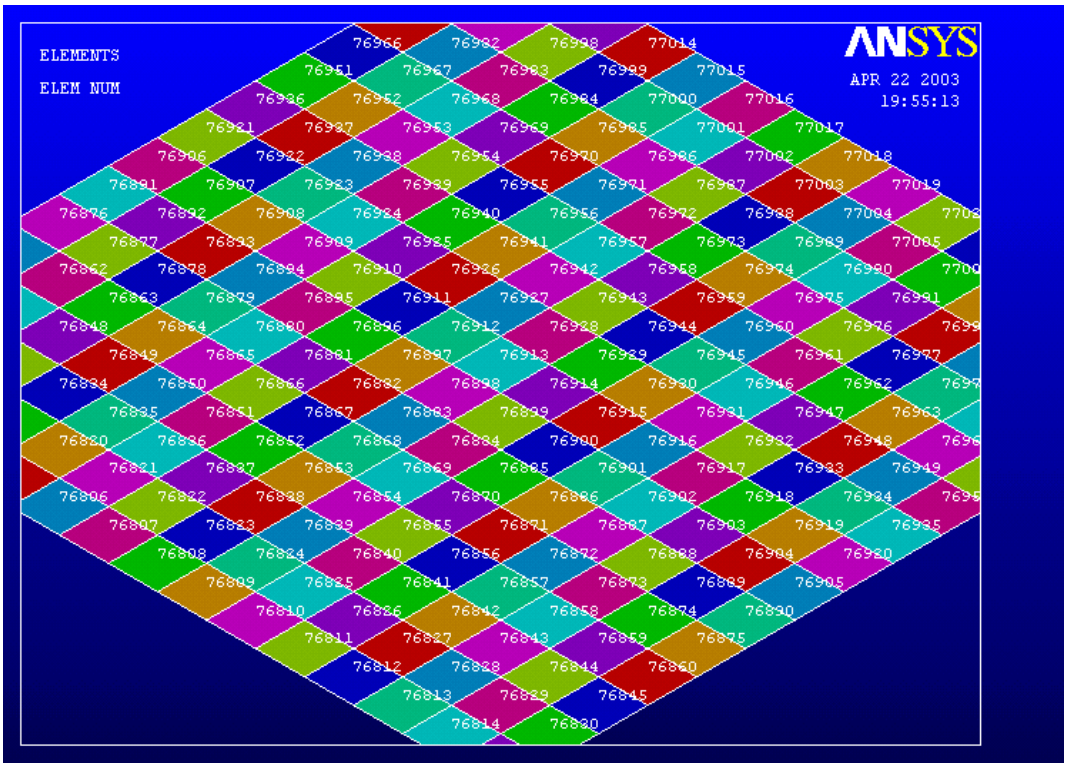


Рис. 26. Номера конечных элементов в фундаментной плите

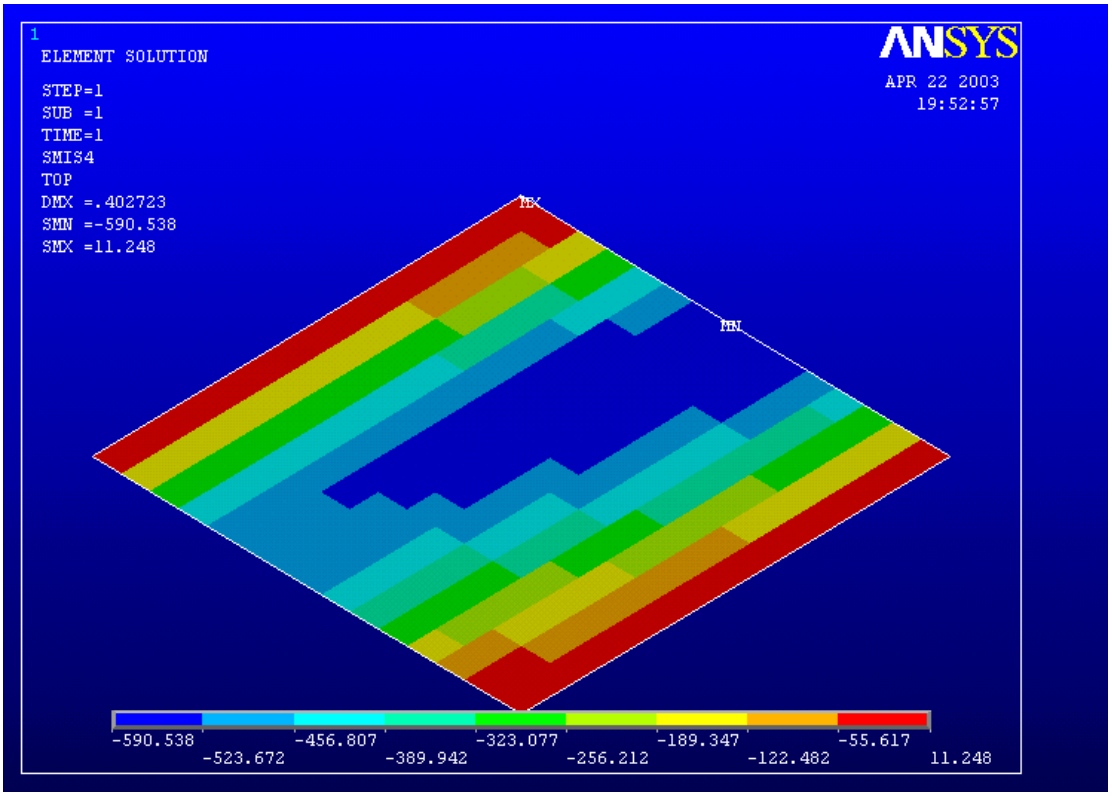


Рис. 27. Изгибающий момент M_x

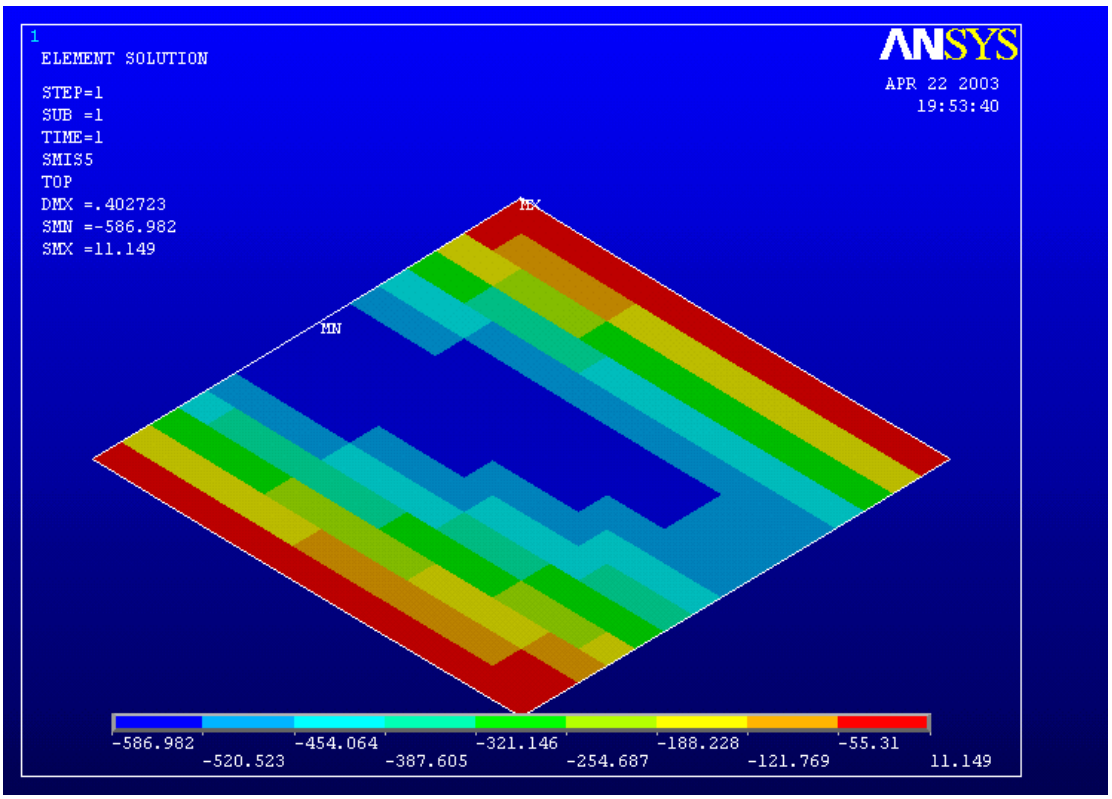


Рис. 28. Изгибающий момент M_y

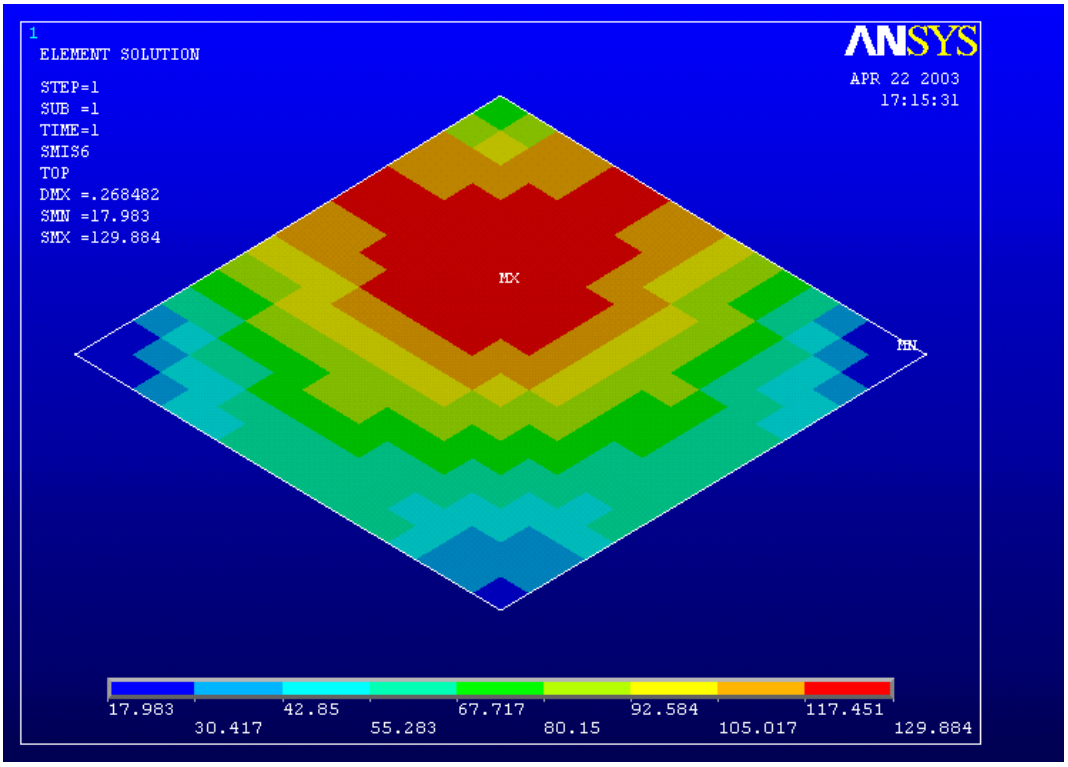


Рис. 29. Крутящий момент M_{xy} в плите

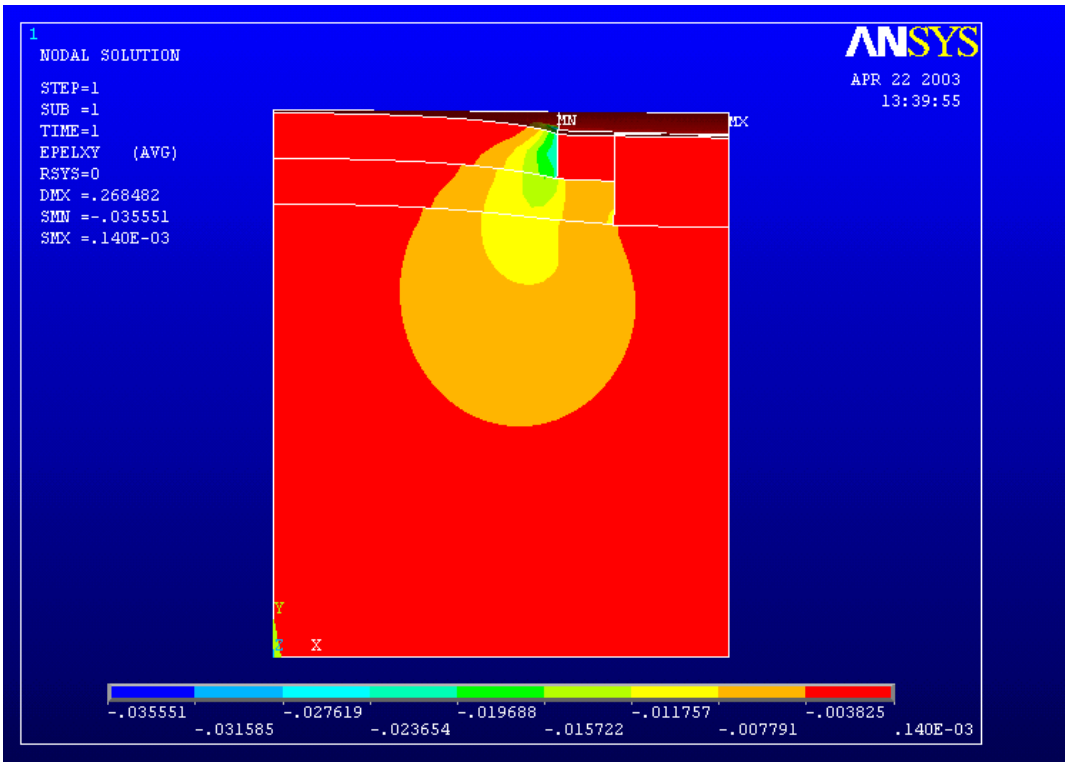


Рис. 30. Упругие деформации сдвига в основании под плитой

Основные выводы и рекомендации

1. В качестве проектного решения предлагается вариант закрепления естественных грунтов основания «грунто-шлаковыми» сваями диаметром 350 мм и переменной глубиной в 4 и 8 м и последующим устройством фундаментной плиты толщиной 1 м.

2. Насыпные грунты удаляются полностью из под подошвы фундамента до кровли второго слоя грунта и заменяются местным суглинком или глиной с уплотнением до достижения следующих физико-механических показателей: $0,25 < I_L < 0,5$; коэффициент пористости е =< 0,75 угол внутреннего трения =< 21^0; силы удельного сцепления с =< 23 кПа. Удельный вес грунта >= 18,0 кН/м3.

3. При изготовлении материала «грунто-шлаковых» свай руководствоваться рекомендациями Пензенской государственной архитектурно-строительной академии /8/.

4. В ходе производства работ по закреплению основания необходимо произвести натурные испытания штампом площадью не менее 5000 см2 в соответствии с ГОСТ 20276-85. В случае отличия результатов испытаний от значений заложенных в расчет необходимо выполнить дополнительные расчеты и ввести