**Поверочный расчет пустотной плиты перекрытия**

**ПК 63.12-8АтVт (серия 1.141-1 выпуск 63)**

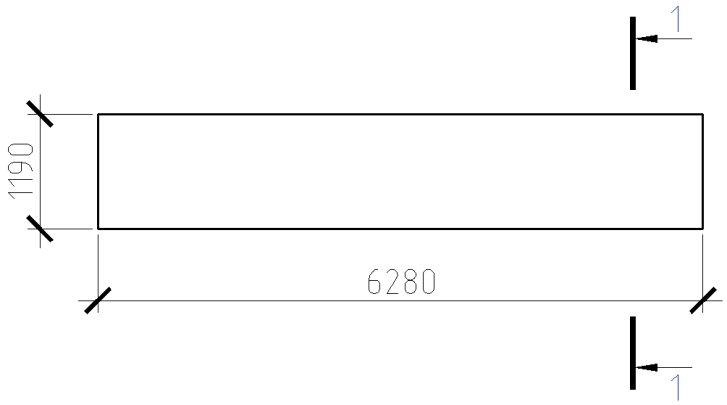
1. ***Исходные данные:***

Класс напрягаемой арматуры А800 (АтV)

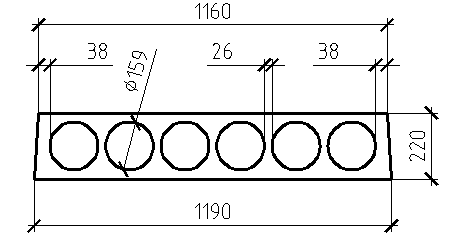
Класс бетона В15 (М200)

Размеры плиты номинальные – 1,2 х 6,3 мм

**Опалубочный чертеж плиты**

****

**1-1**

****

**Материалы по СП 63.13330.2012**

|  |  |
| --- | --- |
| **Бетон В15** | **Арматура.**  А800 (АтV) |
| Rb=8,5 МПа;  Rbt=0,75 МПа;  Rb,ser=11,0 МПа;  Rbt,ser=1,1 МПа;  Eb=24·103 МПа;  γb1=0,9 – при продолжительном действии нагрузки | Rs=696 МПа;  Rs,n=800 МПа;  Es=200000 МПа; |

Предельная ширина раскрытия трещин для неагрессивной среды принимаем :

- кратковременная *a*crc,ult = 0,3 мм

- длительная *a*crc,ult = 0.2 мм

В соответствии с сериейсерия 1.141-1 выпуск 63 принимаем напрягаемую арматуру:

