

Тема:

# Предварительно напряженные железобетонные конструкции.



## ЦЕЛЬ:

**ЗНАТЬ СУЩНОСТЬ НАПРЯЖЕННОГО  
ЖЕЛЕЗОБЕТОНА;**

**НАУЧИТЬСЯ РАЗЛИЧАТЬ СПОСОБЫ И  
МЕТОДЫ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ;**

**ПРЕИМУЩЕСТВА НАПРЯЖЕННОГО  
ЖЕЛЕЗОБЕТОНА.**

## Обратимся к истории создания

У истоков концепции напряженного железобетона стояли Эжен Фрейссине (Франция) и Виктор Васильевич Михайлов (Россия). В 1936 году при защите В.В. Михайловым диссертации, посвященной этому методу, два оппонента из трех выступили против. Даже видным ученым в то время трудно было понять, как можно предварительно натянуть арматуру почти до разрыва, а затем нагрузить конструкцию полной расчетной нагрузкой, и она при этом будет работать так, что трещины в растянутом бетоне конструкции не появятся вплоть до исчерпания ее несущей способности.

- Некоторые виды предварительного напряжения по разным соображениям до сих пор находятся под сомнением. Например, в Германии запрещена сегментная сборка железобетонных мостов с помощью натяжения арматуры, и только совсем недавно было разрешено применять в мостовых конструкциях напрягаемую арматуру, расположенную вне сечения.
- В СССР предварительное напряжение применялось весьма широко в промышленном, жилищном, транспортном и специальном строительстве. Преднапряженных конструкций выпускалось более 30 млн. м<sup>3</sup> в год, что существенно больше, чем в какой-либо другой стране. На их долю приходилось более 20% общего объема производства сборного железобетона.

- Шестидесятые годы были отмечены бурным развитием промышленности сборного железобетона, в том числе предварительно-напряженного.

В результате используемый нами в настоящее время СНиП 2.03.01-84 прямо указывает: "При выборе элементов должны предусматриваться преимущественно предварительно напряженные конструкции...".

- В большинстве развитых зарубежных стран из сборного предварительно-напряженного железобетона во все возрастающих объемах изготавливают конструкции перекрытий и покрытий зданий различного назначения, значительную часть изделий, используемых в инженерных сооружениях и в транспортном строительстве; появились производства элементов наружного архитектурного оформления зданий.

В структуре сборных конструкций в США из общего объема производства сборных железобетонных изделий в 26 млн. кубометров преднапряженные конструкции составляют 40%.

- Между тем в мире из преднапряженного монолитного железобетона возводятся промышленные гражданские и жилые здания, плотины и энергетические комплексы, телебашни и многое другое.

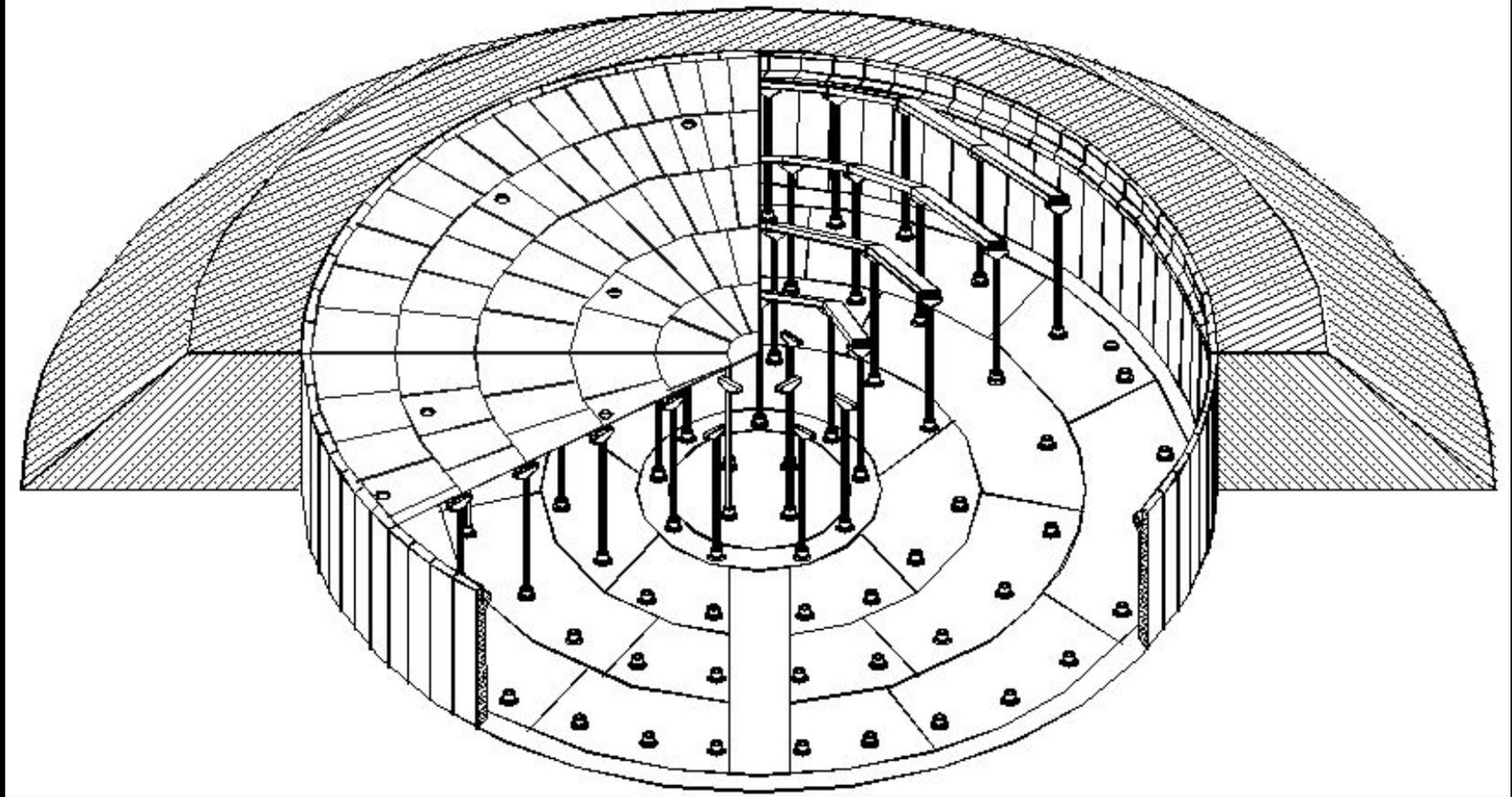
Телебашни из монолитного преднапряженного железобетона выглядят особенно эффектно, став достопримечательностями многих стран и городов.