корректировку рабочего проекта. Натурный модуль деформации должен быть не менее 50 МПа. Нормативное значение прочности закрепленного грунта должно быть не менее 0,4 МПа. Все опыты должны быть проведены при условии замачивания грунтов в процессе испытаний.

Литература

1. СНиП 2.02.01-83 .Основания зданий и сооружений. М., 1985
2. СниП 2.02.03.85. Свайные фундаменты. М., 1986.
3. Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения. М., 1985.
4. СниП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. М., 2000
5. Голышев А.Б. и др. Справочное пособие. Проектирование железобетонных конструкций. Киев., 1985.
6. ГОСТ 20276-85 Грунты. Методы полевого определения характеристик деформиркемости.
7. Коновалов П.А. и др. О возможности усиления слабозаторфованных водонасыщенных грунтов набивными щебенистыми сваями в раскатанных скважинах. Современные проблемы фундаментостроения: Сб. трудов Междунар. науч.-техн. конф. В 4-х ч. Ч. 3, 4 / ВолгГАСА. – Волгоград, 2001. – 140 с.
8. Калашников В.И. и др. Глиношлаковые строительные материалы. ПензГАСА, Пенза, 2000. – 207 с.
9. Пособие по производству работ при устройстве оснований и фундаментов (к СНиП 3.02.01-83) / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1986. – 567 с.

Приложения

Табл. 1

Таблица расчетных нагрузок

Наименование	Величина в кН/м
q_1	996,0
q_2	709,0
q_3	292,0
q_4	478,0
q_5	603,0
q_6	862,0
q_7	903,0
q_8	619,0
q_9	575,0
q_{10}	822,0
q_{11}	579,0
q_{12}	587,0
q_{13}	317,0
	Величина в кН
P1	740,0
P2	1289,0
P3	1255,0