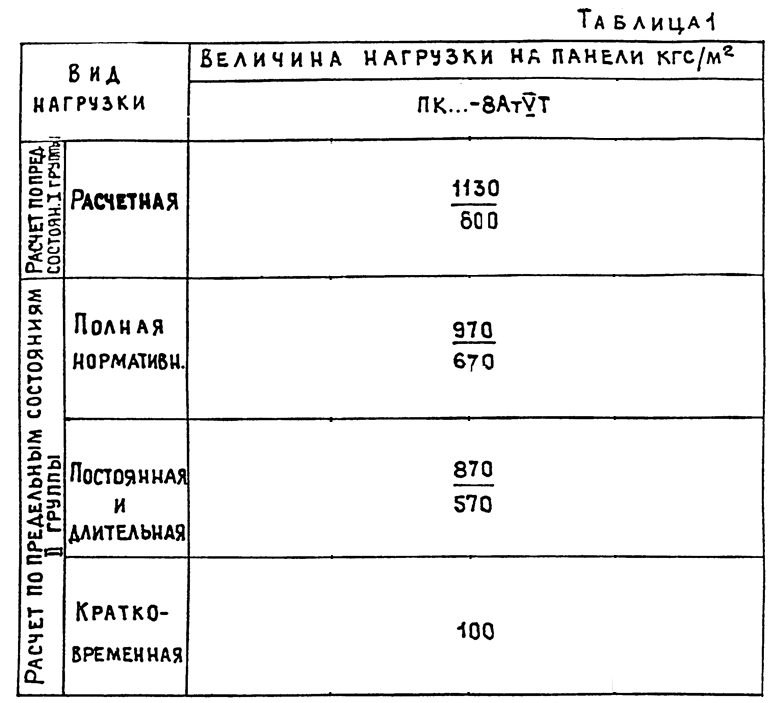
∅14A800 – 3 шт

∅12A800 – 1 шт

Asp=5,75 см2=0,000575 м2

Защитный слой 20 мм

**Принятая нагрузка на плиту перекрытия в соответствии с серией 1.141-1 выпуск 63**

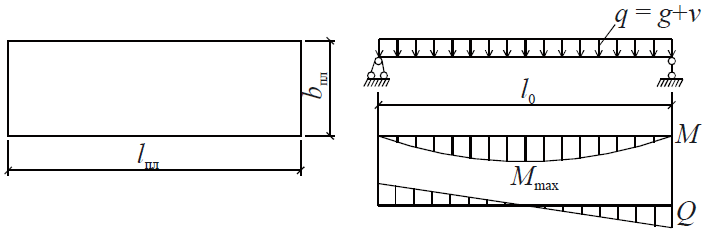
****

**Примечание:** в числителе указаны нагрузки, включающие собственный вес панели., в знаменателе – нагрузки без собственного веса панели.

1. ***Расчетная схема***

Многопустотная плита рассчитывается как свободно опертая балка, загруженная равномерно распределенной нагрузкой.

Расчетная схема и эпюры внутренних усилий плиты



Расчетный пролет с опиранием 100 мм на ригель (мм)

*l*0= *l*пл-100=6300-100 =6200 мм

1. ***Определение внутренних усилий***

Согласно расчетной схеме, определяем моменты и поперечные силы:

-от полной расчетной нагрузки

-от полной нормативной нагрузки

-от нормативной длительной нагрузки

-от нормативной кратковременной нагрузки

-от собственного веса

1. ***Расчетное (эквивалентное) сечение плиты***

Ширина плиты по верху b’f=1160 мм

Приведенная высота пустоты

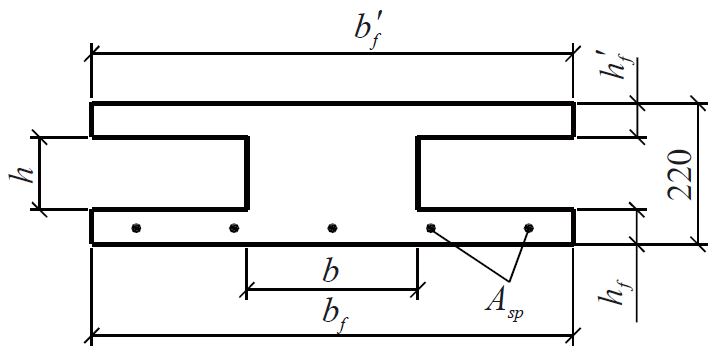
Суммарная площадь пустот

Приведенная ширина всех пустот

Толщина верхней и нижней полок

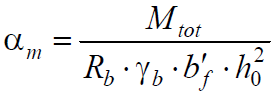
Ширина ребра

Расчетное (эквивалентное) сечение плиты, приведенное к двутавровому



1. ***Расчет по предельным состояниям первой группы***
   1. ***Расчет по нормальному сечению***

Находим следующие коэффициенты



отсюда .

Так как , то нейтральная ось проходит в ребре

Определяем граничное значение относительной высоты сжатой зоны:

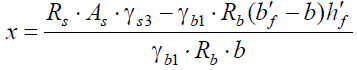
- относительная деформация в арматуре растянутой зоны, для арматуры с условным пределом текучести

*–* предельная относительная деформация сжатого бетона

Так как минимальные потери напряжений 100 МПа, то в формулу вводим с коэффициентом , т.е.

Нейтральная ось проходит в ребре, поэтому сечение рассчитывается как тавровое.

Уточняем высоту сжатой зоны бетона

**

Определяем предельный изгибающий момент M*ult*, который может быть воспринят сечением элемента.

*>*

**Вывод:** несущая способность плиты обеспечена

* 1. ***Расчет железобетонных элементов по полосе между наклонными сечениями***

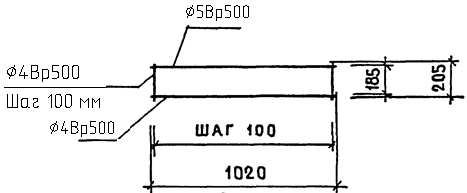
В соответствии с п. 8.1.32 расчет изгибаемых железобетонных элементов по бетонной полосе между наклонными сечениями производят из условия

|  |  |
| --- | --- |
| *Q* ≤ φ*b*1⋅*Rb*⋅*b*⋅*h*0, |  |

где *Q* - поперечная сила в нормальном сечении элемента;

φ*b*1 - коэффициент, принимаемый равным 0,3.

