

АРКИ

- **Арки** – системы, состоящие из криволинейных элементов, горизонтальное смещение опор которых ограничено. Это приводит к возникновению **распора**, обеспечивающего работу арки на **сжатие**.
- Применяются в ОПЗ при **$L \geq 30$** м (30м, 36м).

АРКИ. КЛАССИФИКАЦИЯ

- По способу возведения

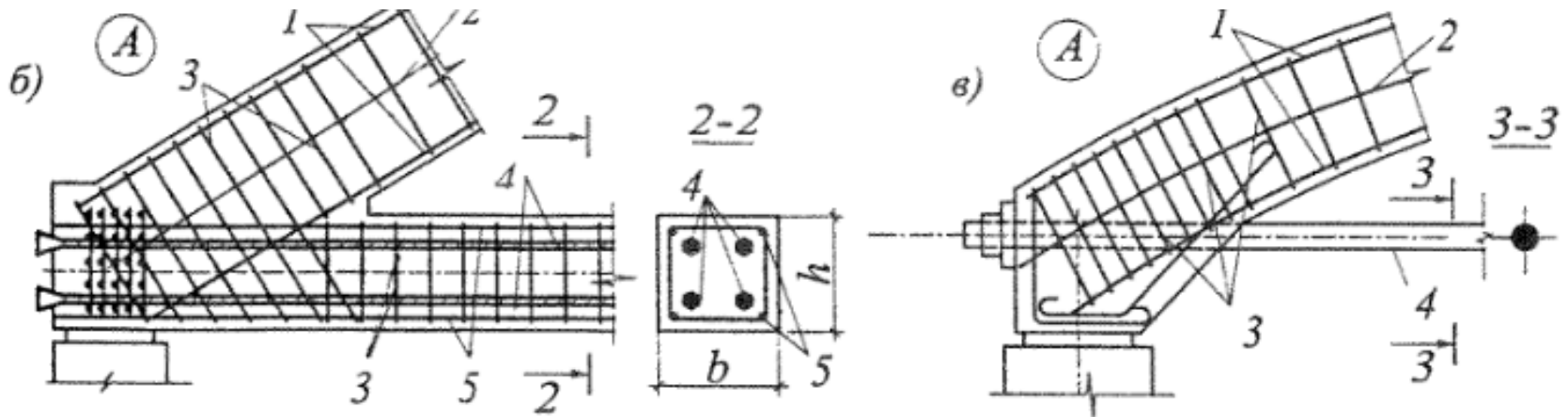
- **1 Сборные**
- **2 Монолитные**

- По конструктивной схеме

- **1 Трехшарнирные.** Применяют при больших пролетах, смещение опор почти не сказывается на усилиях.
- **2 Двухшарнирные** - мало чувствительны к вертикальным осадкам и чувствительны к горизонтальным смещениям.
- **3 Бесшарнирные** - применяются в случае малых смещений опор.

АРКИ. Конструкции, воспринимающие распор.

- 1 Затяжка.
- 2 Жесткие боковые рамы.
- 3 Фундаменты.

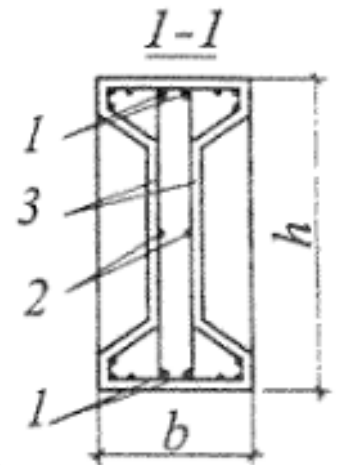
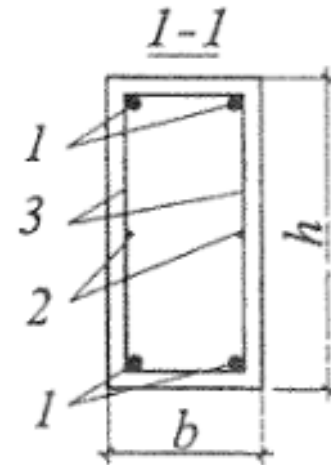
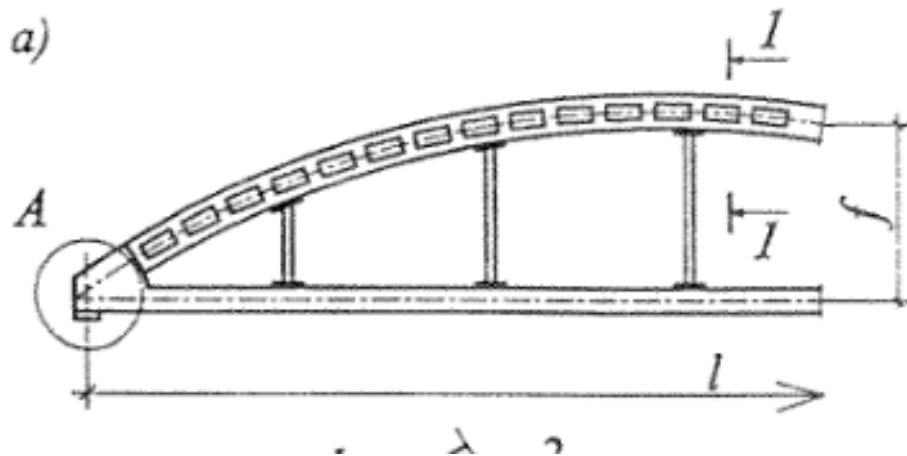


АРКИ. Очертание оси.