Телебашня в Торонто является самым высоким в мире отдельно стоящим железобетонным сооружением. Ее высота 555 м.

Поперечное сечение башни в виде трилистника оказалось весьма удачным для размещения напрягаемой арматуры и бетонирования в скользящей опалубке.

Ветровой опрокидывающий момент, на который рассчитана эта башня, составляет почти полмиллиона тоннометров при собственном весе наземной части башни чуть более 60 тыс. т.





- В Японии из монолитного преднапряженного железобетона широко строятся резервуары яйцевидной формы для очистных сооружений. Отдельные сооружения этого типа имеют емкость от 1 до 12 тыс. м<sup>3</sup>.

- Достижения в мостостроении из преднапряженного железобетона имеются и в других странах. В Австралии, в г. Брисбен, построен балочный мост с центральным пролетом 260 м, наибольшим среди мостов этого типа. Вантовый мост "Баррнос де Луна" в Испании имеет пролет 440, "Анасис" в Канаде - 465, мост в Гонконге - 475 м. Арочный мост в Южной Африке имеет наибольший пролет - 272 м. Мировой рекорд для вантовых мостов принадлежит мосту "Нормандия", где пролет 864 м. Немного уступает ему мост "Васко де Гама" в Лиссабоне, построенный к Всемирной выставке ЭКСПО-98. Общая протяженность этого мостового перехода превышает 18 км. Основные его несущие конструкции - пилоны и пролетные строения - выполнены из бетона с прочностью при сжатии более 60 МПа. Гарантированный срок службы моста 120 лет по критерию долговечности бетона (в России же в последнее время большепролетные мосты чаще строятся из стали).



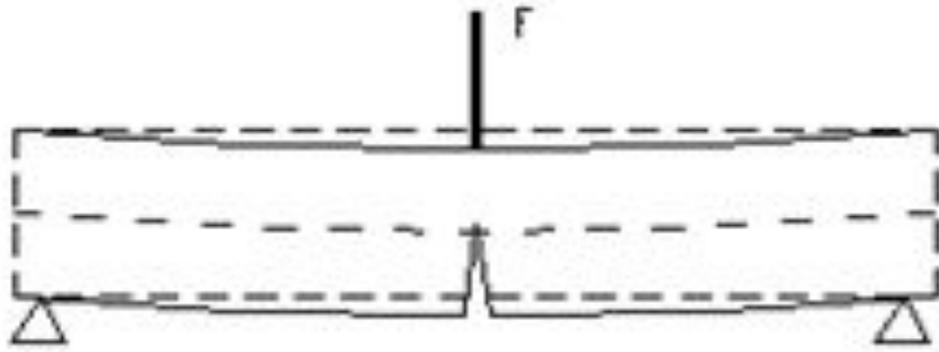
- Ярким примером строительных возможностей преднапряженного железобетона являются морские платформы для добычи нефти. В мире таких грандиозных сооружений возведено более двух десятков.

Построенная в 1995 г. в Норвегии платформа "Тролл" имеет полную высоту 472 м, что в полтора раза выше Эйфелевой башни. Платформа установлена на участке моря с глубиной более 300 м и рассчитана на воздействие ураганного шторма с высотой волны 31,5 м. На ее изготовление было израсходовано 250 тыс. м<sup>3</sup> высокопрочного бетона, 100 тыс. т обычной стали и 11 тыс. т напрягаемой арматурной стали. Расчетный срок службы платформы 70 лет.