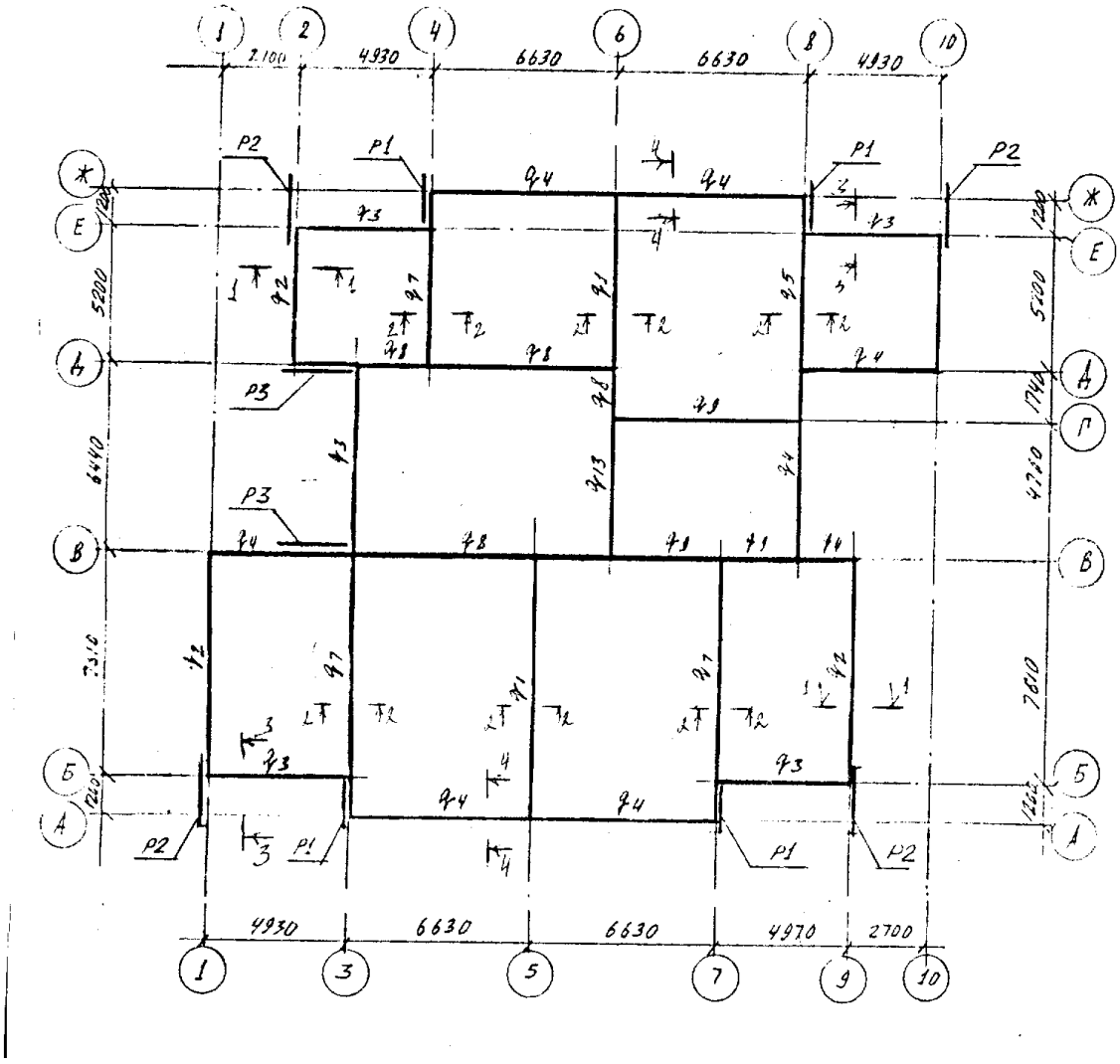


Схема погонных нагрузок

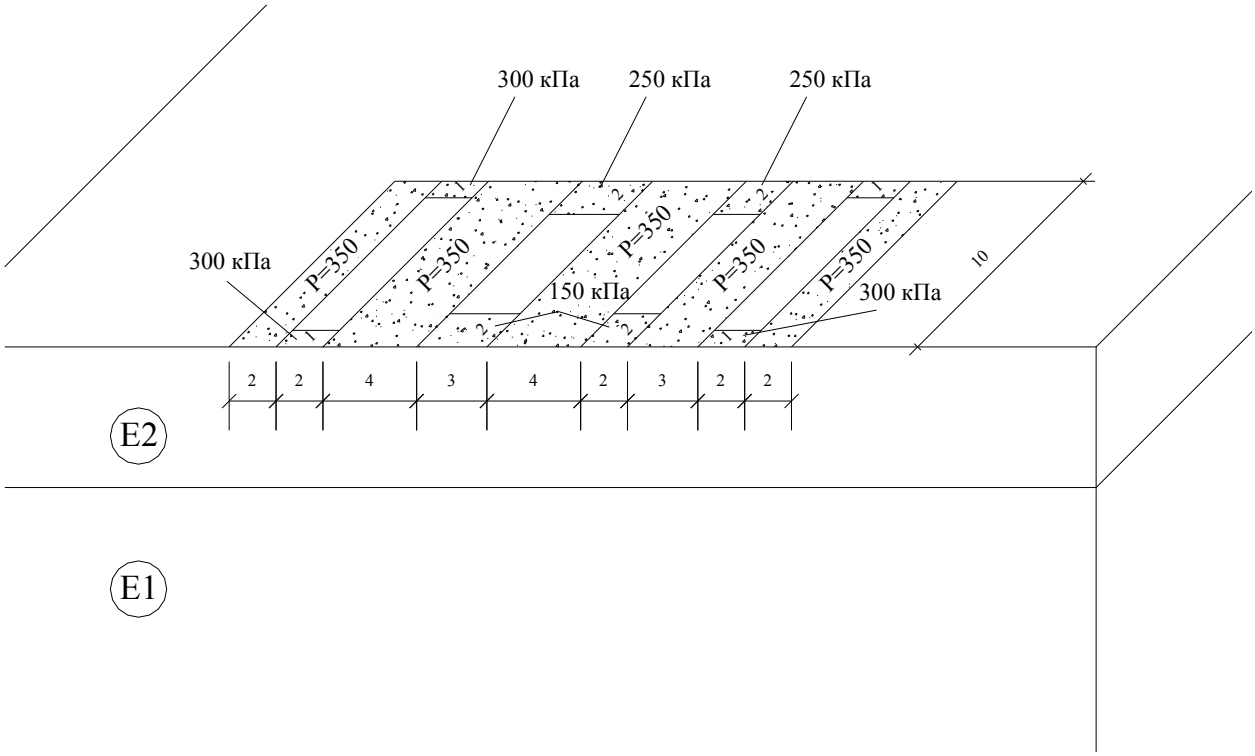


Схема расчетных нагрузок на уровне верха фундаментной плиты

Табл. 2.

Значения изгибающего момента в направлении оси X

```
          PRINT SUMMABLE MISCELLANEOUS ELEMENT SOLUTION PER ELEMENT
       ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****
LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS4
   76801  -47.715
   76802  -167.63
   76803  -297.67
   76804  -408.04
   76805  -481.03
   76806  -508.14
   76807  -495.68
   76808  -458.51
   76809  -404.98
   76810  -339.82
   76811  -265.57
   76812  -184.68
   76813  -102.40
   76814  -30.599
   76815  0.81988
   76816  -48.105
   76817  -163.33
   76818  -293.73
   76819  -405.58
   76820  -480.74
   76821  -510.63
   76822  -501.25
   76823  -467.07
   76824  -416.19
   76825  -353.32
   76826  -280.97
   76827  -201.56
   76828  -120.17
   76829  -47.466
   76830  -6.6256
   76831  -48.311
   76832  -162.30
   76833  -293.03
   76834  -406.56
   76835  -484.25
   76836  -517.20
   76837  -511.00
   76838  -479.76
   76839  -431.32

       ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS4
   76840  -370.34
   76841  -299.20
   76842  -220.10
   76843  -137.62
   76844  -61.326
```

```
   76845  -12.964
   76846  -48.425
   76847  -161.86
   76848  -292.88
   76849  -408.12
   76850  -488.62
   76851  -524.96
   76852  -522.22
   76853  -494.06
   76854  -448.05
   76855  -388.65
   76856  -318.10
   76857  -238.31
   76858  -153.41
   76859  -72.449
   76860  -17.374
   76861  -48.055
   76862  -160.66
   76863  -291.93
   76864  -408.95
   76865  -492.48
   76866  -532.59
   76867  -533.70
   76868  -508.90
   76869  -465.40
   76870  -407.44
   76871  -337.05
   76872  -255.94
   76873  -167.99
   76874  -82.155
   76875  -20.941
   76876  -47.072
   76877  -158.14
   76878  -289.44

        ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS4
   76879  -408.28
   76880  -495.10
   76881  -539.38
   76882  -544.80
   76883  -523.73
   76884  -482.95
   76885  -426.42
   76886  -356.01
   76887  -273.30
   76888  -182.08
   76889  -91.372
   76890  -24.227
   76891  -45.434
   76892  -154.05
   76893  -285.01
   76894  -405.63
   76895  -496.00
   76896  -544.91
   76897  -555.15
   76898  -538.26
```

```
   76899  -500.49
   76900  -445.53
   76901  -375.11
   76902  -290.76
   76903  -196.26
   76904  -100.72
   76905  -27.578
   76906  -43.124
   76907  -148.26
   76908  -278.40
   76909  -400.65
   76910  -494.76
   76911  -548.78
   76912  -564.42
   76913  -552.18
   76914  -517.76
   76915  -464.58
   76916  -394.30
   76917  -308.43

        ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS4
   76918  -210.80
   76919  -110.53
   76920  -31.198
   76921  -40.117
   76922  -140.71
   76923  -269.42
   76924  -393.06
   76925  -490.94
   76926  -550.51
   76927  -572.12
   76928  -564.95
   76929  -534.17
   76930  -483.00
   76931  -413.08
   76932  -325.97
   76933  -225.50
   76934  -120.68
   76935  -35.114
   76936  -36.324
   76937  -131.27
   76938  -257.91
   76939  -382.59
   76940  -484.14
   76941  -549.50
   76942  -577.46
   76943  -575.62
   76944  -548.74
   76945  -499.82
   76946  -430.52
   76947  -342.51
   76948  -239.58
   76949  -130.61
   76950  -39.113
   76951  -31.517
   76952  -119.61
```

```
   76953  -243.60
   76954  -369.11
   76955  -474.27
   76956  -545.07

        ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS4
   76957  -579.09
   76958  -582.70
   76959  -559.90
   76960  -513.42
   76961  -445.01
   76962  -356.43
   76963  -251.46
   76964  -138.90
   76965  -42.306
   76966  -25.233
   76967  -105.13
   76968  -226.12
   76969  -352.55
   76970  -461.39
   76971  -537.22
   76972  -576.82
   76973  -585.81
   76974  -567.11
   76975  -523.19
   76976  -455.88
   76977  -367.05
   76978  -260.42
   76979  -144.79
   76980  -44.163
   76981  -16.607
   76982  -86.774
   76983  -205.10
   76984  -333.23
   76985  -446.13
   76986  -527.11
   76987  -572.20
   76988  -586.25
   76989  -571.49
   76990  -530.14
   76991  -464.08
   76992  -375.26
   76993  -267.32
   76994  -148.95
   76995  -44.942

        ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS4
   76996  -3.7688
   76997  -62.739
   76998  -180.80
   76999  -312.70
```

```
   77000  -430.59
   77001  -517.11
   77002  -567.74
   77003  -586.50
   77004  -575.36
   77005  -536.47
   77006  -471.72
   77007  -383.07
   77008  -274.14
   77009  -153.28
   77010  -45.464
   77011   11.248
   77012  -32.079
   77013  -155.45
   77014  -294.47
   77015  -418.70
   77016  -511.24
   77017  -567.49
   77018  -590.54
   77019  -582.62
   77020  -545.95
   77021  -482.42
   77022  -393.98
   77023  -284.22
   77024  -161.08
   77025  -46.056

 MINIMUM VALUES
 ELEM      77018
 VALUE   -590.54

 MAXIMUM VALUES
 ELEM      77011
 VALUE    11.248
```

Табл. 3.

Значения изгибающего момента в направлении оси Y

```
          PRINT SUMMABLE MISCELLANEOUS ELEMENT SOLUTION PER ELEMENT

       ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS5
   76801  -46.103
   76802  -45.470
   76803  -44.907
   76804  -44.107
   76805  -42.246
   76806  -39.053
   76807  -35.030
   76808  -31.065
   76809  -27.407
   76810  -24.040
   76811  -20.775
   76812  -17.247
   76813  -12.856
```

76814	-6.4981
76815	0.98662
76816	-161.14
76817	-153.23
76818	-148.83
76819	-144.60
76820	-138.66
76821	-130.32
76822	-120.33
76823	-110.09
76824	-100.22
76825	-90.838
76826	-81.623
76827	-71.935
76828	-60.818
76829	-46.935
76830	-30.037
76831	-284.27
76832	-274.08
76833	-267.14
76834	-260.11
76835	-251.00
76836	-239.01
76837	-224.86
76838	-210.08
76839	-195.45