В соответствии с серией принимаем поперечное армирование 4 стержнями ∅4 мм Вр500 с шагом 100 мм.

**

Результаты проверке в программе АРБАТ, входящей в состав ПК SCAD 21.1.7.1

**Принятое сечение без учета**

| b = 295 мм  h = 220 мм  a1 = 30 мм  a2 = 30 мм | Поперечная арматура вдоль оси Z 4∅4, шаг поперечной арматуры 100 мм |
| --- | --- |

| **Проверено по СП** | **Проверка** | **Коэффициент**  **использования** |
| --- | --- | --- |
| пп. 8.1.33, 8.1.34 | Прочность по наклонному сечению | 0,69 |

**Вывод:** условие прочности наклонного сечения по поперечной силе выполнено.

1. ***Расчет по предельным состояниям второй группы***
   1. ***Определение геометрических характеристик***

Геометрические характеристики приведенного сечения определяем по расчетному сечению.

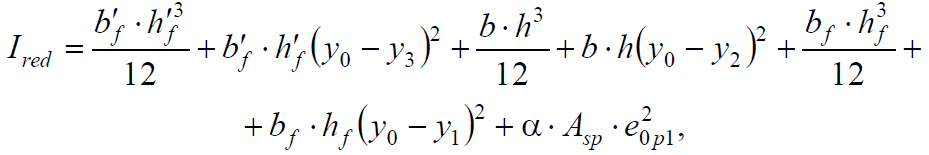
Площадь приведенного сечения

*,* здесь

Статический момент площади приведенного сечения относительно нижней грани

Таким образом

Момент инерции приведенного сечения относительно его центра тяжести

******

Отсюда

Момент сопротивления приведенного сечения

-относительно нижней грани

-относительно нижней грани

Упругопластический момент сопротивления

-относительно нижней грани

=1,25·8304=10380 см3

-относительно нижней грани

=1,25·7749=9686 см3

При коэффициент γ=1,25 согласно табл. 4.1 «Пособия по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого бетона» (к СП 52-102–2004)

Радиусы инерции

* 1. ***Определение потерь предварительного напряжения***

Способ натяжения электротермический.

Находим первые потери:

Потери от релаксации напряжений в арматуре

720=21,6 МПа

Потери напряжений от температурного перепада Δσsp2 в агрегатно-поточной и конвейерной технологии изготовления плит равны нулю.

Потери от деформации анкеров Δσsp4 и стальной формы Δσsp3 при электротермическом способе натяжения принимаются равными нулю, так как они учитываются при расчете длины заготовки арматуры.

Таким образом, первые потери .

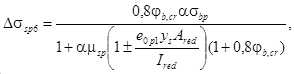
Усилие предварительного обжатия с учетом первых потерь

Определяем вторые потери:

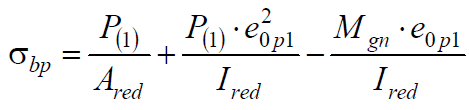
- от усадки бетона

Δσsp5 = εb,shEs=0,0002·200000 = 40 МПа

- от ползучести бетона



где φb,cr = 3,4 – коэффициент ползучести бетона, при классе бетона В15 и нормальной влажности 40–75 % (по табл. 6.12 СП 63.13330.2012)



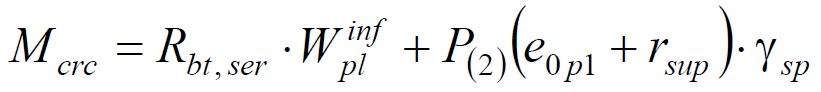
Суммарные потери

Полученные потери, как и должно быть, оказались не менее 100 МПа

Усилие в арматуре с учетом всех потерь

* 1. ***Расчет трещинообразования на стадии эксплуатации***

Находим момент трещинообразования:

****

С учетом того, что, получим:

0.11·10380+335,9·(7.92+5.84)·0,9=5764 кН·см = 57,64 кН·м

**Вывод:** от нормативных нагрузок трещины в плите не образуются.

1. ***Выводы.***

По результатам расчетов по предельным состояниям первой и второй групп можно сделать вывод, что несущая способность плиты на действие изгибающего момента и перерезывающих сил обеспечена, трещины в плите от нормативных нагрузок не образуются.