- Наиболее оптимальное очертание арки соответствует **кривой давления**. В этом случае изгибающие моменты минимальны.
- Реально полное совпадение оси арки с кривой давления получить не удастся из-за:
 - - **различных схем загрузки** временной нагрузкой (одностороннее нагружение);
 - - влияния **усадки и ползучести** (особенно в большепролетных арках).
- Для упрощения конструкции и ее типизации применяют очертание оси по **окружности**.

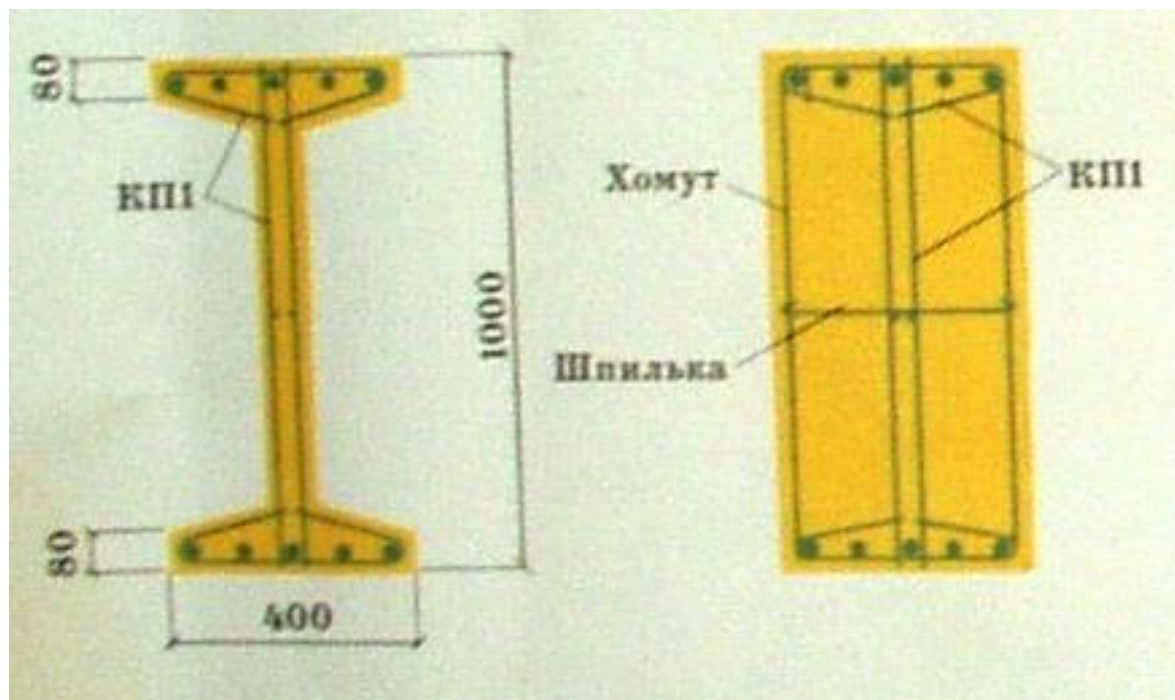
АРКИ.

- В ОПЗ широкое применение находят сборные пологие двухшарнирные арки с затяжкой.



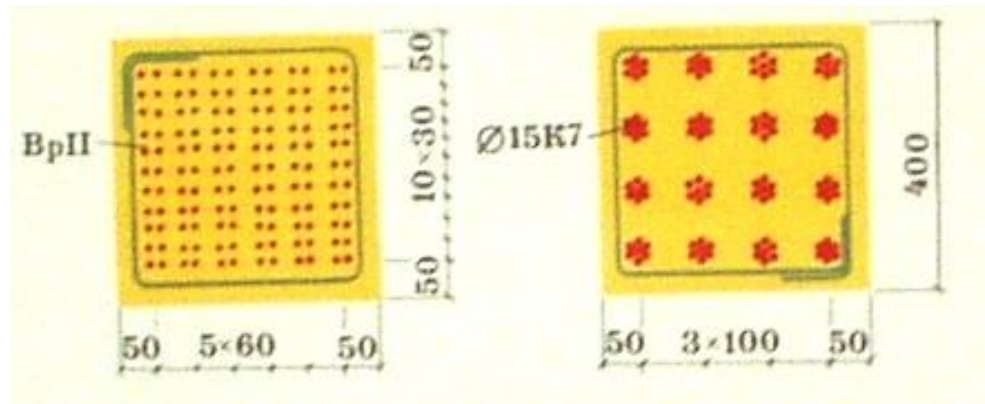
АРКИ. Компоновка.