***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP= 1 SUBSTEP= 1
TIME= 1.0000 LOAD CASE= 0

ELEM	SMIS5
76840	-181.22
76841	-167.13
76842	-152.57
76843	-136.78
76844	-119.31
76845	-101.53
76846	-394.04
76847	-383.01
76848	-375.01
76849	-366.57
76850	-355.74
76851	-341.66
76852	-325.04
76853	-307.44
76854	-289.72
76855	-272.25
76856	-254.92
76857	-237.34
76858	-219.16
76859	-200.65
76860	-183.78
76861	-482.24
76862	-471.39
76863	-463.54
76864	-455.06
76865	-443.94
76866	-429.28
76867	-411.77

```
   76868  -392.99
   76869  -373.85
   76870  -354.82
   76871  -335.96
   76872  -317.12
   76873  -298.31
   76874  -280.14
   76875  -264.80
   76876  -545.13
   76877  -535.46
   76878  -528.91

        ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS5
   76879  -521.72
   76880  -511.74
   76881  -498.03
   76882  -481.21
   76883  -462.88
   76884  -443.97
   76885  -425.02
   76886  -406.21
   76887  -387.59
   76888  -369.42
   76889  -352.50
   76890  -339.08
   76891  -580.64
   76892  -573.24
   76893  -569.23
   76894  -564.72
   76895  -557.43
   76896  -546.28
   76897  -531.83
   76898  -515.61
   76899  -498.56
   76900  -481.24
   76901  -463.90
   76902  -446.73
   76903  -430.16
   76904  -415.15
   76905  -404.04
   76906  -586.98
   76907  -582.98
   76908  -582.78
   76909  -582.38
   76910  -579.36
   76911  -572.44
   76912  -562.05
   76913  -549.62
   76914  -536.02
   76915  -521.77
   76916  -507.16
   76917  -492.47

        ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
```

```
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS5
   76918  -478.29
   76919  -465.72
   76920  -457.25
   76921  -562.15
   76922  -562.61
   76923  -567.30
   76924  -572.20
   76925  -574.78
   76926  -573.59
   76927  -568.81
   76928  -561.67
   76929  -552.84
   76930  -542.82
   76931  -531.95
   76932  -520.60
   76933  -509.44
   76934  -499.72
   76935  -494.17
   76936  -504.22
   76937  -510.01
   76938  -520.24
   76939  -530.96
   76940  -539.79
   76941  -545.37
   76942  -547.36
   76943  -546.32
   76944  -542.93
   76945  -537.72
   76946  -531.10
   76947  -523.55
   76948  -515.81
   76949  -509.20
   76950  -506.67
   76951  -412.73
   76952  -424.58
   76953  -440.45
   76954  -456.50
   76955  -470.63
   76956  -481.61

       ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS5
   76957  -489.00
   76958  -493.20
   76959  -494.69
   76960  -493.95
   76961  -491.41
   76962  -487.55
   76963  -483.17
   76964  -479.59
   76965  -479.82
   76966  -291.72
   76967  -310.30
   76968  -331.32
```

```
   76969  -351.33
   76970  -368.72
   76971  -382.52
   76972  -392.78
   76973  -400.24
   76974  -405.10
   76975  -407.64
   76976  -408.22
   76977  -407.33
   76978  -405.72
   76979  -404.70
   76980  -407.13
   76981  -154.75
   76982  -180.43
   76983  -205.15
   76984  -226.71
   76985  -244.80
   76986  -259.18
   76987  -270.23
   76988  -278.78
   76989  -285.03
   76990  -289.16
   76991  -291.43
   76992  -292.26
   76993  -292.36
   76994  -293.05
   76995  -296.96

        ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS5
   76996  -32.160
   76997  -63.024
   76998  -87.347
   76999  -106.12
   77000  -121.12
   77001  -132.80
   77002  -141.73
   77003  -148.82
   77004  -154.22
   77005  -158.01
   77006  -160.32
   77007  -161.42
   77008  -161.84
   77009  -162.86
   77010  -167.10
   77011   11.149
   77012  -3.9231
   77013  -16.858
   77014  -25.666
   77015  -32.253
   77016  -37.080
   77017  -40.582
   77018  -43.362
   77019  -45.499
   77020  -47.016
   77021  -47.928
   77022  -48.265
```

```
   77023  -48.146
   77024  -47.926
   77025  -47.502

 MINIMUM VALUES
 ELEM      76906
 VALUE   -586.98

 MAXIMUM VALUES
 ELEM      77011
 VALUE    11.149
```

Табл. 4.

Значения изгибающего момента в направлении оси XY

```
          PRINT SUMMABLE MISCELLANEOUS ELEMENT SOLUTION PER ELEMENT
       ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS6
   76801   27.264
   76802   40.851
   76803   55.152
   76804   68.334
   76805   79.727
   76806   88.563
   76807   94.106
   76808   96.139
   76809   94.851
   76810   90.563
   76811   83.564
   76812   74.047
   76813   62.060
   76814   47.783
   76815   34.108
   76816   43.484
   76817   55.697
   76818   68.419
   76819   79.781
   76820   88.922
   76821   95.271
   76822   98.469
   76823   98.469
   76824   95.516
   76825   89.969
   76826   82.245
   76827   72.868
   76828   62.585
   76829   52.910
   76830   47.777
   76831   63.049
   76832   73.784
   76833   84.670
   76834   94.464
   76835   102.02
   76836   106.62
   76837   107.94
   76838   106.08
```

```
   76839   101.41

        ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS6
   76840   94.512
   76841   86.057
   76842   76.936
   76843   68.443
   76844   62.576
   76845   62.037
   76846   83.788
   76847   93.221
   76848   102.81
   76849   111.42
   76850   117.81
   76851   121.09
   76852   120.91
   76853   117.42
   76854   111.16
   76855   102.90
   76856   93.606
   76857   84.445
   76858   76.908
   76859   72.831
   76860   73.991
   76861   104.75
   76862   112.89
   76863   121.56
   76864   129.38
   76865   134.95
   76866   137.26
   76867   135.87
   76868   130.98
   76869   123.23
   76870   113.60
   76871   103.25
   76872   93.535
   76873   85.961
   76874   82.142
   76875   83.447
   76876   125.02
   76877   131.82
   76878   139.76

        ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS6
   76879   147.08
   76880   152.16
   76881   153.78
   76882   151.42
   76883   145.28
   76884   136.13
   76885   125.08
```

76886	113.46
76887	102.70
76888	94.305
76889	89.770
76890	90.358
76891	143.57
76892	148.97
76893	156.23
76894	163.24
76895	168.06
76896	169.24
76897	166.09
76898	158.85
76899	148.37
76900	135.92
76901	122.90
76902	110.78
76903	101.06
76904	95.199
76905	94.544
76906	159.34
76907	163.20
76908	169.74
76909	176.49
76910	181.20
76911	182.15
76912	178.40
76913	170.21
76914	158.57
76915	144.83
76916	130.44
76917	116.88

***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP= 1 SUBSTEP= 1
TIME= 1.0000 LOAD CASE= 0

ELEM	SMIS6
76918	105.58
76919	98.025
76920	95.726
76921	171.25
76922	173.41
76923	179.11
76924	185.53
76925	190.20
76926	191.08
76927	186.88
76928	177.98
76929	165.45
76930	150.68
76931	135.14
76932	120.24
76933	107.34
76934	97.935
76935	93.620
76936	178.24
76937	178.68
76938	183.51
76939	189.51

76940	193.98
76941	194.83
76942	190.36
76943	181.16
76944	168.17
76945	152.75
76946	136.36
76947	120.33
76948	105.99
76949	94.727
76950	88.068
76951	179.28
76952	178.43
76953	182.76
76954	188.50
76955	192.58
76956	192.87

***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP= 1 SUBSTEP= 1
TIME= 1.0000 LOAD CASE= 0

ELEM	SMIS6
76957	188.76
76958	179.72
76959	166.64
76960	150.90
76961	133.93
76962	117.01
76963	101.40
76964	88.413
76965	79.268
76966	173.16
76967	172.35
76968	177.42
76969	183.67
76970	187.87
76971	188.18
76972	183.89
76973	174.82
76974	161.69
76975	145.75
76976	128.33
76977	110.64
76978	93.875
76979	79.301
76980	67.903
76981	158.42
76982	160.63
76983	168.90
76984	177.02
76985	181.93
76986	182.31
76987	177.66
76988	168.22
76989	154.80
76990	138.53
76991	120.58
76992	102.07
76993	84.102

```
   76994   67.953
   76995   54.745

        ***** POST1 ELEMENT SUMMABLE MISCELLANEOUS RECORD LISTING *****

LOAD STEP=     1  SUBSTEP=     1
TIME=    1.0000      LOAD CASE=   0

    ELEM    SMIS6
   76996   133.76
   76997   145.02
   76998   160.35
   76999   171.70
   77000   177.50
   77001   177.73
   77002   172.28
   77003   161.93
   77004   147.75
   77005   130.77
   77006   112.03
   77007   92.519
   77008   73.224
   77009   55.249
   77010   40.488
   77011   104.27
   77012   133.63
   77013   158.04
   77014   172.42
   77015   178.24
   77016   177.57
   77017   170.33
   77018   158.23
   77019   142.47
   77020   124.06
   77021   103.94
   77022   83.102
   77023   62.492
   77024   43.062
   77025   26.975

 MINIMUM VALUES
 ELEM      77025
 VALUE    26.975

 MAXIMUM VALUES
 ELEM      76941
 VALUE    194.83
```

Табл.5

Проверка сечений по первому и второму предельному состоянию на действие изгибающих моментов M_x, M_y

