

В. Г. ЕГНАЗАРЯН

НАПРЯЖЕНИЕ АРМАТУРЫ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОНАГРЕВА

Основным препятствием, сдерживающим широкое применение в строительную практику напряженно армированных изделий, является сложность процесса натяжения арматуры, требующая наличия на заводах железобетонных изделий специального оборудования.

В настоящей статье рассматривается изготовление предварительно напряженных железобетонных изделий перекрытия методом электронагрева, сущность которого заключается в том, что вместо силового натяжения арматуры используется свойство металла удлиняться при нагревании.

Потребное абсолютное удлинение стержней определяется из выражения:

$$\Delta b = \frac{\sigma \cdot l}{E} + \Delta, \quad (1)$$

где σ — расчетное натяжение в арматуре в кг/м.м²;

E — модуль упругости арматуры ($E = 2 \cdot 10^4$ кг/м.м²);

Δ — дополнительное абсолютное удлинение, необходимое для возможности закрепления арматуры в анкерах.

С другой стороны

$$\Delta b = \alpha \cdot l \cdot t, \quad (2)$$

где α — коэффициент линейного удлинения арматуры;

t — превышение температуры стержня над температурой окружающей среды;

l — нагреваемая длина стержней в м.

Из формул (1) и (2) необходимое превышение температуры стержней может быть определено из выражения:

$$t = \left(\frac{\sigma l}{E} + \Delta \right) \frac{1}{\alpha l}. \quad (3)$$

Допуская, что нагреваемые арматурные стержни являются идеальным телом, можем написать следующее известное уравнение теплового состояния тела при равномерном по времени нагревании:

$$t = t_0 \left(1 - e^{-\frac{T}{\tau}} \right) + t_{\infty} e^{-\frac{T}{\tau}}, \quad (4)$$

где t_0 , t_{∞} — перегревы, т. е. превышение температуры тела в градусах Цельсия над окружающей средой, соответственно через T секунд, вначале и установившееся;

T — постоянная времени в секундах;

e — Непперово число.

В качестве источника питания для нагрева стержней удобно использовать сварочный трансформатор дистанционного управления „ТД—1103“, на силу тока 1000 ампер или, при отсутствии такового, два сварочных трансформатора типа „СТЭ-34“ по 500 ампер, обмотки включенные параллельно для повышения силы тока до 1000 ампер.

При принятом источнике питания арматурные стержни прогреваются до сравнительно невысоких температур, поэтому теплообмен между стержнями и воздухом главным образом будет происходить путем конвекции.

Исходя из этого, величину t_0 можно определить из следующего выражения

$$t_0 = \frac{I^2 \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot \pi}, \quad (5)$$

где I — сила тока, а;

λ — удельное сопротивление материала стержней, в омах м/м²;

S — поперечное сечение стержня в см^2 ;

λ — коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт}/^\circ\text{C см}^2$;

$S_{\text{в}}$ — поверхность охлаждения стержней, см^2 ;

Величина T может быть определена из выражения:

$$T = \frac{C}{\lambda \cdot S_{\text{в}}} \quad (6)$$

где C — теплоемкость тела, т. е. количество тепла в больших калориях, необходимое для изменения температуры тела на 1°C .

Подставляя в выражение (4) значения t из выражения (3), значение $t_{\text{в}}$ из выражения (5) и значение T из выражения (6), получим необходимую продолжительность нагрева стержней.

Электрическая схема установки для случая использования двух сварочных трансформаторов „СТЭ“—31 применительно к панели междуэтажных перекрытий с предварительно напряженной арматурой [1] (рис. 1) показана на рис. 2. Для возможности использования установки для прогрева стержней различных диаметров и длины

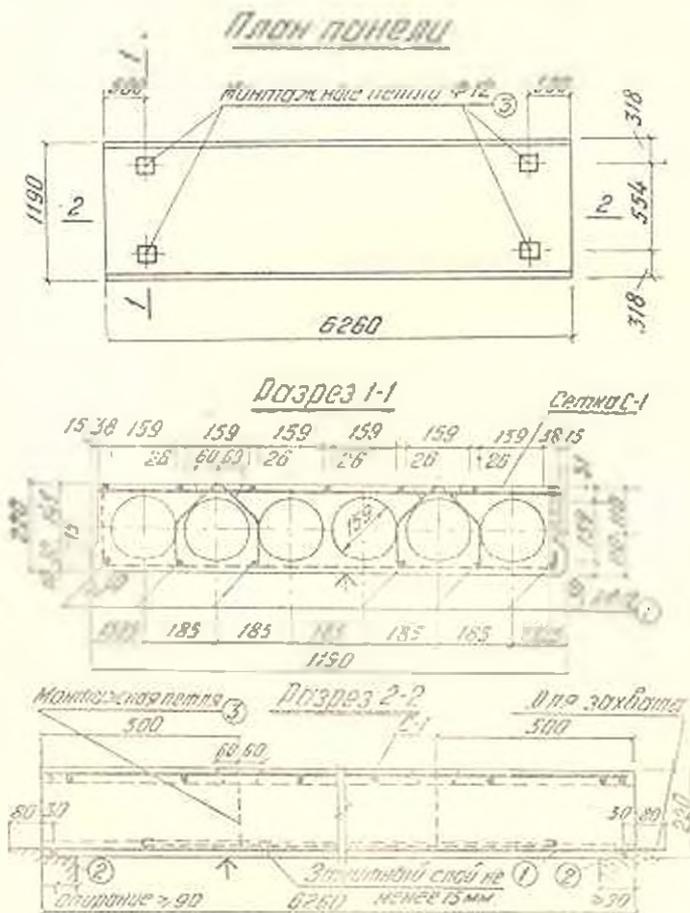


Рис. 1. Конструкция междуэтажного железобетонного перекрытия с предварительно напряженной арматурой.

