

НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

# РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ТЕХНОЛОГИИ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ  
ЗАГОТОВКИ И НАТЯЖЕНИЯ  
ВЫСОКОПРОЧНОЙ  
СТЕРЖНЕВОЙ АРМАТУРЫ  
ПУСТОТНЫХ НАСТИЛОВ

МОСКВА-1984

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени  
научно-исследовательский институт  
бетона и железобетона  
(НИИЖБ)

РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ТЕХНОЛОГИИ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ  
ЗАГОТОВКИ И НАТЯЖЕНИЯ  
ВЫСОКОПРОЧНОЙ  
СТЕРЖНЕВОЙ АРМАТУРЫ  
ПУСТОТЫХ НАСТИЛОВ

Утверждены  
директором НИИЖБ  
1 июня 1984 г.

Москва 1984

УДК 666.97.033.4:691.87

Печатается по решению секции заводской технологии НТС НИИЖБ  
Госстроя СССР от 19 марта 1984 г.

Рекомендации по технологии автоматизированной заготовки и натяжения высокопрочной стержневой арматуры пустотных настилов. М., НИИЖБ Госстроя СССР, 1984, с.32.

Приведены основные положения по технологии автоматизированной заготовки и натяжения высокопрочной стержневой арматурной стали при изготовлении преднапряженных плит пустотных настилов с применением линий типа ДМ-2. Содержатся требования к арматурным сталям, временным концевым анкерам, оборудованию и технологическим процессам.

Предназначены для инженерно-технических работников предприятий стройиндустрии, внедряющих автоматизированные линии типа ДМ-2.

Ил.19, табл.3, список лит.: 11 назв.



Ордена Трудового Красного Знамени  
научно-исследовательский институт  
бетона и железобетона Госстроя СССР,  
1984

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие Рекомендации распространяются на технологию автоматизированной заготовки и натяжения высокопрочной стержневой арматурной стали пустотных настилов, включающую следующие операции: ориентацию и фиксацию форм, измерение расстояния между опорными поверхностями упоров на формах, перемещения форм, мерную резку стержней, высадку анкерных головок, контактный электронагрев, совмещенный с продольным растяжением стержней, принудительную укладку стержней в упоры форм.

Рекомендации разработаны на основе результатов исследований, проведенных НИИЖБ Госстроя СССР совместно с ПО "Прикарпатжелезобетон" на линиях ДМ-2 в Ивано-Франковске и Рязани, а также с учетом указаний "Руководства по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций" (М., 1975).

Рекомендации разработаны НИИЖБ Госстроя СССР (д-р техн. н а у к С.А.Мадатян, инженеры А.А.Мартынов, Я.С.Израилов, В.И.Петина, Г.И.Можарова) совместно с ПО "Прикарпатжелезобетон" (инж. В.Д.Досюк).

Все замечания и предложения по содержанию Рекомендаций просим направлять в НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6.

Дирекция НИИЖБ

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящими Рекомендациями следует пользоваться при изготовлении пустотных настилов и других плитных предварительно напряженных железобетонных изделий, армированных высокопрочной стержневой арматурной сталью классов Ат-V, Ат-VI и А-V, заготовка и натяжение которых на упоры форм осуществляется автоматизированными линиями типа ДМ-2 (рис.1).

1.2. Изготовление предварительно напряженных железобетонных многпустотных панелей перекрытий длиной 5680-6280 мм следует производить по рабочим чертежам, разработанным ЦНИИЭП жилища и НИИЖБ для автоматизированной заготовки и натяжения арматуры по данной технологии с учетом экономии арматурной стали за счет использования эффектов преднапряжения арматуры.

Примечание. Для изделий шириной 990, 1190 и 1490 мм экспериментально-типовой проект имеет шифр Э-756.