- *Геометрические характеристики арки:*
- 1. Стрела подъема $f=(1/6\div 1/8)L$;
- 2. Сечение: прямоугольное или двутавровое с $h=(1/30\div 1/50)L$, $b=(0.4\div 0.5)h$.

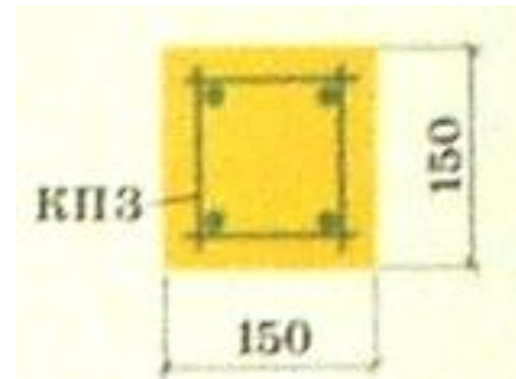


АРКИ. Компоновка.

- 3. Затяжка – железобетонный вариант 400мм*400мм.

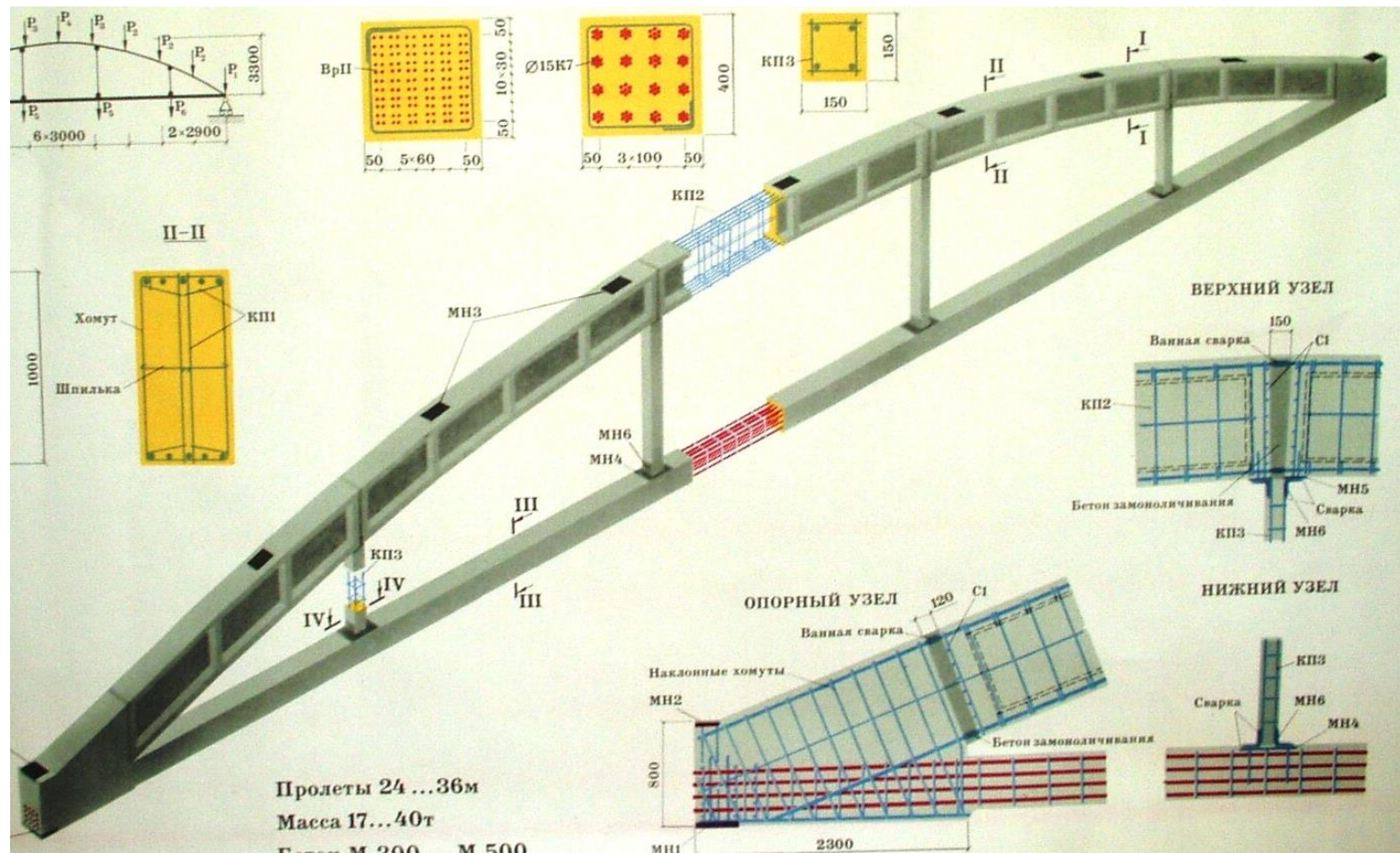


- 4. Подвески - железобетонный вариант 150мм * 150мм.