в схеме предусмотрена установка дросселей трансформаторов. Дроссели включаются параллельно между собой и последовательно с разогреваемыми стержнями.

Включение установки (после замыкания рубильника) осуществляется посред-

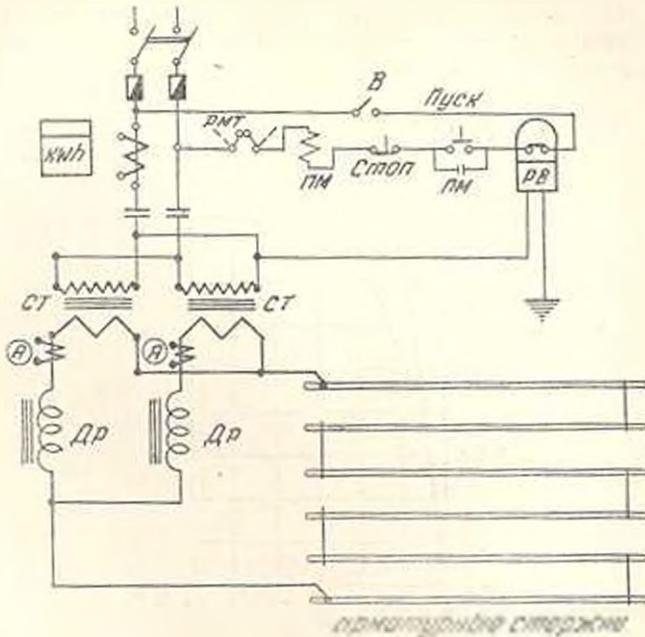


Рис. 2. СТ—спарочные трансформаторы СТЭ—34; Др—дросели на 700а; РВ—реле времени на 3 мин.

ством выключателя *B* и кнопки „пуск“, которые замыкают цепь катушки магнитного пускателя ПМ. Продолжительность нагрева стержней определяется установкой реле времени РВ. Возможно отключение осуществлять в функции от удлинения стержней путем установки взамен реле времени конечного выключателя.

Для возможности анкерки стержней в форме их концы следует осадить на чашечкостыковом аппарате (рис. 3) или же к их концам приварить упорные корытчики из обрезков арматуры длиной 55—60 мм или же кольца из полового железа 25×5 мм.

В заключение следует указать, что при данном методе отпуск (закалка) холодотянутой проволоки при температуре 150—400° существенно увеличивает предел текучести, прочности и выносливости стали, а также обеспечивает большое удлинение при разрыве [2]. На рис. 4 приведена диаграмма растяжения арматурного стержня периодического профиля Φ 16 мм из стали СТ-5 [3]. Отсюда видно, что упрочненный стержень после электронагрева до 300—350 в течение 60 секунд приобретает больший предел текучести и прочности, чем такой же упрочненный стержень, не подвергнутый электронагреву.

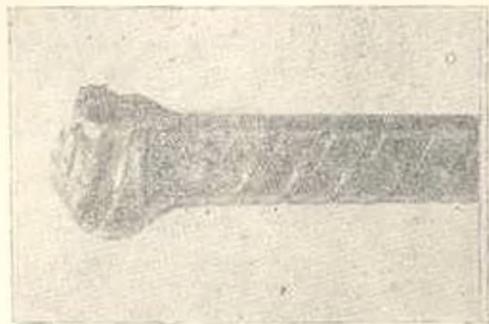


Рис. 3. Осаженный конец арматуры периодического профиля.

Поэтому можно с уверенностью утверждать, что углеродистая сталь марки СТ—5, подвергнутая упрочнению из протяжном стане после кратковременного нагрева ее до температуры 200—250°С не ухудшит, а улучшит свойства. Отсюда

следует, что характеристики и показатели панели при изгибении ее арматуры методом электронагрева должны быть значительно лучше, чем при натяжении арматуры обычными натяжными устройствами.

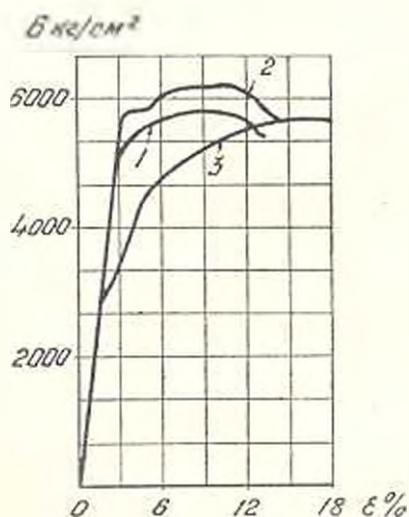


Рис. 4. 1) стержень, упрочненный вытяжкой на стенде на 50%; 2) тот же упрочненный стержень при натяжении после электронагрева до 300—350° в течение 50 сек; 3) тот же стержень до упрочнения.

По рекомендуемому способу на заводе сборных железобетонных конструкций Министерства строительства Армянской ССР производится изготовление пробной партии напряженно-армированных панелей перекрытия.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Альбом индустриальных строительных изделий. Центральный военпроект. Дополнение № 2 к серии XII-Б, железобетонные изделия, М., 1956.
- 2 Леонгардт Ф. Напряженно-армированный железобетон, М., 1957.
- 3 Рискинд Б. Я. Натяжение арматуры электронагревом из опыта треста «Челябметаллургстрой», М., 1958.