1.3. Рекомендации распространяются на технологические режимы и оборудование для выполнения на автоматизированных линиях следующих операций:

- поштучного отбора стержней из пачки (пакета);
- ориентации и фиксации форм;
- измерения расстояния между опорными поверхностями упоров на формах;
- перемещения форм;
- мерной резки стержней;
- высадки анкерных головок;
- контактного электронагрева, совмещенного с продольным растяжением стержней;
- принудительной укладки стержней в упоры форм.

1.4. Применение линий типа ДМ-2 в зависимости от используемых средств транспортирования форм или поддонов (цепной конвейер, транспортная тележка и др.) или перемещение самой линии может быть осуществлено при агрегатно-поточной, полуконвейерной или конвейерной технологических схемах изготовления предварительно напряженных железобетонных изделий.

1.5. Контролируемая величина предварительного напряжения уста - навливается проектом. Ее предельное значение определяется совместной работой бетона и арматуры, температурой электронагрева, прочностью анкерных головок и принимается для сталей классов Ат-V, Ат-VI

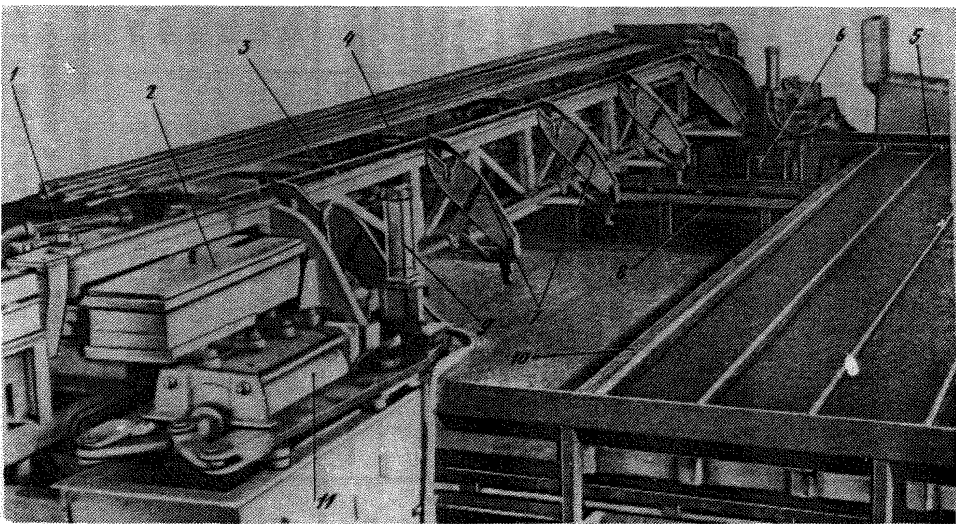


Рис.1. Автоматизированная линия для заготовки и натяжения стержней арматуры ДМ-2

I - отсекатель; 2 - механизм мерной резки; 3 - механизм захвата стержня; 4 - бункер питателя; 5 - упор поддона; 6 - фиксаторы; 7 - рычаги; 8 - цеп - ной конвейер линии; 9 - механизм принудительной укладки стержня; 10 - форма; II - механизм высадки

и А-У при проектной марке бетона М200 не более 600 МПа, при марке бетона М250 - не более 700 МПа и при марке бетона М300 и выше - не более 800 МПа.

1.6. Автоматизированные линии ДМ-2 должны отвечать требованиям ТУ 65.17 КТВ-7-83 Минпромстроя СССР.

## 2. АРМАТУРНАЯ СТАЛЬ

2.1. Рабочая напрягаемая арматура железобетонных изделий должна состоять из стержней мерной длины одного класса прочности, одного диаметра и иметь одинаковую длину.

2.2. В качестве напрягаемой арматуры рекомендуется использовать стержни мерной длины диаметром 10–14 мм из стали классов Ат–У и Ат–УІ марок 20ГС, 20ГС2, 10ГС2, 08Г2С, 22С и 20ХГ2Т по ГОСТ 10884–81 и класса А–У марки 23ХГ2Т по ГОСТ 5781–82. Стержни из стали класса А–У могут предварительно соединяться контактной стыковой сваркой. Прочность сварных соединений должна соответствовать ГОСТ 10922–75.