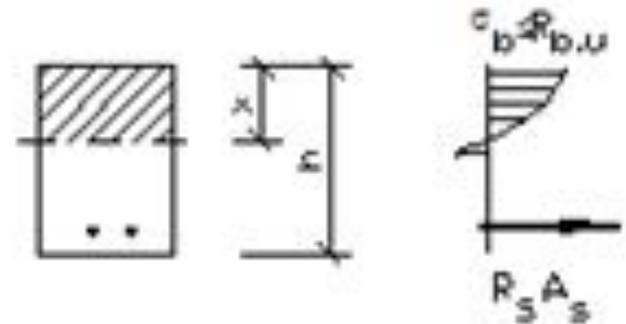
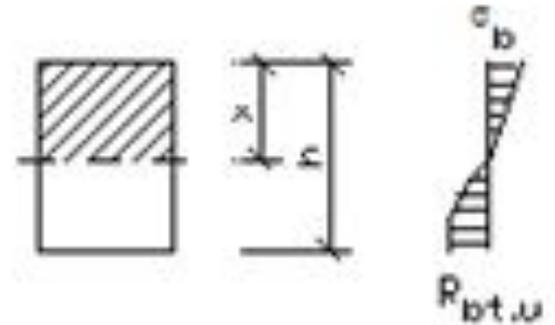
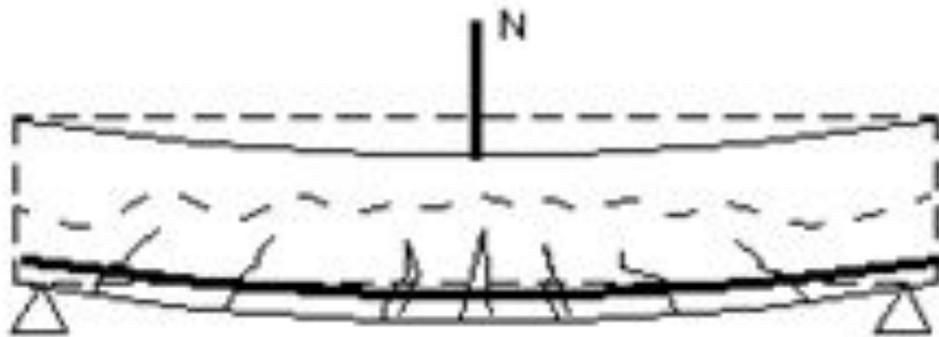
- Сущность предварительного напряжения.

*Под предварительно напряженными понимают железобетонные конструкции, в процессе изготовления которых, искусственно созданы в соответствии с расчетом начальные напряжения растяжения в части или во всей рабочей арматуре и обжатие всего или части бетона.*

# Работа простой балки под нагрузкой

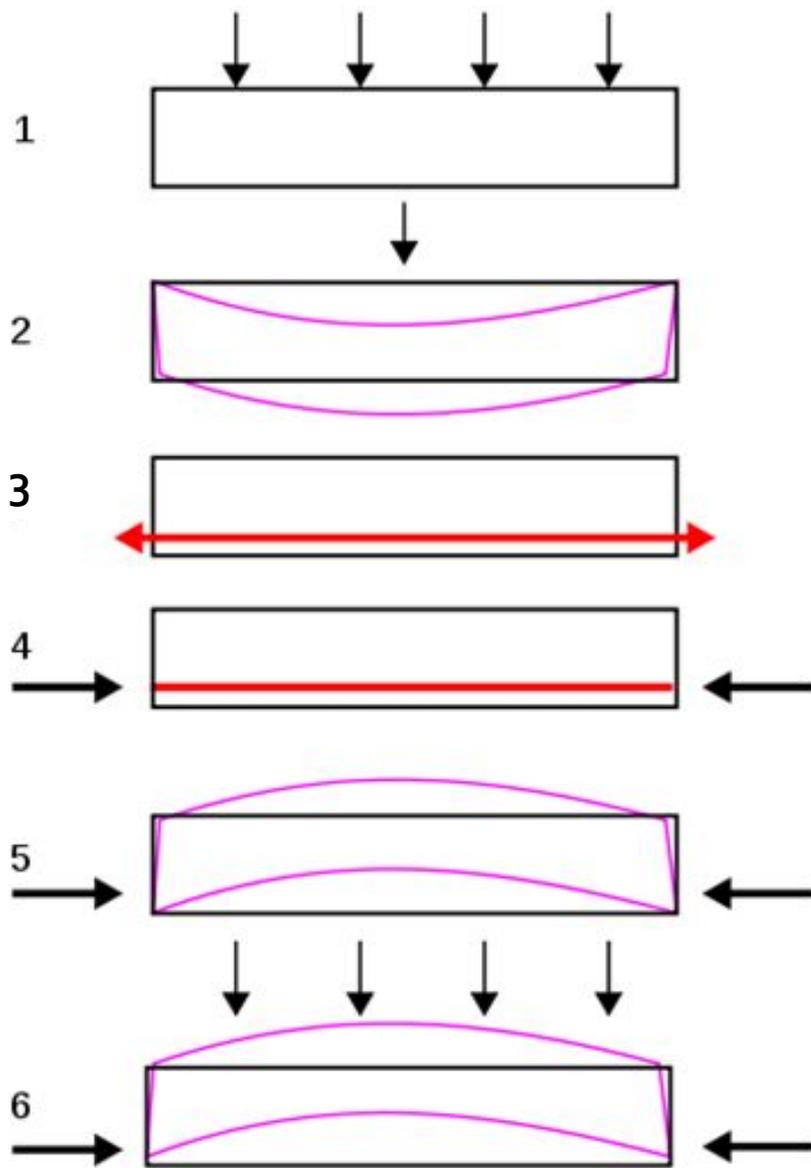


$N \gg F$



Сущность натяжения:

1. под нагрузкой
2. балка изгибается
3. после растяжения арматуру отпускают
4. стержни возвращаются в исходное положение
5. и обжимают элемент до такой степени, что выгибают её в обратную сторону
6. теперь при восприятии нагрузки выгнутая балка просто доходит до своего состояния как на первом рисунке.



- *Обжатие бетона в предварительно напряженных конструкциях на заданную величину осуществляется предварительно натянутой арматурой, стремящейся после отпуска натяжных устройств возвратиться в первоначальное состояние.*

- При этом проскальзывание арматуры в бетоне исключается их взаимным естественным сцеплением, а при недостаточности естественного сцепления - специальной искусственной анкерровкой торцов арматуры в бетоне.





# Анкерные головки



Трещиностойкость предварительно напряженных конструкций в 2...3 раза больше трещиностойкости железобетонных конструкций без предварительного напряжения. Это обусловлено тем, что предварительное обжатие арматурой бетона, значительно превосходит предельную деформацию натяжения бетона.

- Прочность предварительно напряженных конструкций не зависит от величин предварительного напряжения арматуры. Вот почему расчет на прочность любых предварительно напряженных конструкций ничем не отличается от расчета на прочность железобетонных конструкций без предварительного напряжения.

- Все перечисленное позволяет заключить, что природа предварительно напряженных конструкций та же, что и железобетонных конструкций без предварительного напряжения. Создание предварительных напряжений растяжения в арматуре и обжатия бетона до приложения эксплуатационных нагрузок не оказывает значительного влияния на основные физико-механические свойства железобетона.
- •Предварительно напряженные конструкции являются общим видом железобетонных конструкций, а железобетонные конструкции без предварительного напряжения являются всего лишь их частным случаем. При этом необходимо иметь в виду, что предварительное обжатие бетона существенно повышает трещиностойкость наклонных сечений и границу переармирования и заметно может понизить прочность сжатой зоны сечения.

## *Преимущества.*

1. Возможность использовать высокоэкономичную стержневую арматуру повышенной прочности.
2. Большие возможности для конструкций больших размеров.
3. Предварительное напряжение, увеличивающее сопротивление конструкций к образованию трещин, повышает их выносливость на воздействие многократно повторяющейся нагрузки.

- Предварительно напряженные конструкции часто оказываются экономичными для зданий и сооружений с такими пролетами, нагрузками и условиями работы, при которых применение железобетонных конструкций без предварительного напряжения технически невозможно .
- Предварительное напряжение, увеличивающее сопротивление конструкций образованию трещин, повышает их выносливость при работе на воздействие многократно повторяющейся нагрузки.

- Правильно запроектированные предварительно напряженные конструкции безопасны в эксплуатации, так как показывают перед разрушением значительные прогибы, предупреждающие об аварийном состоянии конструкций.
- С возрастанием процента армирования сейсмостойкость предварительно напряженных конструкций во многих случаях повышается. Это объясняется тем, что благодаря применению более прочных и легких материалов сечения предварительно напряженных конструкций в большинстве случаев оказываются меньшими по сравнению с железобетонными конструкциями без предварительного напряжения той же несущей способности, а следовательно, более гибкими и легкими.

## ***Недостатки.***

1. Характеризуются повышенной трудоемкостью проектирования и изготовления. Они требуют большей тщательности в расчете и конструировании.
2. Большие усилия, передаваемые напрягаемой арматурой на бетон конструкции в момент отпуска натяжных устройств, могут привести к полному разрушению ее в процессе обжатия или местному повреждению.