Нижняя арматура													
№ элемента	**№ сетки**	**$M_{расч.}$, кН*м**	**A_S, мм**	**∅мм**	**$M_{норм.}$, кН*м**	**M_{crc}, кН*м**	**a_{crc}, мм**	**x, мм**	**σ_S, МПа**	**μ, %**	***R_s =***	***365***	***МПа***
77011	C1	11.248	923	14	304.54	399.98	0.0027	0.032	1.0743	0.10033	***R_b =***	***10.5***	***МПа***
77012		32.079	923	14	304.54	399.98	0.0077	0.032	3.0639	0.10033	***h_0 =***	***0.92***	***м***
77013		155.45	923	14	304.54	399.98	0.03733	0.032	14.847	0.10033	***b =***	***1***	***м***
76996		3.7688	923	14	304.54	399.98	0.00091	0.032	0.36	0.10033	***M_u =***	***3821***	***кН*м***
76997		62.739	923	14	304.54	399.98	0.01507	0.032	5.9923	0.10033	***W_{pl} =***	***0.286***	
76998		180.8	923	14	304.54	399.98	0.04342	0.032	17.269	0.10033	***$R_{bt,ser}$ =***	***1.4***	***МПа***
76981		16.607	923	14	304.54	399.98	0.00399	0.032	1.5862	0.10033			
76982		86.774	923	14	304.54	399.98	0.02084	0.032	8.288	0.10033			
76983		***205.1***	***923***	***14***	***304.5***	399.98	***0.0493***	***0.032***	***19.59***	***0.10033***			
76966	C2	25.233	1018	18	335.27	399.98	0.00776	0.035	2.4101	0.11065			
76967		105.13	1018	18	335.27	399.98	0.03233	0.035	10.041	0.11065			
76968		226.12	1018	18	335.27	399.98	0.06954	0.035	21.597	0.11065			
76951		31.517	1018	18	335.27	399.98	0.00969	0.035	3.0103	0.11065			
76952		119.61	1018	18	335.27	399.98	0.03679	0.035	11.424	0.11065			
76953		243.6	1018	18	335.27	399.98	0.07492	0.035	23.267	0.11065			
76936		36.324	1018	18	335.27	399.98	0.01117	0.035	3.4694	0.11065			
76937		131.27	1018	18	335.27	399.98	0.04037	0.035	12.538	0.11065			
76938		***257.91***	1018	18	***335.3***	399.98	***0.0793***	***0.035***	***24.634***	***0.11065***			
76921		40.117	1018	18	335.27	399.98	0.01234	0.035	3.8317	0.11065			
76922		140.71	1018	18	335.27	399.98	0.04328	0.035	13.44	0.11065			
76923		269.42	1018	18	335.27	399.98	0.08286	0.035	25.733	0.11065			
76906		43.124	1018	18	335.27	399.98	0.01326	0.035	4.1189	0.11065			
76907		148.26	1018	18	335.27	399.98	0.0456	0.035	14.161	0.11065			
76908		278.4	1018	18	335.27	399.98	0.08562	0.035	26.591	0.11065			
76891		45.434	1018	18	335.27	399.98	0.01397	0.035	4.3395	0.11065			
76892		154.05	1018	18	335.27	399.98	0.04738	0.035	14.714	0.11065			
76893		285.01	1018	18	335.27	399.98	0.08766	0.035	27.222	0.11065			
76876	C2	47.072	1018	18	335.27	399.98	0.01448	0.035	4.496	0.11065			
76877		158.14	1018	18	335.27	399.98	0.04864	0.035	15.104	0.11065			
76878		***289.44***	1018	18	***335.3***	399.98	***0.089***	***0.035***	***27.645***	***0.11065***			
76861		48.055	1018	18	335.27	399.98	0.01478	0.035	4.5898	0.11065			
76862		160.66	1018	18	335.27	399.98	0.04941	0.035	15.345	0.11065			
76863		291.93	1018	18	335.27	399.98	0.08978	0.035	27.883	0.11065			
76846		48.425	1018	18	335.27	399.98	0.01489	0.035	4.6252	0.11065			
76847		161.86	1018	18	335.27	399.98	0.04978	0.035	15.46	0.11065			
76848		292.88	1018	18	335.27	399.98	0.09008	0.035	27.974	0.11065			
76831		48.311	1018	18	335.27	399.98	0.01486	0.035	4.6143	0.11065			
76832		162.3	1018	18	335.27	399.98	0.04992	0.035	15.502	0.11065			
76833		293.03	1018	18	335.27	399.98	0.09012	0.035	27.988	0.11065			
76816		48.105	1018	18	335.27	399.98	0.01479	0.035	4.5946	0.11065			
76817		163.33	1018	18	335.27	399.98	0.05023	0.035	15.6	0.11065			
76818		293.73	1018	18	335.27	399.98	0.09034	0.035	28.055	0.11065			
76801		47.715	1018	18	335.27	399.98	0.01467	0.035	4.5574	0.11065			
76802		167.63	1018	18	335.27	399.98	0.05155	0.035	16.011	0.11065			
76803		297.67	1018	18	335.27	399.98	0.09155	0.035	28.431	0.11065			
77014	C3	294.47	1885	20	610.44	399.98	0.09696	0.066	28.126	0.20489			
77015		418.7	1885	20	610.44	399.98	0.13786	0.066	39.991	0.20489			
77016		511.24	1885	20	610.44	399.98	0.16833	0.066	48.83	0.20489			

76999		312.7	1885	20	610.44	399.98	0.10296	0.066	29.867	0.20489			
77000		430.59	1885	20	610.44	399.98	0.14177	0.066	41.127	0.20489			
77001		517.11	1885	20	610.44	399.98	0.17026	0.066	49.39	0.20489			
76984		333.23	1885	20	610.44	399.98	0.10972	0.066	31.828	0.20489			
76985		446.13	1885	20	610.44	399.98	0.14689	0.066	42.611	0.20489			
76986		***527.11***	***1885***	***20***	***610.4***	399.98	***0.1736***	***0.066***	***50.346***	***0.20489***			
76969		352.55	1885	20	610.44	399.98	0.11608	0.066	33.673	0.20489			
76970		461.39	1885	20	610.44	399.98	0.15192	0.066	44.068	0.20489			
76971		537.22	1885	20	610.44	399.98	0.17688	0.066	51.311	0.20489			
76954		369.11	1885	20	610.44	399.98	0.12153	0.066	35.255	0.20489			
76955		474.27	1885	20	610.44	399.98	0.15616	0.066	45.299	0.20489			
76956		545.07	1885	20	610.44	399.98	0.17947	0.066	52.061	0.20489			
76939		382.59	1885	20	610.44	399.98	0.12597	0.066	36.542	0.20489			
76940		484.14	1885	20	610.44	399.98	0.15941	0.066	46.241	0.20489			
76941		549.5	1885	20	610.44	399.98	0.18093	0.066	52.484	0.20489			
76924	C3	393.06	1885	20	610.44	399.98	0.12942	0.066	37.542	0.20489			
76925		490.94	1885	20	610.44	399.98	0.16165	0.066	46.891	0.20489			
76926		***550.51***	***1885***	***20***	***610.4***	399.98	***0.1813***	***0.066***	***52.58***	***0.20489***			
76909		400.65	1885	20	610.44	399.98	0.13192	0.066	38.267	0.20489			
76910		494.76	1885	20	610.44	399.98	0.1629	0.066	47.256	0.20489			
76911		548.78	1885	20	610.44	399.98	0.18069	0.066	52.415	0.20489			
76894		405.63	1885	20	610.44	399.98	0.13356	0.066	38.743	0.20489			
76895		496	1885	20	610.44	399.98	0.16331	0.066	47.374	0.20489			
76896		544.91	1885	20	610.44	399.98	0.17942	0.066	52.046	0.20489			
76879		408.28	1885	20	610.44	399.98	0.13443	0.066	38.996	0.20489			
76880		495.1	1885	20	610.44	399.98	0.16301	0.066	47.288	0.20489			
76881		539.38	1885	20	610.44	399.98	0.17759	0.066	51.517	0.20489			
76864		408.95	1885	20	610.44	399.98	0.13465	0.066	39.06	0.20489			
76865		492.48	1885	20	610.44	399.98	0.16215	0.066	47.038	0.20489			
76866		532.59	1885	20	610.44	399.98	0.17536	0.066	50.869	0.20489			
76849		408.12	1885	20	610.44	399.98	0.13438	0.066	38.98	0.20489			
76850		488.62	1885	20	610.44	399.98	0.16088	0.066	46.669	0.20489			
76851		524.96	1885	20	610.44	399.98	0.17285	0.066	50.14	0.20489			
76834	C3	406.56	1885	20	610.44	399.98	0.13386	0.066	38.831	0.20489			
76835		***484.26***	***1885***	***20***	***610.4***	399.98	***0.1594***	***0.066***	***46.253***	***0.20489***			
73836		517.2	1885	20	610.44	399.98	0.17029	0.066	49.399	0.20489			
76819		405.58	1885	20	610.44	399.98	0.13354	0.066	38.738	0.20489			
76820		480.74	1885	20	610.44	399.98	0.15829	0.066	45.917	0.20489			
76821		510.63	1885	20	610.44	399.98	0.16813	0.066	48.771	0.20489			
76804		408.04	1885	20	610.44	399.98	0.13435	0.066	38.973	0.20489			
76805		481.03	1885	20	610.44	399.98	0.15838	0.066	45.944	0.20489			
76806		508.14	1885	20	610.44	399.98	0.16731	0.066	48.534	0.20489			
77017	C4	***567.49***	***1885***	***20***	***610.4***	399.98	***0.1868***	***0.066***	***54.202***	***0.20489***			
77018		590.54	1885	20	610.44	399.98	0.19444	0.066	56.404	0.20489			
77019		582.62	1885	20	610.44	399.98	0.19183	0.066	55.647	0.20489			
77002		567.74	1885	20	610.44	399.98	0.18693	0.066	54.226	0.20489			
77003		586.5	1885	20	610.44	399.98	0.19311	0.066	56.018	0.20489			
77004		575.36	1885	20	610.44	399.98	0.18944	0.066	54.954	0.20489			
76987		572.2	1885	20	610.44	399.98	0.1884	0.066	54.652	0.20489			
76988		586.25	1885	20	610.44	399.98	0.19303	0.066	55.994	0.20489			
76989		571.49	1885	20	610.44	399.98	0.18817	0.066	54.584	0.20489			
76972	C3	***576.82***	***1885***	***20***	***610.4***	399.98	***0.1899***	***0.066***	***55.093***	***0.20489***			
76973		585.81	1885	20	610.44	399.98	0.19288	0.066	55.952	0.20489			
76974		567.11	1885	20	610.44	399.98	0.18672	0.066	54.166	0.20489			
76957		579.09	1885	20	610.44	399.98	0.19067	0.066	55.31	0.20489			
76958		582.7	1885	20	610.44	399.98	0.19186	0.066	55.655	0.20489			
76959		559.9	1885	20	610.44	399.98	0.18435	0.066	53.477	0.20489			
76942		577.46	1885	20	610.44	399.98	0.19013	0.066	55.155	0.20489			
76943		575.62	1885	20	610.44	399.98	0.18953	0.066	54.979	0.20489			