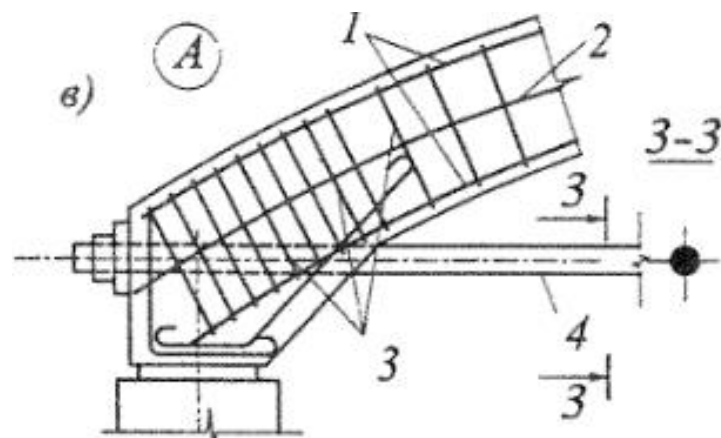
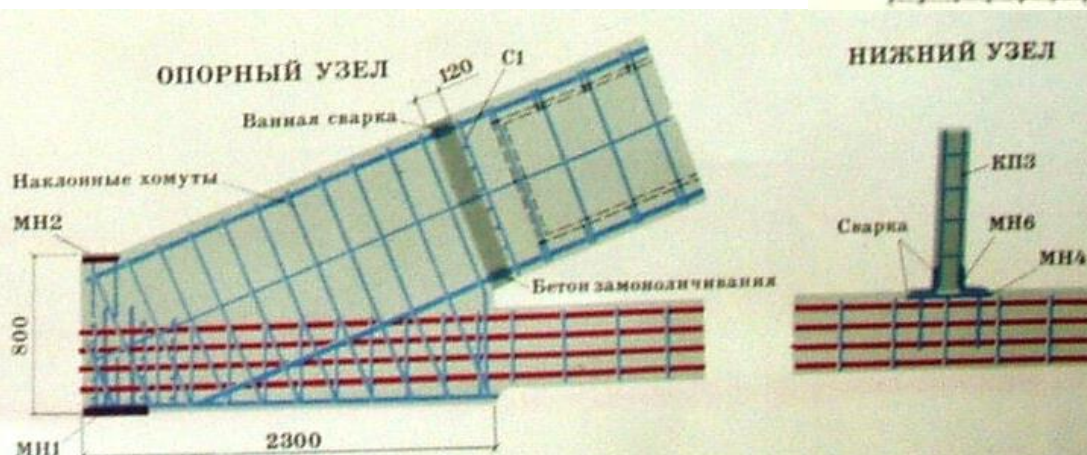
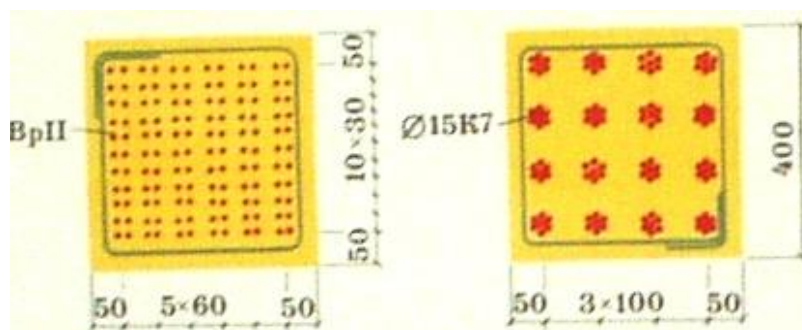
АРКИ. Конструкция арки.

- 1. Арки состоят из блоков $l=6\text{м}$, соединенных ванной сваркой выпусков продольной арматуры с последующим замоноличиванием стыков мелкозернистым бетоном.