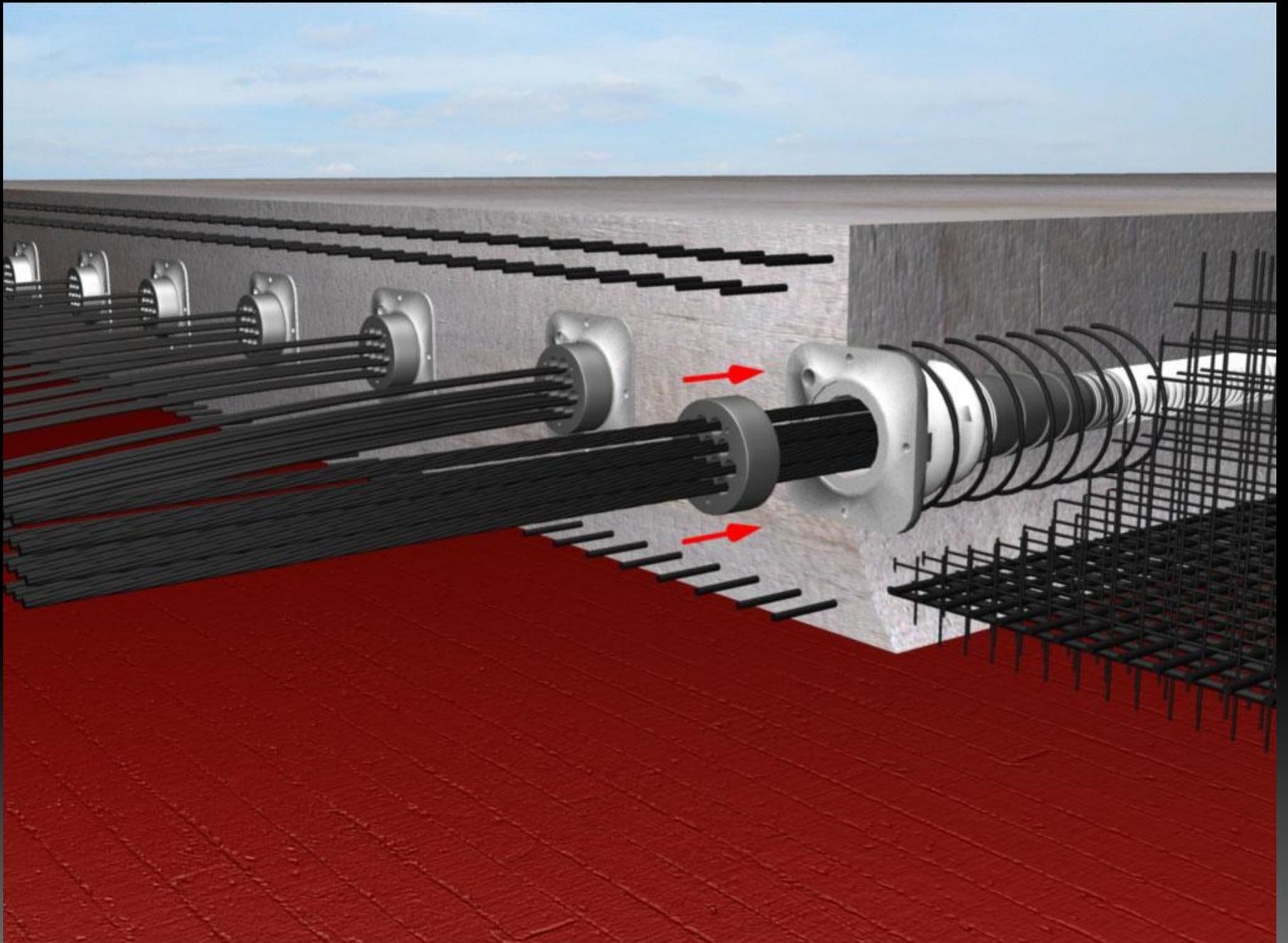
- За счет применения материалов повышенной прочности масса предварительно напряженных конструкций оказывается значительно меньше массы железобетонных конструкций без предварительного напряжения
- Большая тепло- и звукопроводность железобетона требует усложнения конструкции и дополнительного применения прокладок из тепло- и звукоизолирующих материалов.

- Методы натяжения арматуры

Натяжение арматуры может производиться: до укладки бетонной смеси в форму и после затвердения бетона.

Первый метод называется натяжением арматуры на упоры;