76944		548.74	1885	20	610.44	399.98	0.18068	0.066	52.411	0.20489			
76927		572.12	1885	20	610.44	399.98	0.18837	0.066	54.645	0.20489			
76928		564.95	1885	20	610.44	399.98	0.18601	0.066	53.96	0.20489			
76929		534.17	1885	20	610.44	399.98	0.17588	0.066	51.02	0.20489			
76912		564.42	1885	20	610.44	399.98	0.18584	0.066	53.909	0.20489			
76913		552.18	1885	20	610.44	399.98	0.18181	0.066	52.74	0.20489			
76914		517.76	1885	20	610.44	399.98	0.17048	0.066	49.452	0.20489			
76897		555.15	1885	20	610.44	399.98	0.18279	0.066	53.024	0.20489			
76898		538.26	1885	20	610.44	399.98	0.17723	0.066	51.41	0.20489			
76899		500.49	1885	20	610.44	399.98	0.16479	0.066	47.803	0.20489			
76882	C3	***544.8***	***1885***	***20***	***610.4***	399.98	***0.1794***	***0.066***	***52.035***	***0.20489***			
76883		523.73	1885	20	610.44	399.98	0.17244	0.066	50.023	0.20489			
76884		482.95	1885	20	610.44	399.98	0.15901	0.066	46.128	0.20489			
76867		533.7	1885	20	610.44	399.98	0.17572	0.066	50.975	0.20489			
76868		508.9	1885	20	610.44	399.98	0.16756	0.066	48.606	0.20489			
76869		465.4	1885	20	610.44	399.98	0.15324	0.066	44.451	0.20489			
76852		522.22	1885	20	610.44	399.98	0.17194	0.066	49.878	0.20489			
76853		494.06	1885	20	610.44	399.98	0.16267	0.066	47.189	0.20489			
76854		448.05	1885	20	610.44	399.98	0.14752	0.066	42.794	0.20489			
76837		511	1885	20	610.44	399.98	0.16825	0.066	48.807	0.20489			
76838		479.76	1885	20	610.44	399.98	0.15796	0.066	45.823	0.20489			
76839		431.32	1885	20	610.44	399.98	0.14201	0.066	41.196	0.20489			
76822		501.25	1885	20	610.44	399.98	0.16504	0.066	47.876	0.20489			
76823		467.07	1885	20	610.44	399.98	0.15379	0.066	44.611	0.20489			
76824		416.19	1885	20	610.44	399.98	0.13703	0.066	39.751	0.20489			
76807		495.68	1885	20	610.44	399.98	0.16321	0.066	47.344	0.20489			
76808		458.51	1885	20	610.44	399.98	0.15097	0.066	43.793	0.20489			
76809		404.98	1885	20	610.44	399.98	0.13334	0.066	38.681	0.20489			
77020	C3	***545.95***	***1885***	***20***	***610.4***	399.98	***0.1798***	***0.066***	***52.145***	***0.20489***			
77021		482.42	1885	20	610.44	399.98	0.15884	0.066	46.077	0.20489			
77022		393.98	1885	20	610.44	399.98	0.12972	0.066	37.63	0.20489			
77005		536.47	1885	20	610.44	399.98	0.17664	0.066	51.24	0.20489			
77006		471.72	1885	20	610.44	399.98	0.15532	0.066	45.055	0.20489			
77007		383.07	1885	20	610.44	399.98	0.12613	0.066	36.588	0.20489			
76990		530.14	1885	20	610.44	399.98	0.17455	0.066	50.635	0.20489			
76991		464.08	1885	20	610.44	399.98	0.1528	0.066	44.325	0.20489			
76992		375.26	1885	20	610.44	399.98	0.12356	0.066	35.842	0.20489			
76975		523.19	1885	20	610.44	399.98	0.17226	0.066	49.971	0.20489			
76976		455.88	1885	20	610.44	399.98	0.1501	0.066	43.542	0.20489			
76977		367.05	1885	20	610.44	399.98	0.12085	0.066	35.058	0.20489			
76960		513.42	1885	20	610.44	399.98	0.16905	0.066	49.038	0.20489			
76961		445.01	1885	20	610.44	399.98	0.14652	0.066	42.504	0.20489			
76962		356.43	1885	20	610.44	399.98	0.11736	0.066	34.043	0.20489			
76945		499.82	1885	20	610.44	399.98	0.16457	0.066	47.739	0.20489			
76946		430.52	1885	20	610.44	399.98	0.14175	0.066	41.12	0.20489			
76947		342.51	1885	20	610.44	399.98	0.11277	0.066	32.714	0.20489			
76930	C3	***483***	***1885***	***20***	***610.4***	399.98	***0.159***	***0.066***	***46.132***	***0.20489***			
76931		413.08	1885	20	610.44	399.98	0.13601	0.066	39.454	0.20489			
76932		325.97	1885	20	610.44	399.98	0.10733	0.066	31.134	0.20489			
76915		464.58	1885	20	610.44	399.98	0.15297	0.066	44.373	0.20489			
76916		394.3	1885	20	610.44	399.98	0.12983	0.066	37.661	0.20489			
76917		308.43	1885	20	610.44	399.98	0.10155	0.066	29.459	0.20489			
76900		445.53	1885	20	610.44	399.98	0.14669	0.066	42.554	0.20489			
76901		375.11	1885	20	610.44	399.98	0.12351	0.066	35.828	0.20489			
76902		290.76	1885	20	610.44	399.98	0.09573	0.066	27.771	0.20489			
76885		426.42	1885	20	610.44	399.98	0.1404	0.066	40.728	0.20489			
76886		356.01	1885	20	610.44	399.98	0.11722	0.066	34.003	0.20489			
76887		273.3	1885	20	610.44	399.98	0.08999	0.066	26.104	0.20489			
76870		407.44	1885	20	610.44	399.98	0.13415	0.066	38.916	0.20489			

76871		337.05	1885	20	610.44	399.98	0.11098	0.066	32.192	0.20489			
76872		255.94	1885	20	610.44	399.98	0.08427	0.066	24.445	0.20489			
76855		388.65	1885	20	610.44	399.98	0.12797	0.066	37.121	0.20489			
76856		318.1	1885	20	610.44	399.98	0.10474	0.066	30.382	0.20489			
76857		238.31	1885	20	610.44	399.98	0.07847	0.066	22.762	0.20489			
76840	C5	***370.34***	***1272***	***18***	***416.9***	399.98	***0.1127***	***0.044***	***35.372***	***0.13826***			
76841		299.2	1272	18	416.87	399.98	0.09103	0.044	28.577	0.13826			
76842		220.1	1272	18	416.87	399.98	0.06697	0.044	21.022	0.13826			
76825		353.32	1272	18	416.87	399.98	0.1075	0.044	33.746	0.13826			
76826		280.97	1272	18	416.87	399.98	0.08548	0.044	26.836	0.13826			
76827		201.56	1272	18	416.87	399.98	0.06132	0.044	19.251	0.13826			
76810		339.82	1272	18	416.87	399.98	0.10339	0.044	32.457	0.13826			
76811		265.57	1272	18	416.87	399.98	0.0808	0.044	25.365	0.13826			
76812		184.68	1272	18	416.87	399.98	0.05619	0.044	17.639	0.13826			
77023	C6	***284.22***	***1018***	***18***	***335.3***	399.98	***0.0874***	***0.035***	***27.147***	***0.11065***			
77024		161.08	1018	18	335.27	399.98	0.04954	0.035	15.385	0.11065			
77025		46.056	1018	18	335.27	399.98	0.01416	0.035	4.3989	0.11065			
77008		274.14	1018	18	335.27	399.98	0.08431	0.035	26.184	0.11065			
77009		153.28	1018	18	335.27	399.98	0.04714	0.035	14.64	0.11065			
77010		45.464	1018	18	335.27	399.98	0.01398	0.035	4.3424	0.11065			
76993		267.32	1018	18	335.27	399.98	0.08221	0.035	25.532	0.11065			
76994		148.95	1018	18	335.27	399.98	0.04581	0.035	14.227	0.11065			
76995		44.942	1018	18	335.27	399.98	0.01382	0.035	4.2925	0.11065			
76978	C2	***260.42***	***1018***	***18***	***335.3***	399.98	***0.0801***	***0.035***	***24.873***	***0.11065***			
76979		144.79	1018	18	335.27	399.98	0.04453	0.035	13.829	0.11065			
76980		44.163	1018	18	335.27	399.98	0.01358	0.035	4.2181	0.11065			
76963		251.46	1018	18	335.27	399.98	0.07734	0.035	24.018	0.11065			
76964		138.9	1018	18	335.27	399.98	0.04272	0.035	13.267	0.11065			
76965		42.306	1018	18	335.27	399.98	0.01301	0.035	4.0407	0.11065			
76948		239.58	1018	18	335.27	399.98	0.07368	0.035	22.883	0.11065			
76949		130.61	1018	18	335.27	399.98	0.04017	0.035	12.475	0.11065			
76950		39.113	1018	18	335.27	399.98	0.01203	0.035	3.7358	0.11065			
76933		225.5	1018	18	335.27	399.98	0.06935	0.035	21.538	0.11065			
76934		120.68	1018	18	335.27	399.98	0.03712	0.035	11.526	0.11065			
76935		35.114	1018	18	335.27	399.98	0.0108	0.035	3.3538	0.11065			
76918		210.8	1018	18	335.27	399.98	0.06483	0.035	20.134	0.11065			
76919		110.53	1018	18	335.27	399.98	0.03399	0.035	10.557	0.11065			
76920		31.198	1018	18	335.27	399.98	0.00959	0.035	2.9798	0.11065			
76903		196.26	1018	18	335.27	399.98	0.06036	0.035	18.745	0.11065			
76904		100.72	1018	18	335.27	399.98	0.03098	0.035	9.62	0.11065			
76905		27.578	1018	18	335.27	399.98	0.00848	0.035	2.634	0.11065			
76888	C7	***182.08***	***616***	***14***	***204.4***	399.98	***0.0443***	***0.021***	***17.391***	***0.06696***			
76889		91.372	616	14	204.45	399.98	0.02223	0.021	8.7272	0.06696			
76890		24.227	616	14	204.45	399.98	0.00589	0.021	2.314	0.06696			
76873		167.99	616	14	204.45	399.98	0.04087	0.021	16.045	0.06696			
76874		82.155	616	14	204.45	399.98	0.01999	0.021	7.8468	0.06696			
76875		20.941	616	14	204.45	399.98	0.00509	0.021	2.0001	0.06696			
76858		153.41	616	14	204.45	399.98	0.03732	0.021	14.653	0.06696			
76859		72.449	616	14	204.45	399.98	0.01763	0.021	6.9198	0.06696			
76860		17.374	616	14	204.45	399.98	0.00423	0.021	1.6594	0.06696			
76843		137.62	616	14	204.45	399.98	0.03348	0.021	13.144	0.06696			
76844		61.326	616	14	204.45	399.98	0.01492	0.021	5.8574	0.06696			
76845		12.964	616	14	204.45	399.98	0.00315	0.021	1.2382	0.06696			
76828		120.17	616	14	204.45	399.98	0.02924	0.021	11.478	0.06696			
76829		47.466	616	14	204.45	399.98	0.01155	0.021	4.5336	0.06696			
76830		6.6256	616	14	204.45	399.98	0.00161	0.021	0.6328	0.06696			
76813		102.4	616	14	204.45	399.98	0.02491	0.021	9.7805	0.06696			
76814		30.599	616	14	204.45	399.98	0.00744	0.021	2.9226	0.06696			
76815		0.8199	616	14	204.45	399.98	0.0002	0.021	0.0783	0.06696			