2.3. Допускается применение стержней мерной длины диаметром 10–14 мм из стали класса А–ІУ марок 20ХГ2Т и 20ХГ2Ц и класса А–УІ по ГОСТ 5781–82, класса Ат–ІУС марок 25Г2С и 28С и класса Ат–ІУК марки 10ГС2 по ГОСТ 10884–81, а также упрочненной на установках ЭТУ стали классов Ат–У, Ат–ІУ при соблюдении требований п.І.І 5. ГОСТ 5781–82 к кривизне арматурных стержней. Основные характеристики механических свойств напрягаемой стержневой арматуры диаметром 10–14 мм приведены в табл.І.

Таблица І

Класс стали	ГОСТ	Модуль упругости $E \cdot 10^{-5}$ нач, МПа	Условный предел текучести $\sigma_{0,2}$	Временное сопротивление $\sigma_r$	Относительное удлинение		Угол изгиба в холодном состоянии вокруг оправки диаметром $5d$
					$\delta_5$	$\delta_r$	
					МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )		
не менее							
А–ІУ	5781–82	1,9	590(60)	885(90)	6	2	45°
Ат–ІУС	10884–81	1,9	590(60)	835(85)	10	2	45°
Ат–ІУК	10884–81	1,9	590(60)	785(80)	10	2	45°
А–У	5781–82	1,9	785(80)	1050(105)	7	2	45°
Ат–У	10884–81	1,9	785(80)	980(100)	8	2	45°
Ат–УІ	10884–81	1,9	980(100)	1230(125)	7	2	45°

2.4. Приемку арматурной стали следует производить партиями с обязательным контролем механических свойств стали в состоянии поставки и после контактного электронагрева в соответствии с требованиями ГОСТ 10884–81 и ГОСТ 5781–82.

2.5. Вне зависимости от сертификатных данных от каждой партии стали одной плавки и одного диаметра массой не более 65 т необходимо испытать на растяжение в соответствии с требованиями ГОСТ 12004-81 два образца стали в состоянии поставки и после электронагрева с подтяжкой. Образцы берутся от разных стержней и пачек стали.

Механические свойства стали в состоянии поставки должны быть не ниже браковочных значений, указанных в соответствующих ГОСТ (см. пп. 2.2 и 2.3), а механические свойства после электронагрева должны отвечать следующим требованиям:

условный предел текучести  $\sigma_{0,2}$  стали должен быть не менее, чем на 40 МПа выше браковочных значений для исходной стали и не ниже  $\sigma_{0,2}$  стали данной партии до нагрева;

временное сопротивление  $\sigma_b$  должно быть не ниже браковочных величин для исходной стали (см. табл. I) и не ниже, чем 0,95  $\sigma_b$  стали данной партии до нагрева.

2.6. В случае, если после контактного электронагрева с подтяжкой механические свойства стали не отвечают требованиям п.2.5, необходимо произвести переналадку устройства для нагрева с целью обеспечения оптимальных режимов нагрева (см. п.8.5 настоящих Рекомендаций).

2.7. Расчетные и нормативные сопротивления арматурной стали, классов и марок перечисленных в пп. 2.2 и 2.3, принимаются в зависимости от величины контролируемого предварительного напряжения и вида железобетонного изделия в соответствии с рекомендациями по расчету железобетонных элементов по нормальным сечениям с учетом эффекта преднапряжения арматуры и требованиями главы СНиП П-21-75.

### 3. ФОРМЫ

3.1. Формы должны изготавливаться в соответствии с требованиями ГОСТ 18886-73 и пп. 3.1-3.25 "Руководства по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций" (М., 1975) Дополнительные требования, связанные с применением автоматизированной технологии и натяжения, приведены в пп. 3.2-3.6 настоящих Рекомендаций.