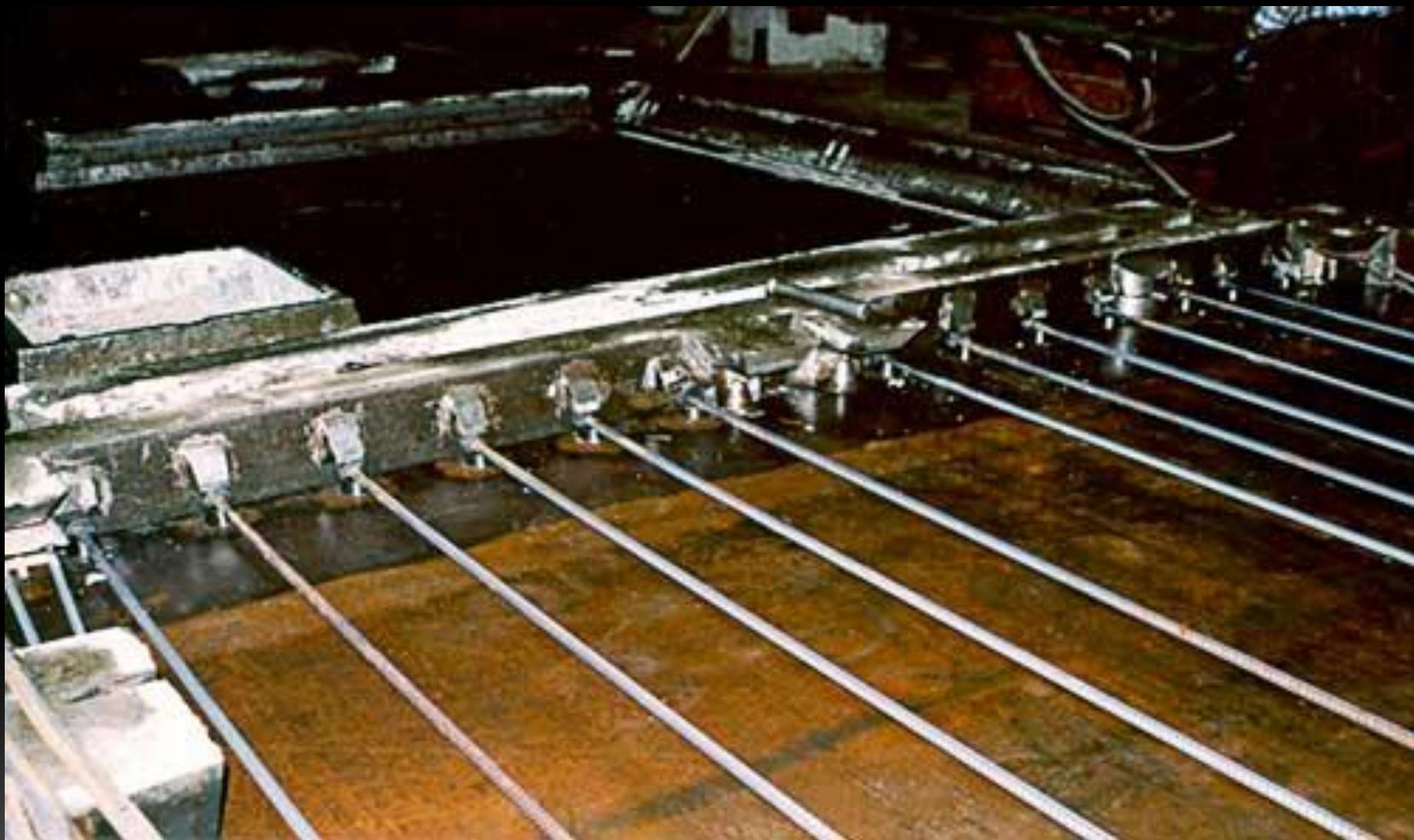
второй — натяжение на бетон конструкции...