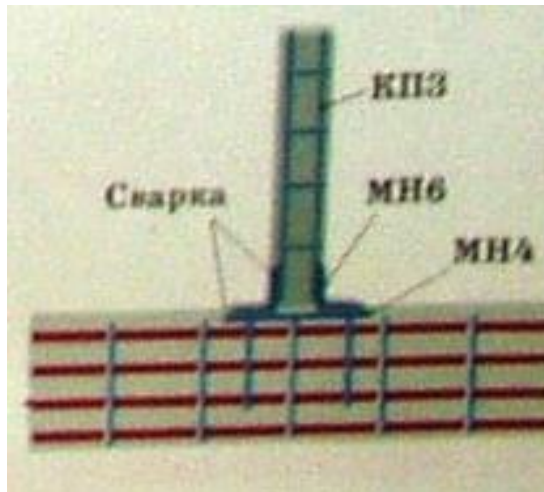
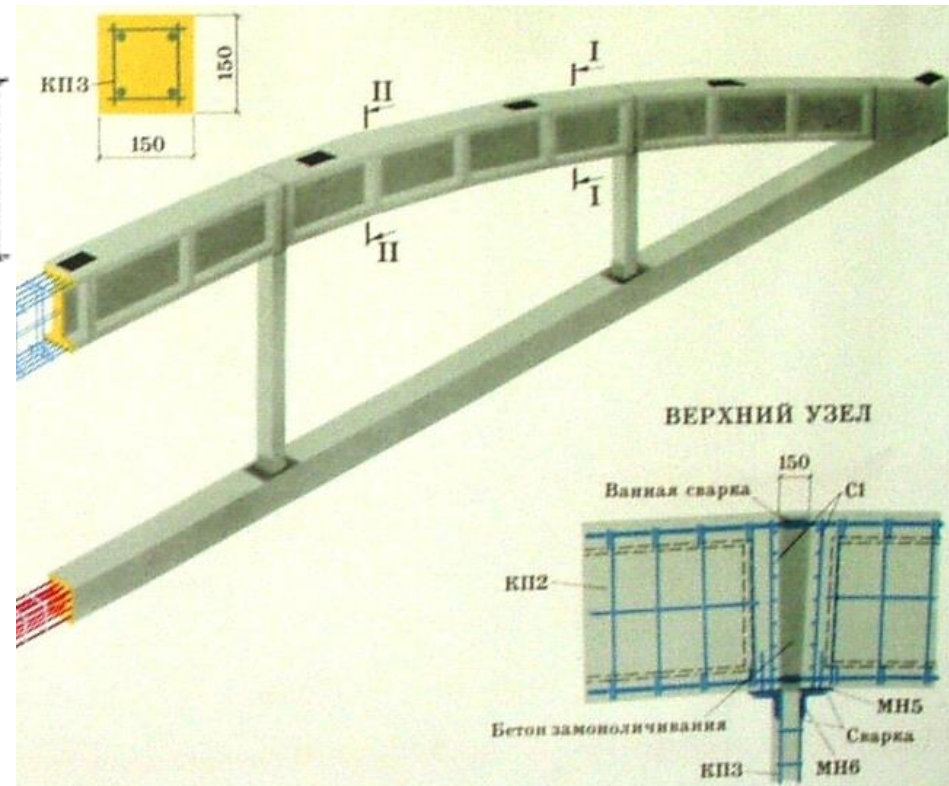
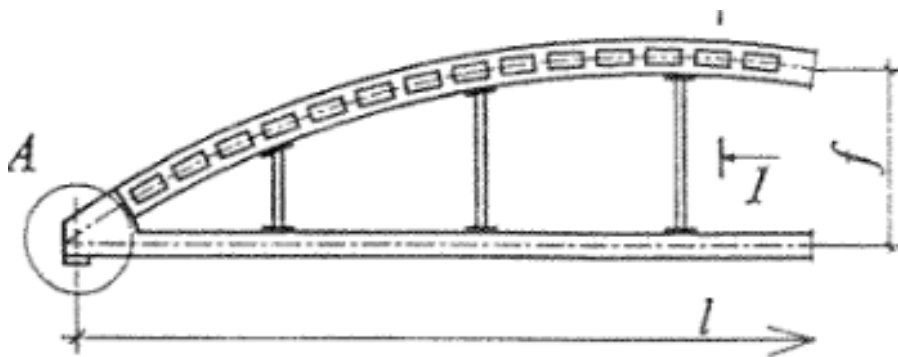
АРКИ. Конструкция арки.

- 2. Затяжку выполняют предварительно-напряженной в виде целого элемента с опорными блоками. Напрягаемая арматура: **проволочная класса S1200** и **канатная арматура класса S1400**. Для небольших арок затяжки могут быть стальными гибкими.



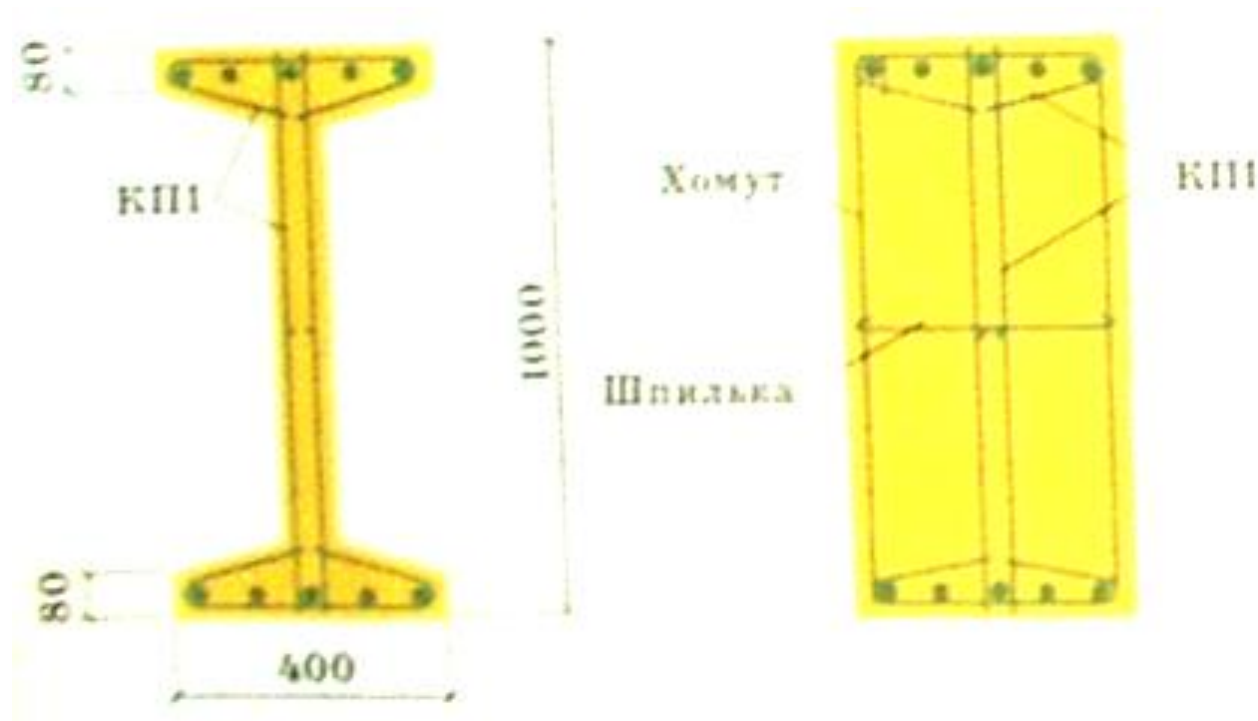
АРКИ. Конструкция арки.