3.2. Автоматизированные линии типа ДМ-2 предназначены для натяжения арматуры на поддонах или формах, имеющих съемную бортовую часть, которая не используется в период заготовки и натяжения арматуры (рис.2).



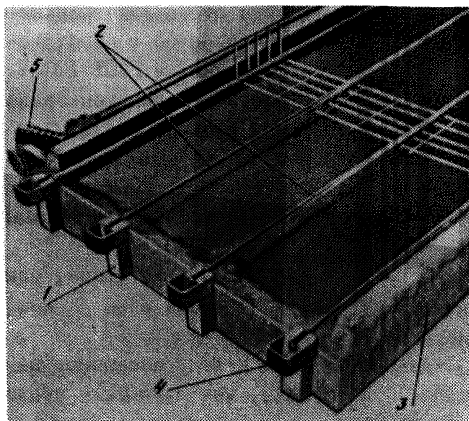


Рис.2. Фрагмент поддона формы со съемной бортосна-  
сткой

1 - упор; 2 - напряжен-  
ная арматура; 3 - поддон ;  
4 - защитный козырек; 5 -  
цепной конвейер линии ДМ-2

3.3. Допускается применение форм с откидными бортами. В этом случае горизонтальные механизмы фиксации форм и измерения расстояния между упорами (рис.3) следует заменять вертикальными (рис.4).

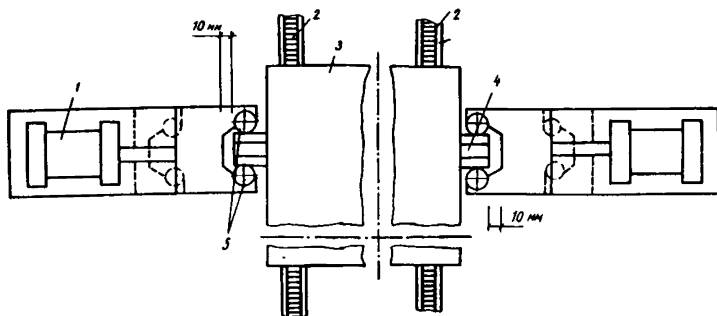


Рис.3. Горизонтальная фиксация форм

1 - пневмоцилиндр фиксатора; 2 - транспортер;  
3 - поддон; 4 - упор поддона; 5 - ролики фиксатора

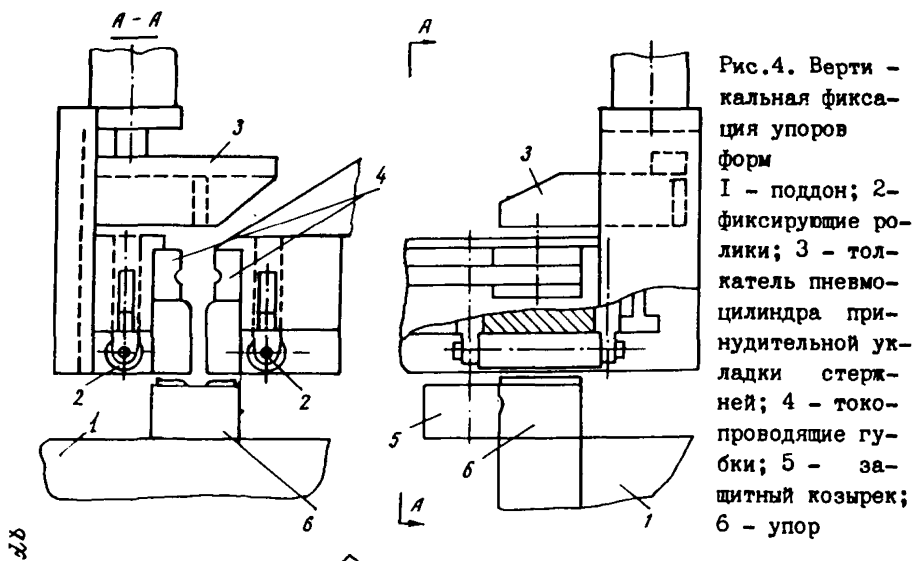


Рис.4. Вертикальная фиксация упоров форм  
 1 - поддон; 2 - фиксирующие ролики; 3 - толкатель пневмоцилиндра принудительной укладки стержней; 4 - токопроводящие губки; 5 - защитный козырек; 6 - упор