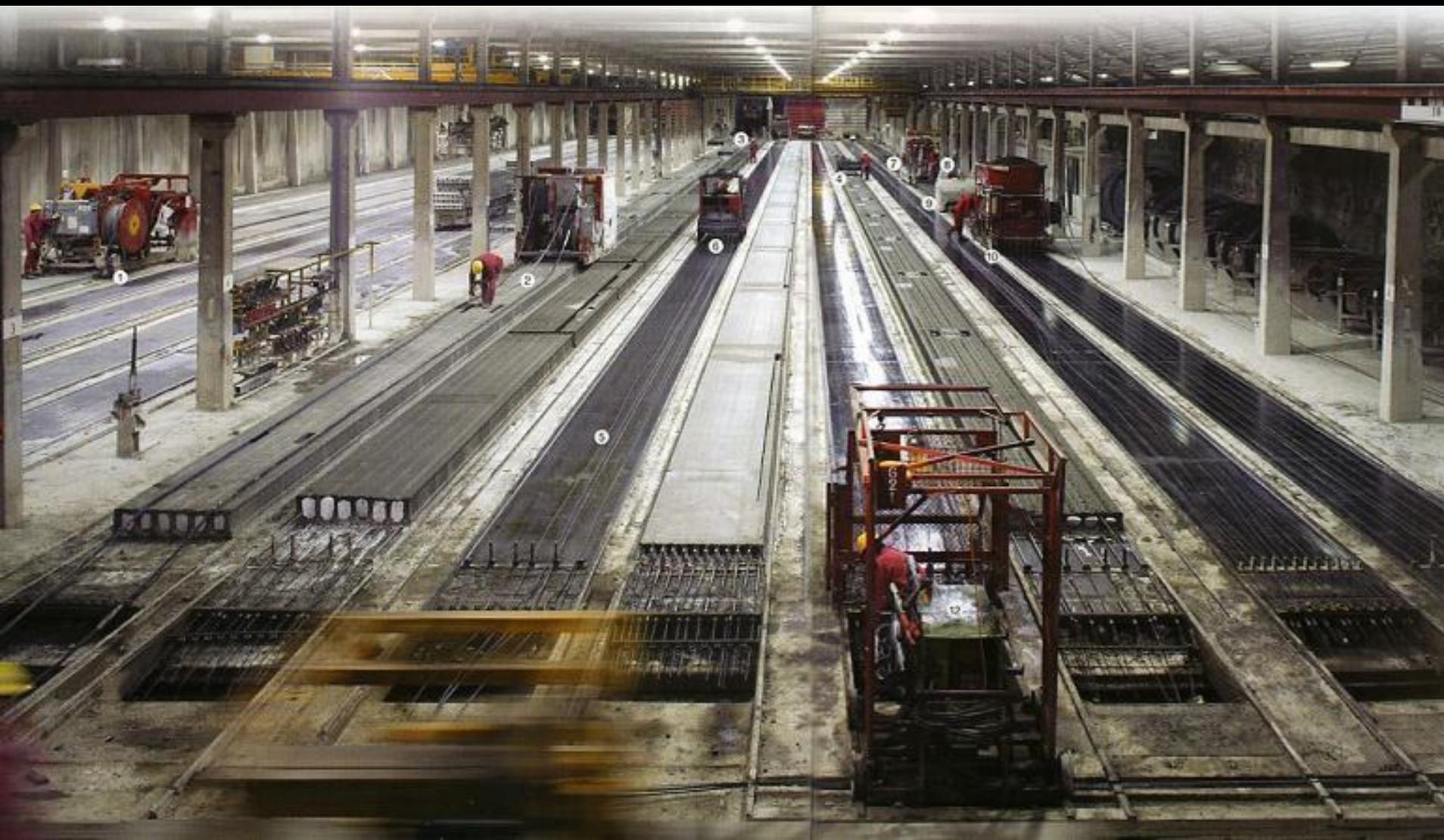


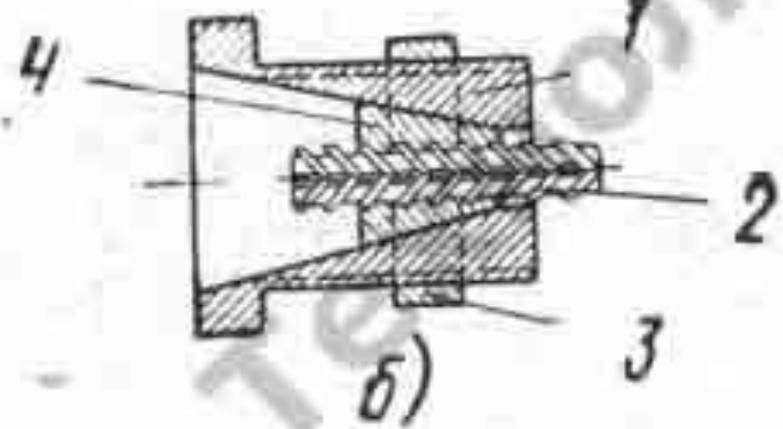
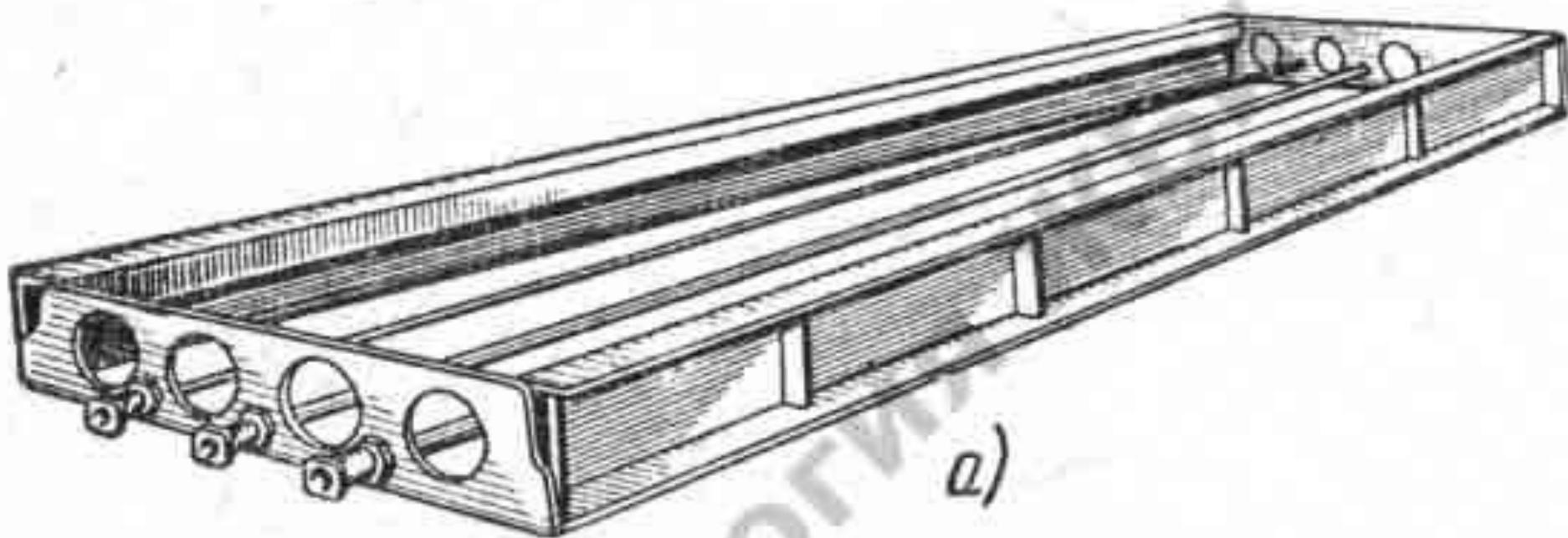