- 3. Для уменьшения провисания затяжек через 6 м устраивают подвески (железобетонные или стальные). К ним могут также крепиться подвесные пути.



АРКИ. Конструкция арки.

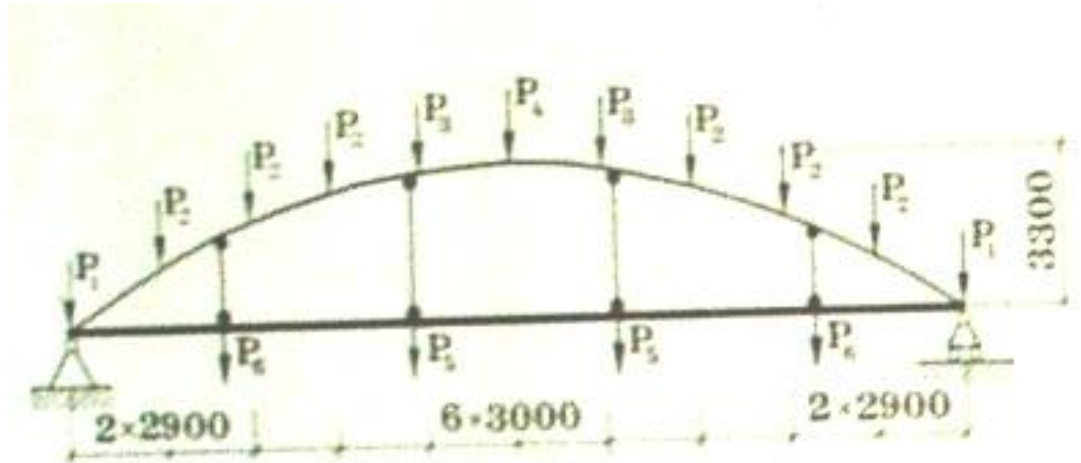
- 4. Для изготовления используют нормальный бетон классов по прочности на сжатие **C25/30; C30/37; C35/45; C40/50**. Рабочая арматура – из стали класса **S400, S500**. В качестве хомутов – арматура класса **S240**.



АРКИ. Расчет арок.