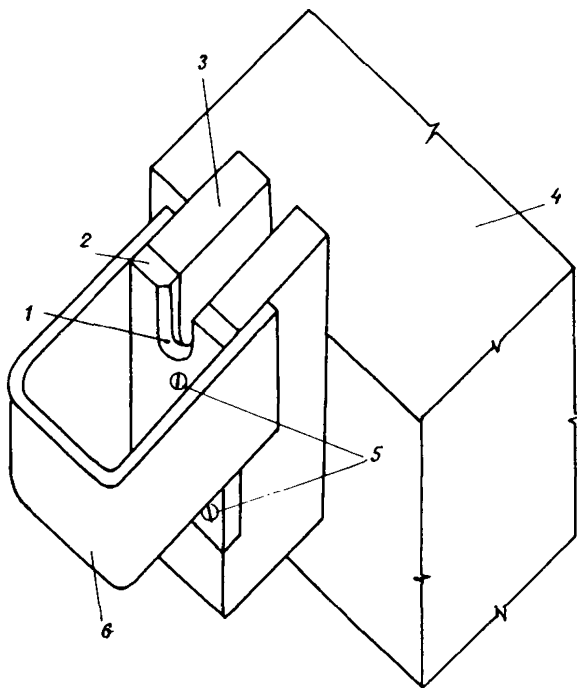


Рис.5. Вилочный упор поддона  
 1 - фаска; 2 - опорная пластина; 3 - упор; 4 - поддон; 5 - винт; 6 - защитный козырек

3.4. Упоры на поддонах должны быть вилочного типа (рис.5) со съемными пластинами из конструкционной стали 45 по ГОСТ 1050-74 с закалкой до твердости НРС = 45-50.

3.5. Опорные пластины следует выполнять для арматурной стали каждого диаметра размерами, указанными в табл.2 и на рис.6.

3.6. Упоры на поддонах оборудуют защитными козырьками (рис.5).

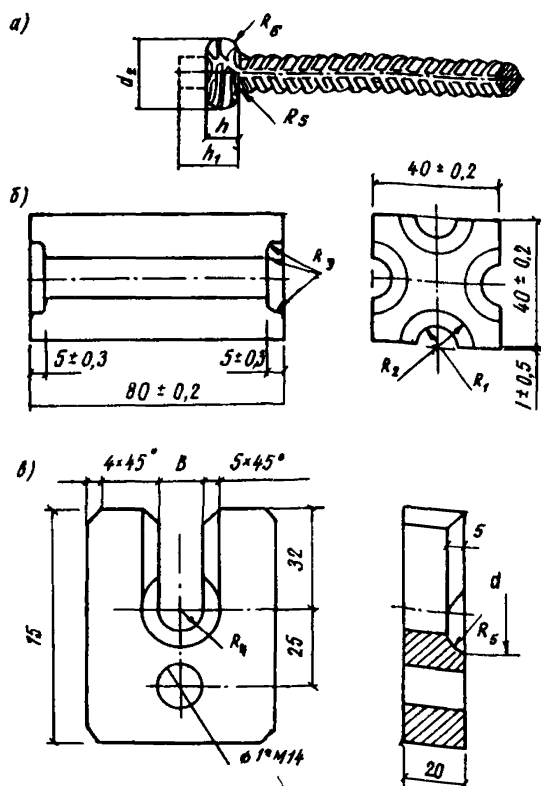


Рис.6. Анкерная головка, губка и накладная пластина

а - анкерная головка; б - губка; в - накладная пластина

Таблица 2. Размеры анкерных головок, опорных пластин на упорах форм и губок механизма высадки