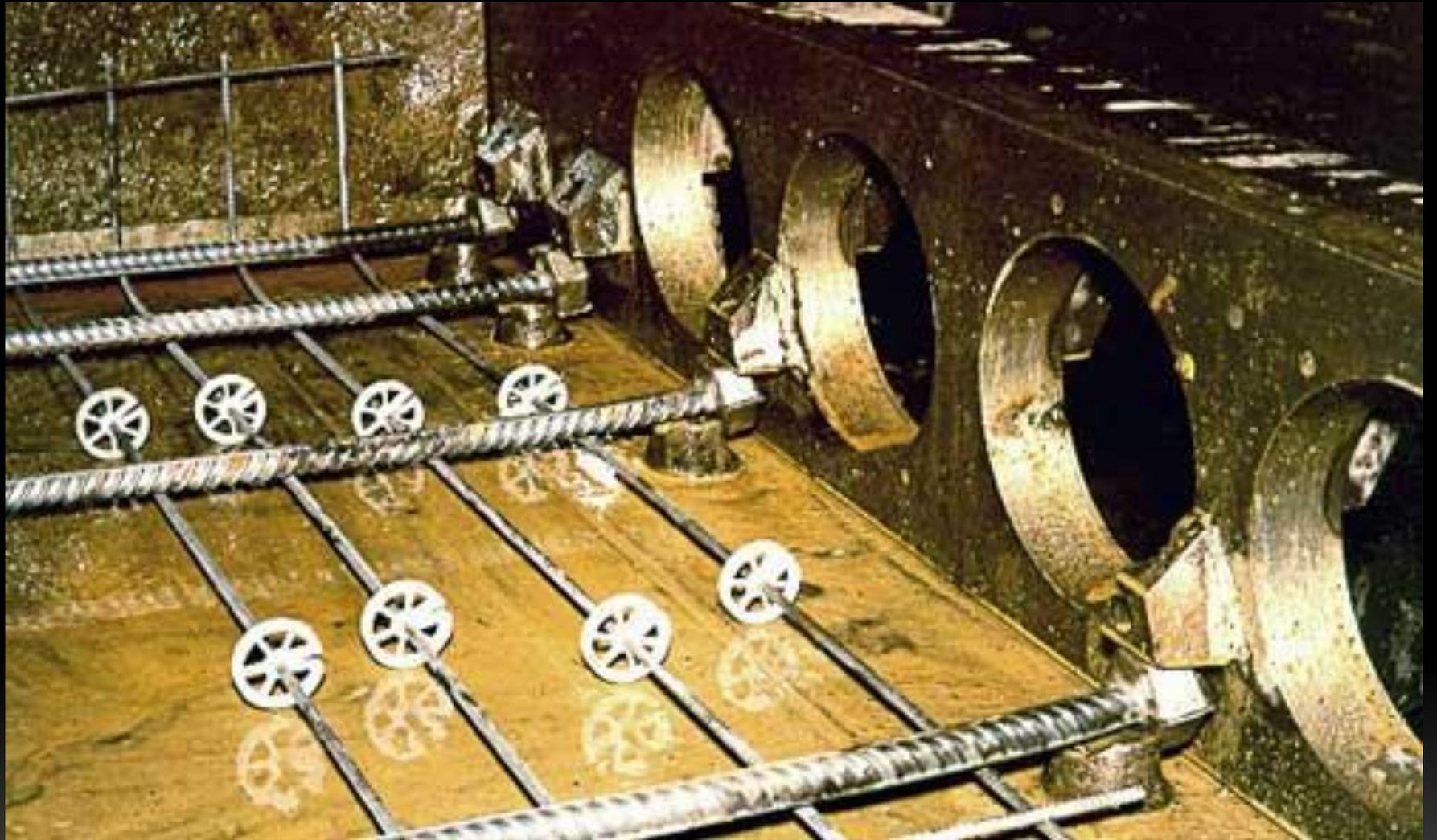












Натяжение арматуры на упоры производят механическим, электротермическим или электротермомеханическим способом, физико-химическим. Для натяжения механическим способом применяют гидравлические и винтовые домкраты, намоточные машины.

**Электротермомеханический** способ натяжения представляет собой сочетание электротермического и механического способов, осуществляемых одновременно.

В предварительно напряженных конструкциях особенно важно обеспечить совместную работу арматуры с бетоном. При **физико-химическом** способе используется свойство бетонов, изготовленных с применением расширяющихся цементов. При расширении бетона в процессе твердения арматура также удлиняется, отчего в ней создается предварительное напряжение. Принцип самонапряжения конструкций является весьма перспективным, так как дает возможность обойтись без сложных приспособлений для натяжения арматуры.

## Потери при натяжении.

- При натяжении арматуры часть напряжения теряется. Потери происходят из-за ряда факторов. Различают *первые потери* и *вторые*. В первые потери входят потери напряжения например, от деформации анкеров, от деформации краев формы и т.д.- они происходят во время производство конструкции. Вторые потери происходят после производства во время хранения, транспортировки и т.д. следует учитывать, что потери составляют около 30% или 100МПа от общего напряжения переданного стержням.

закрепляем материал:

1. Способы натяжения арматуры?
2. Методы натяжения арматуры?
3. Потери напряжения? Как и когда теряется напряжение?
4. Сколько напряжения может потеряться ?
5. Что такое анкер и зачем его используют?
6. Где и когда используют напряженную арматуру?
7. Что определяют при расчете напряженной арматуры?
8. Какую арматуру используют в качестве предварительно напряженной?