Табл.6

Проверка сечений по первому и второму предельному состоянию на действие крутящего момента M_{xy}

Верхняя арматура													
№ элемента	**№ сетки**	**$M_{расч.}$, кН*м**	**A_S, мм**	**∅, мм**	**$M_{норм.}$, кН*м**	**M_{crc}, кН*м**	**a_{crc}, мм**	**x, мм**	**σ_S, МПа**	**μ, %**	***R_s =***	***365***	***МПа***
77011	С7	104.27	616	14	204.4	399.98	0.025	0.021	9.959	0.067	***R_b =***	***10.5***	***МПа***
77012		133.63	616	14	204.4	399.98	0.033	0.021	12.76	0.067	***h_0 =***	***0.92***	***м***
77013		158.04	616	14	204.4	399.98	0.038	0.021	15.09	0.067	***b =***	***1***	***м***
76996		133.76	616	14	204.4	399.98	0.033	0.021	12.78	0.067	***M_u =***	***3821.496***	***кН*м***
76997		145.02	616	14	204.4	399.98	0.035	0.021	13.85	0.067	***W_{pl} =***	***0.2857***	
76998		160.35	616	14	204.4	399.98	0.039	0.021	15.32	0.067	***$R_{bt,ser}$ =***	***1.4***	***МПа***
76981		158.42	616	14	204.4	399.98	0.039	0.021	15.13	0.067			
76982		160.63	616	14	204.4	399.98	0.039	0.021	15.34	0.067			
76983		168.9	616	14	204.4	399.98	0.041	0.021	16.13	0.067			
76966		173.16	616	14	204.4	399.98	0.042	0.021	16.54	0.067			
76967		172.35	616	14	204.4	399.98	0.042	0.021	16.46	0.067			
76968		***177.42***	***616***	***14***	***204.4***	***399.98***	***0.043***	***0.02***	***16.95***	***0.067***			
76951		179.28	616	14	204.4	399.98	0.044	0.021	17.12	0.067			
76952		178.43	616	14	204.4	399.98	0.043	0.021	17.04	0.067			
76953		182.76	616	14	204.4	399.98	0.044	0.021	17.46	0.067			
76936		178.24	616	14	204.4	399.98	0.043	0.021	17.02	0.067			
76937		178.68	616	14	204.4	399.98	0.043	0.021	17.07	0.067			
76938		183.51	616	14	204.4	399.98	0.045	0.021	17.53	0.067			
76921	С7	171.25	616	14	204.4	399.98	0.042	0.021	16.36	0.067			
76922		173.41	616	14	204.4	399.98	0.042	0.021	16.56	0.067			
76923		***179.11***	***616***	***14***	***204.4***	***399.98***	***0.044***	***0.02***	***17.11***	***0.067***			
76906		159.34	616	14	204.4	399.98	0.039	0.021	15.22	0.067			
76907		163.2	616	14	204.4	399.98	0.04	0.021	15.59	0.067			
76908		169.74	616	14	204.4	399.98	0.041	0.021	16.21	0.067			
76891		143.57	616	14	204.4	399.98	0.035	0.021	13.71	0.067			
76892		148.97	616	14	204.4	399.98	0.036	0.021	14.23	0.067			
76893		156.23	616	14	204.4	399.98	0.038	0.021	14.92	0.067			
76876		125.02	616	14	204.4	399.98	0.03	0.021	11.94	0.067			
76877		131.82	616	14	204.4	399.98	0.032	0.021	12.59	0.067			
76878		139.76	616	14	204.4	399.98	0.034	0.021	13.35	0.067			
76861		104.75	616	14	204.4	399.98	0.025	0.021	10	0.067			
76862		112.89	616	14	204.4	399.98	0.027	0.021	10.78	0.067			
76863		121.56	616	14	204.4	399.98	0.03	0.021	11.61	0.067			
76846		83.788	616	14	204.4	399.98	0.02	0.021	8.003	0.067			
76847		93.221	616	14	204.4	399.98	0.023	0.021	8.904	0.067			
76848		102.81	616	14	204.4	399.98	0.025	0.021	9.82	0.067			
76831	С8	63.049	452	12	150.5	399.98	0.013	0.016	6.022	0.049			
76832		73.784	452	12	150.5	399.98	0.015	0.016	7.047	0.049			
76833		***84.67***	***452***	***12***	***150.5***	399.98	***0.018***	***0.02***	***8.087***	***0.049***			
76816		43.484	452	12	150.5	399.98	0.009	0.016	4.153	0.049			
76817		55.697	452	12	150.5	399.98	0.012	0.016	5.32	0.049			
76818		68.419	452	12	150.5	399.98	0.014	0.016	6.535	0.049			
76801		27.264	452	12	150.5	399.98	0.006	0.016	2.604	0.049			
76802		40.851	452	12	150.5	399.98	0.009	0.016	3.902	0.049			
76803		55.152	452	12	150.5	399.98	0.012	0.016	5.268	0.049			
77014	С9	172.42	616	14	204.4	399.98	0.042	0.021	16.47	0.067			
77015		***178.24***	***616***	***14***	***204.4***	***399.98***	***0.043***	***0.02***	***17.02***	***0.067***			
77016		177.57	616	14	204.4	399.98	0.043	0.021	16.96	0.067			

76999		177.7	616	14	204.4	399.98	0.043	0.021	16.97	0.067			
77000		177.5	616	14	204.4	399.98	0.043	0.021	16.95	0.067			
77001		177.73	616	14	204.4	399.98	0.043	0.021	16.98	0.067			
76984		177.02	616	14	204.4	399.98	0.043	0.021	16.91	0.067			
76985		181.93	616	14	204.4	399.98	0.044	0.021	17.38	0.067			
76986		182.31	616	14	204.4	399.98	0.044	0.021	17.41	0.067			
76969	C7	***183.67***	***616***	***14***	***204.4***	***399.98***	***0.045***	***0.02***	***17.54***	***0.067***			
76970		187.87	616	14	204.4	399.98	0.046	0.021	17.94	0.067			
76971		188.18	616	14	204.4	399.98	0.046	0.021	17.97	0.067			
76954		188.5	616	14	204.4	399.98	0.046	0.021	18	0.067			
76955		192.58	616	14	204.4	399.98	0.047	0.021	18.39	0.067			
76956		192.87	616	14	204.4	399.98	0.047	0.021	18.42	0.067			
76939		189.51	616	14	204.4	399.98	0.046	0.021	18.1	0.067			
76940		193.98	616	14	204.4	399.98	0.047	0.021	18.53	0.067			
76941		194.83	616	14	204.4	399.98	0.047	0.021	18.61	0.067			
76924		185.53	616	14	204.4	399.98	0.045	0.021	17.72	0.067			
76925		190.2	616	14	204.4	399.98	0.046	0.021	18.17	0.067			
76926		191.08	616	14	204.4	399.98	0.046	0.021	18.25	0.067			
76909		176.49	616	14	204.4	399.98	0.043	0.021	16.86	0.067			
76910		181.2	616	14	204.4	399.98	0.044	0.021	17.31	0.067			
76911		182.15	616	14	204.4	399.98	0.044	0.021	17.4	0.067			
76894		163.24	616	14	204.4	399.98	0.04	0.021	15.59	0.067			
76895		168.06	616	14	204.4	399.98	0.041	0.021	16.05	0.067			
76896		169.24	616	14	204.4	399.98	0.041	0.021	16.16	0.067			
76879	C8	***147.08***	***616***	***14***	***204.4***	***399.98***	***0.036***	***0.02***	***14.05***	***0.067***			
76880		152.16	616	14	204.4	399.98	0.037	0.021	14.53	0.067			
76881		153.78	616	14	204.4	399.98	0.037	0.021	14.69	0.067			
76864		129.38	616	14	204.4	399.98	0.031	0.021	12.36	0.067			
76865		134.95	616	14	204.4	399.98	0.033	0.021	12.89	0.067			
76866		137.26	616	14	204.4	399.98	0.033	0.021	13.11	0.067			
76849		111.42	616	14	204.4	399.98	0.027	0.021	10.64	0.067			
76850		117.81	616	14	204.4	399.98	0.029	0.021	11.25	0.067			
76851		121.09	616	14	204.4	399.98	0.029	0.021	11.57	0.067			
76834		94.464	616	14	204.4	399.98	0.023	0.021	9.022	0.067			
76835		102.02	616	14	204.4	399.98	0.025	0.021	9.744	0.067			
73836		106.62	616	14	204.4	399.98	0.026	0.021	10.18	0.067			
76819		79.781	616	14	204.4	399.98	0.019	0.021	7.62	0.067			
76820		88.922	616	14	204.4	399.98	0.022	0.021	8.493	0.067			
76821		95.271	616	14	204.4	399.98	0.023	0.021	9.1	0.067			
76804		68.334	616	14	204.4	399.98	0.017	0.021	6.527	0.067			
76805		79.727	616	14	204.4	399.98	0.019	0.021	7.615	0.067			
76806		88.563	616	14	204.4	399.98	0.022	0.021	8.459	0.067			
77017	C7	170.33	616	14	204.4	399.98	0.041	0.021	16.27	0.067			
77018		158.23	616	14	204.4	399.98	0.038	0.021	15.11	0.067			
77019		142.47	616	14	204.4	399.98	0.035	0.021	13.61	0.067			
77002		172.28	616	14	204.4	399.98	0.042	0.021	16.45	0.067			
77003		161.93	616	14	204.4	399.98	0.039	0.021	15.47	0.067			
77004		147.75	616	14	204.4	399.98	0.036	0.021	14.11	0.067			
76987		***177.66***	***616***	***14***	***204.4***	***399.98***	***0.043***	***0.02***	***16.97***	***0.067***			
76988		168.22	616	14	204.4	399.98	0.041	0.021	16.07	0.067			
76989		154.8	616	14	204.4	399.98	0.038	0.021	14.79	0.067			
76972		183.89	616	14	204.4	399.98	0.045	0.021	17.56	0.067			
76973		174.82	616	14	204.4	399.98	0.043	0.021	16.7	0.067			
76974		161.69	616	14	204.4	399.98	0.039	0.021	15.44	0.067			
76957		188.76	616	14	204.4	399.98	0.046	0.021	18.03	0.067			
76958		179.72	616	14	204.4	399.98	0.044	0.021	17.17	0.067			
76959		166.64	616	14	204.4	399.98	0.041	0.021	15.92	0.067			
76942		190.36	616	14	204.4	399.98	0.046	0.021	18.18	0.067			
76943		181.16	616	14	204.4	399.98	0.044	0.021	17.3	0.067			