$d_n$	$d_i$ , по ГОСТ 5781-75	Размеры, мм									
		губка			опорная пластина				анкерная головка		
		$R_1$	$R_2$	$R_3$	$d_i$	$B$	$R$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	$d_k$
10	11,9	$\frac{d_i}{2}$	$\frac{2d_n+1}{2}$	2	$2d_n+1$	12	2	6	2	2	$1,8d_n+2$
12	13,8	$\frac{d_i}{2}$	$\frac{2d_n+2}{2}$	2	$2d_n+2$	14	2	7	2	2	$1,8d_n+2$
14	16,5	$\frac{d_i}{2}$	$\frac{2d_n+3}{2}$	3	$2d_n+3$	17	3	8,9	3	3	$1,8d_n+2$

Примечание. Обозначения см. рис.6.

#### 4. ОРИЕНТАЦИЯ И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПОДДОНОВ

4.1. Формы или поддоны подаются на линию заготовки и натяжения арматуры после обрезки напрягаемой арматуры, снятия готовых изделий, чистки и смазки форм.

Примечание. Допускается производить смазку форм в процессе их перемещения на транспортном устройстве линии ДМ-2.

4.2. В качестве транспортных средств линий типа ДМ-2 рекомендуется применять:

при агрегатно-поточной технологии - цепной конвейер, снабженный механизмом ориентации (рис.7). Длина конвейера устанавливается в зависимости от условий привязки линии к технологическому потоку цеха, но должна быть не менее ширины 4 форм;

при конвейерной и полуконвейерной технологиях - цепной конвейер, снабженный механизмом передачи (рис.8) и ориентации форм, транспортную тележку или передаточную платформу.

Примечание. При привязке линий типа ДМ-2 к существующим конвейерным линиям рекомендуется перемещение самой линии ДМ-2 в направлении поперечном относительно положения формы на конвейере.

4.3. При стационарном расположении линии ДМ-2 и конвейерной или полуконвейерной технологиях передача нагретых стержней в упоры форм с помощью автоматических манипуляторов или роботов допускается при условии:

автоматического измерения расстояния между упорами формы;

продолжительности транспортирования и укладки одного стержня в упоры не более 20 с.

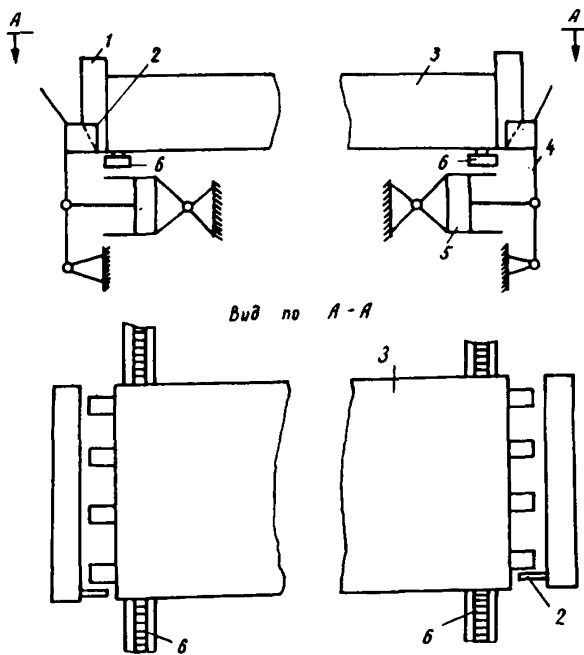


Рис.7. Схема ориентации поддонов при агрегатно-поточной технологии

1 - упор; 2 - упорная пластина; 3 - поддон;  
4 - рычаг; 5 - пневмоцилиндр; 6 - транспортер

4.4. Предельные отклонения от проектного положения  $\phi$  о р м на транспортном устройстве в продольном и поперечном направлениях в месте их фиксации не должны превышать  $\pm 10$  мм. Для обеспечения требуемого положения формы на линии ДМ-2 производится их ориентация специальными устройствами.