- **СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ**

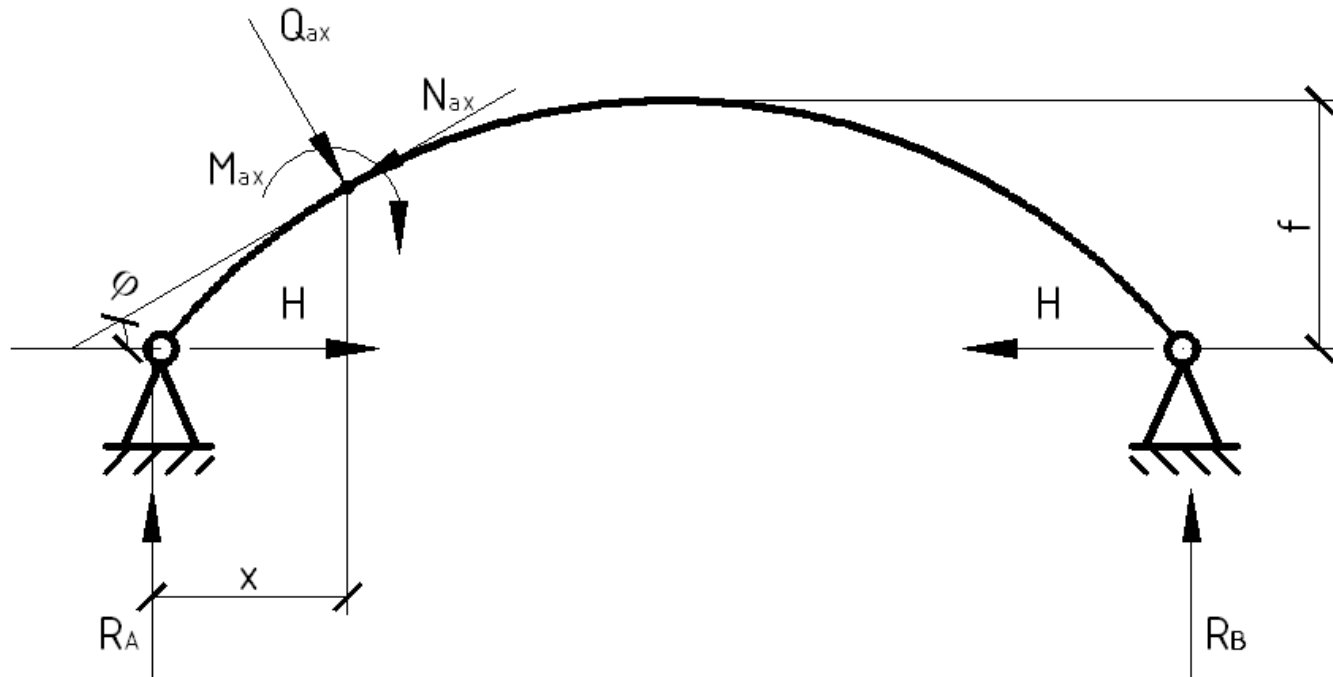
- **1. Расчётная схема**



- **2. Нагрузки** - вес покрытия и арки, сплошная и односторонняя нагрузка от снега и сосредоточенная нагрузка от подвесного транспорта. Ветровая – для высоких арок.

АРКИ. СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ.

- 3. **Определение усилий.** Статический расчет производят методами строительной механики. Двухшарнирная арка с затяжкой является статически неопределимой системой с 1 неизвестным. При её расчёте задаются сечениями арки и затяжки и определяют неизвестное усилие распора H из уравнения метода сил.

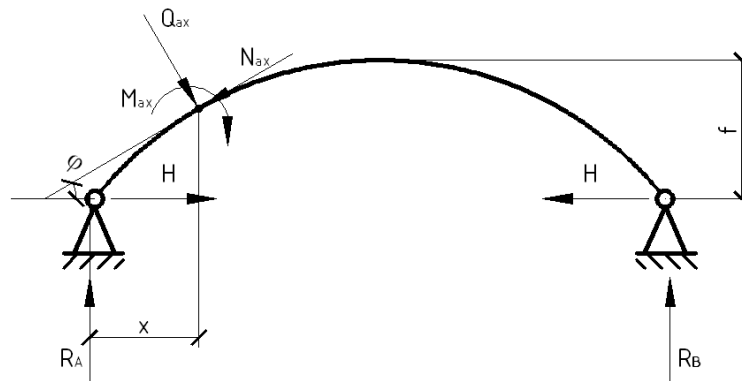


АРКИ. СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ.

- 3. Определение усилий.
- При очертании арки по дуге окружности или квадратной параболы и равномерно распределенной нагрузке:

$$H = 0.9 \cdot \frac{q \cdot l^2}{8 \cdot f} ,$$

где 0,9 – коэффициент, учитывающий упругую податливость затяжки.



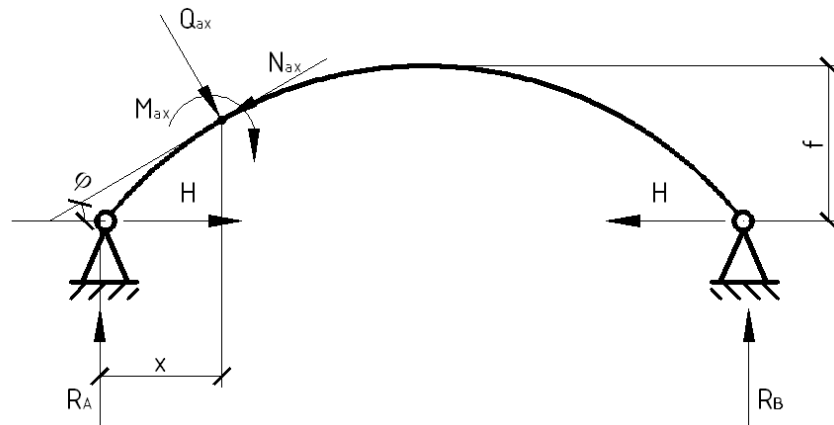
АРКИ. СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ.

- **3. Определение усилий.**
- По распору H в нескольких сечениях арки определяют усилия:

$$M_{ax} = M_x - H \cdot y$$

$$N_{ax} = H \cdot \cos \varphi + Q_x \cdot \sin \varphi$$

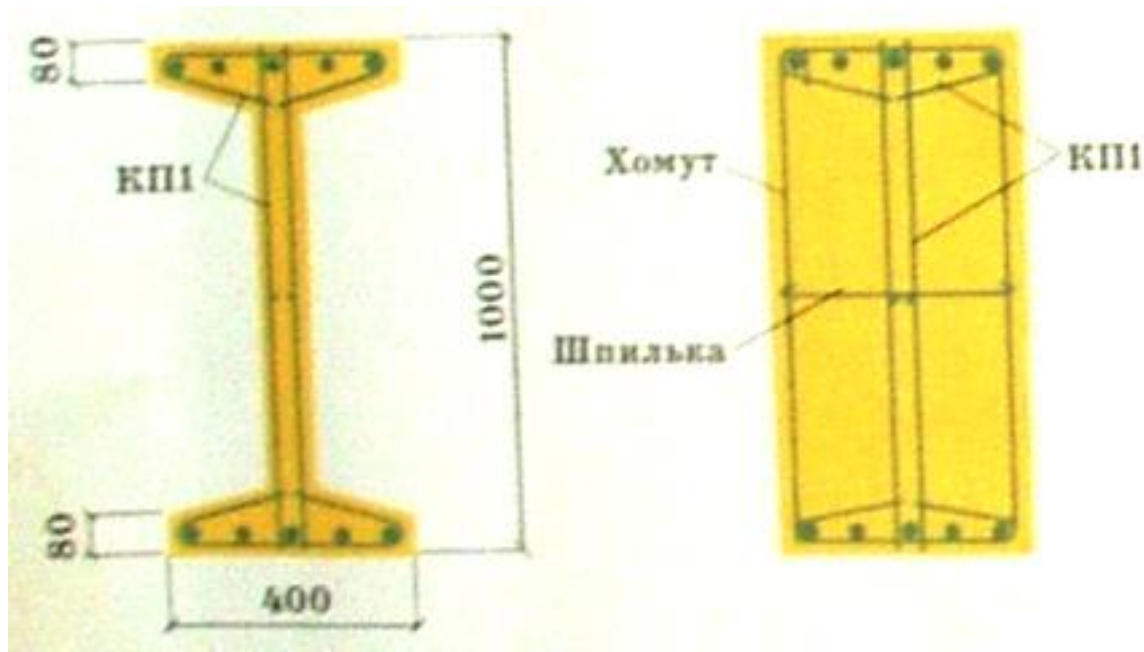
$$Q_{ax} = Q_x \cdot \cos \varphi + H \cdot \sin \varphi$$



- где: M_x , Q_x – усилия в том же сечении простой однопролётной балки;
- φ - угол между касательной к оси балки в рассматриваемом сечении и горизонтальной линией.
- При расчете сечений принимают максимальные усилия от наиболее неблагоприятных сочетаний нагрузок.

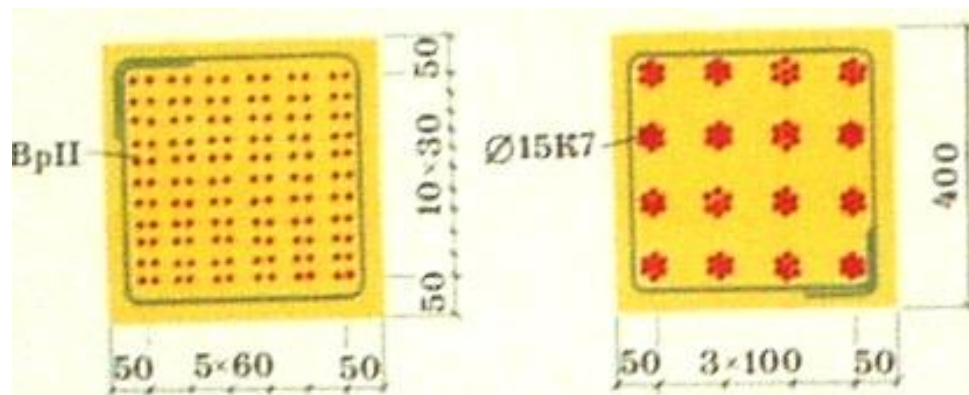
АРКИ. РАСЧЁТ элементов по предельным состояниям.

- 4. Расчёт элементов по несущей способности и эксплуатационной пригодности.
- Подбор продольной арматуры в **арке** проводят из расчета на устойчивость как внецентренно сжатого элемента с расчетной длиной: $0.54 \cdot S$ – для двухшарнирной арки; $0.58 \cdot S$ – для трехшарнирной арки; $0.36 \cdot S$ – для бесшарнирной арки, где S – длина ее дуги.



АРКИ. РАСЧЁТ элементов по предельным состояниям.

- 4. Расчёт элементов по несущей способности и эксплуатационной пригодности.
- Площадь сечения арматуры **затяжки** подбирают как для центрально-растянутого элемента по прочности и трещиностойкости.
- **Расчет по несущей способности**
- $A_p = N / (\gamma_{s3} * f_{p0,1d})$, где $\gamma_s = 1,1$ – подбирается продольная арматура.
- **Расчет по эксплуатационной пригодности**
- Производят расчет по образованию и раскрытию нормальных трещин.



АРКИ. РАСЧЁТ элементов по предельным состояниям.

- 4. Расчёт элементов по несущей способности и эксплуатационной пригодности.
- Площадь сечения арматуры **подвески** подбирают как для центрально-растянутого элемента по прочности и трещиностойкости.
- **Расчет по несущей способности**
- $A_s = N / f_{yd}$ – подбирается продольная арматура.
- **Расчет по эксплуатационной пригодности**
- Производят расчет по образованию и раскрытию нормальных трещин.