76944		168.17	616	14	204.4	399.98	0.041	0.021	16.06	0.067			
76927	C7	***186.88***	***616***	***14***	***204.4***	***399.98***	***0.045***	***0.02***	***17.85***	***0.067***			
76928		177.98	616	14	204.4	399.98	0.043	0.021	17	0.067			
76929		165.45	616	14	204.4	399.98	0.04	0.021	15.8	0.067			
76912		178.4	616	14	204.4	399.98	0.043	0.021	17.04	0.067			
76913		170.21	616	14	204.4	399.98	0.041	0.021	16.26	0.067			
76914		158.57	616	14	204.4	399.98	0.039	0.021	15.15	0.067			
76897		166.09	616	14	204.4	399.98	0.04	0.021	15.86	0.067			
76898		158.85	616	14	204.4	399.98	0.039	0.021	15.17	0.067			
76899		148.37	616	14	204.4	399.98	0.036	0.021	14.17	0.067			
76882		151.42	616	14	204.4	399.98	0.037	0.021	14.46	0.067			
76883		145.28	616	14	204.4	399.98	0.035	0.021	13.88	0.067			
76884		136.13	616	14	204.4	399.98	0.033	0.021	13	0.067			
76867		135.87	616	14	204.4	399.98	0.033	0.021	12.98	0.067			
76868		130.98	616	14	204.4	399.98	0.032	0.021	12.51	0.067			
76869		123.23	616	14	204.4	399.98	0.03	0.021	11.77	0.067			
76852		120.91	616	14	204.4	399.98	0.029	0.021	11.55	0.067			
76853		117.42	616	14	204.4	399.98	0.029	0.021	11.22	0.067			
76854		111.16	616	14	204.4	399.98	0.027	0.021	10.62	0.067			
76837	C8	***107.94***	***452***	***12***	***150.5***	***399.98***	***0.023***	***0.02***	***10.31***	***0.049***			
76838		106.08	452	12	150.5	399.98	0.022	0.016	10.13	0.049			
76839		101.41	452	12	150.5	399.98	0.021	0.016	9.686	0.049			
76822		98.469	452	12	150.5	399.98	0.021	0.016	9.405	0.049			
76823		98.469	452	12	150.5	399.98	0.021	0.016	9.405	0.049			
76824		95.516	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	9.123	0.049			
76807		94.106	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	8.988	0.049			
76808		96.139	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	9.182	0.049			
76809		94.851	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	9.059	0.049			
77020	C10	***124.06***	***452***	***12***	***150.5***	***399.98***	***0.026***	***0.02***	***11.85***	***0.049***			
77021		103.94	452	12	150.5	399.98	0.022	0.016	9.928	0.049			
77022		83.102	452	12	150.5	399.98	0.017	0.016	7.937	0.049			
77005		130.77	452	12	150.5	399.98	0.027	0.016	12.49	0.049			
77006		112.03	452	12	150.5	399.98	0.024	0.016	10.7	0.049			
77007		92.519	452	12	150.5	399.98	0.019	0.016	8.837	0.049			
76990		138.53	452	12	150.5	399.98	0.029	0.016	13.23	0.049			
76991		120.58	452	12	150.5	399.98	0.025	0.016	11.52	0.049			
76992		102.07	452	12	150.5	399.98	0.021	0.016	9.749	0.049			
76975	C8	***145.75***	***452***	***12***	***150.5***	***399.98***	***0.031***	***0.02***	***13.92***	***0.049***			
76976		128.33	452	12	150.5	399.98	0.027	0.016	12.26	0.049			
76977		110.64	452	12	150.5	399.98	0.023	0.016	10.57	0.049			
76960		150.9	452	12	150.5	399.98	0.032	0.016	14.41	0.049			
76961		133.93	452	12	150.5	399.98	0.028	0.016	12.79	0.049			
76962		117.01	452	12	150.5	399.98	0.025	0.016	11.18	0.049			
76945		152.75	452	12	150.5	399.98	0.032	0.016	14.59	0.049			
76946		136.36	452	12	150.5	399.98	0.029	0.016	13.02	0.049			
76947		120.33	452	12	150.5	399.98	0.025	0.016	11.49	0.049			
76930		150.68	452	12	150.5	399.98	0.032	0.016	14.39	0.049			
76931		135.14	452	12	150.5	399.98	0.028	0.016	12.91	0.049			
76932		120.24	452	12	150.5	399.98	0.025	0.016	11.48	0.049			
76915		144.83	452	12	150.5	399.98	0.03	0.016	13.83	0.049			
76916		130.44	452	12	150.5	399.98	0.027	0.016	12.46	0.049			
76917		116.88	452	12	150.5	399.98	0.025	0.016	11.16	0.049			
76900		135.92	452	12	150.5	399.98	0.029	0.016	12.98	0.049			
76901		122.9	452	12	150.5	399.98	0.026	0.016	11.74	0.049			
76902		110.78	452	12	150.5	399.98	0.023	0.016	10.58	0.049			
76885	C8	***125.08***	***452***	***12***	***150.5***	***399.98***	***0.026***	***0.02***	***11.95***	***0.049***			
76886		113.46	452	12	150.5	399.98	0.024	0.016	10.84	0.049			
76887		102.7	452	12	150.5	399.98	0.022	0.016	9.809	0.049			
76870		113.6	452	12	150.5	399.98	0.024	0.016	10.85	0.049			

76871		103.25	452	12	150.5	399.98	0.022	0.016	9.862	0.049			
76872		93.535	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	8.934	0.049			
76855		102.9	452	12	150.5	399.98	0.022	0.016	9.828	0.049			
76856		93.606	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	8.941	0.049			
76857		84.445	452	12	150.5	399.98	0.018	0.016	8.066	0.049			
76840		94.512	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	9.027	0.049			
76841		86.057	452	12	150.5	399.98	0.018	0.016	8.22	0.049			
76842		76.936	452	12	150.5	399.98	0.016	0.016	7.348	0.049			
76825		89.969	452	12	150.5	399.98	0.019	0.016	8.593	0.049			
76826		82.245	452	12	150.5	399.98	0.017	0.016	7.855	0.049			
76827		72.868	452	12	150.5	399.98	0.015	0.016	6.96	0.049			
76810		90.563	452	12	150.5	399.98	0.019	0.016	8.65	0.049			
76811		83.564	452	12	150.5	399.98	0.018	0.016	7.981	0.049			
76812		74.047	452	12	150.5	399.98	0.016	0.016	7.072	0.049			
77023	C8	62.43	452	12	150.5	399.98	0.013	0.016	5.963	0.049			
77024		43.062	452	12	150.5	399.98	0.009	0.016	4.113	0.049			
77025		26.975	452	12	150.5	399.98	0.006	0.016	2.576	0.049			
77008		73.224	452	12	150.5	399.98	0.015	0.016	6.994	0.049			
77009		55.249	452	12	150.5	399.98	0.012	0.016	5.277	0.049			
77010		40.488	452	12	150.5	399.98	0.009	0.016	3.867	0.049			
76993		84.102	452	12	150.5	399.98	0.018	0.016	8.033	0.049			
76994		67.953	452	12	150.5	399.98	0.014	0.016	6.49	0.049			
76995		54.745	452	12	150.5	399.98	0.011	0.016	5.229	0.049			
76978		93.875	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	8.966	0.049			
76979		79.301	452	12	150.5	399.98	0.017	0.016	7.574	0.049			
76980		67.903	452	12	150.5	399.98	0.014	0.016	6.486	0.049			
76963		101.4	452	12	150.5	399.98	0.021	0.016	9.685	0.049			
76964		88.413	452	12	150.5	399.98	0.019	0.016	8.445	0.049			
76965		79.268	452	12	150.5	399.98	0.017	0.016	7.571	0.049			
76948		***105.99***	***452***	***12***	***150.5***	***399.98***	***0.022***	***0.02***	***10.12***	***0.049***			
76949		94.727	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	9.048	0.049			
76950		88.068	452	12	150.5	399.98	0.018	0.016	8.412	0.049			
76933	C8	***107.34***	***452***	***12***	***150.5***	***399.98***	***0.023***	***0.02***	***10.25***	***0.049***			
76934		97.935	452	12	150.5	399.98	0.021	0.016	9.354	0.049			
76935		93.62	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	8.942	0.049			
76918		105.58	452	12	150.5	399.98	0.022	0.016	10.08	0.049			
76919		98.025	452	12	150.5	399.98	0.021	0.016	9.363	0.049			
76920		95.726	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	9.143	0.049			
76903		101.06	452	12	150.5	399.98	0.021	0.016	9.652	0.049			
76904		95.199	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	9.093	0.049			
76905		94.544	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	9.03	0.049			
76888		94.305	452	12	150.5	399.98	0.02	0.016	9.007	0.049			
76889		89.77	452	12	150.5	399.98	0.019	0.016	8.574	0.049			
76890		90.358	452	12	150.5	399.98	0.019	0.016	8.63	0.049			
76873		85.961	452	12	150.5	399.98	0.018	0.016	8.21	0.049			
76874		82.142	452	12	150.5	399.98	0.017	0.016	7.846	0.049			
76875		83.447	452	12	150.5	399.98	0.018	0.016	7.97	0.049			
76858		76.908	452	12	150.5	399.98	0.016	0.016	7.346	0.049			
76859		72.831	452	12	150.5	399.98	0.015	0.016	6.956	0.049			
76860		73.991	452	12	150.5	399.98	0.016	0.016	7.067	0.049			
76843	C8	***68.443***	***452***	***12***	***150.5***	***399.98***	***0.014***	***0.02***	***6.537***	***0.049***			
76844		62.576	452	12	150.5	399.98	0.013	0.016	5.977	0.049			
76845		62.037	452	12	150.5	399.98	0.013	0.016	5.925	0.049			
76828		62.585	452	12	150.5	399.98	0.013	0.016	5.978	0.049			
76829		52.91	452	12	150.5	399.98	0.011	0.016	5.054	0.049			
76830		47.777	452	12	150.5	399.98	0.01	0.016	4.563	0.049			
76813		62.06	452	12	150.5	399.98	0.013	0.016	5.927	0.049			
76814		47.783	452	12	150.5	399.98	0.01	0.016	4.564	0.049			
76815		34.108	452	12	150.5	399.98	0.007	0.016	3.258	0.049			