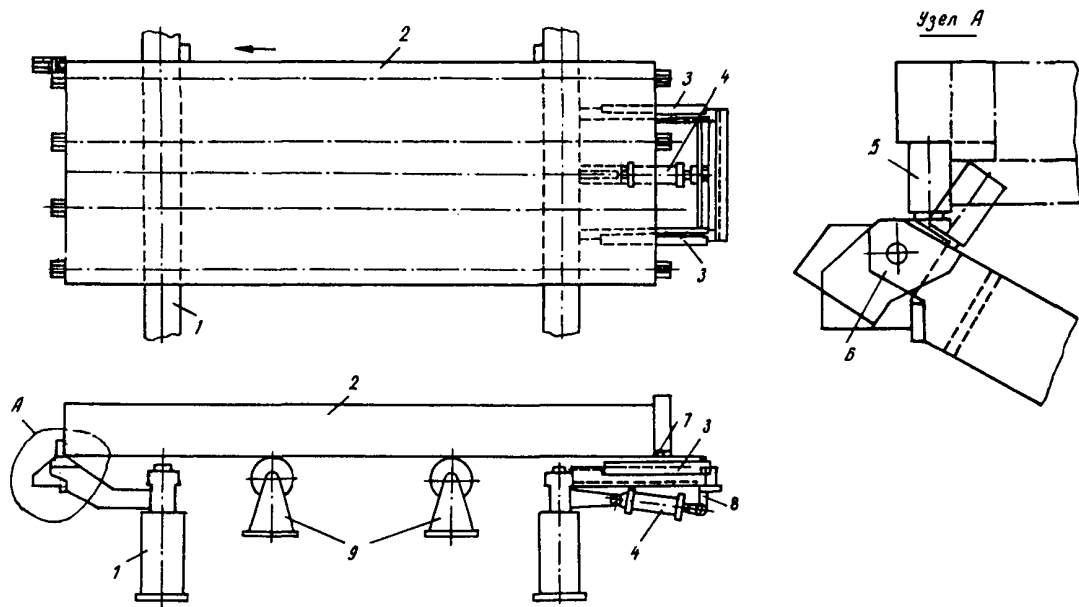


Рис.8. Схема механизма ориентации при переходе поддонов с конвейера чистки и смазки на конвейер линии ДМ-2

1 - цепной конвейер линии ДМ-2; 2 - поддон; 3 - направляющие; 4 - пневмоцилиндр; 5 - упорный элемент; 6 - шарнир; 7 - удерживающий элемент ; 8 - рычаг; 9 - подъемная тележка

4.5. Ориентация форм при агрегатно-поточной технологической схеме, с подачей их краном на транспортер линии ДМ-2, производится в следующей последовательности:

поддон опускается краном на транспортер линии ДМ-2 между рамами механизма ориентации (рис.7);

рамы механизма ориентации поддонов с помощью привода устанавливаются в вертикальное положение (рис.7);

транспортер линии ДМ-2 включается и форма перемещается в механизме ориентации до остановки поддона правой и левой упорными пластинами рам механизма ориентации (при работающем транспортере);

транспортер линии ДМ-2 останавливается, рамы механизма ориентации возвращаются в исходное положение.

4.6. Ориентацию форм при полуконвейерной технологической схеме, с подачей их на приемный стол транспортера линии ДМ-2 конвейером, рекомендуется осуществлять в следующей последовательности (рис. 8, 9):

приемный стол транспортера линии ДМ-2 с помощью пневмоцилиндров поднимается до уровня конвейера подготовки форм;

форма конвейером подготовки передвигается на приемный стол транспортера линии ДМ-2 до упора в толкатель (рис.9);

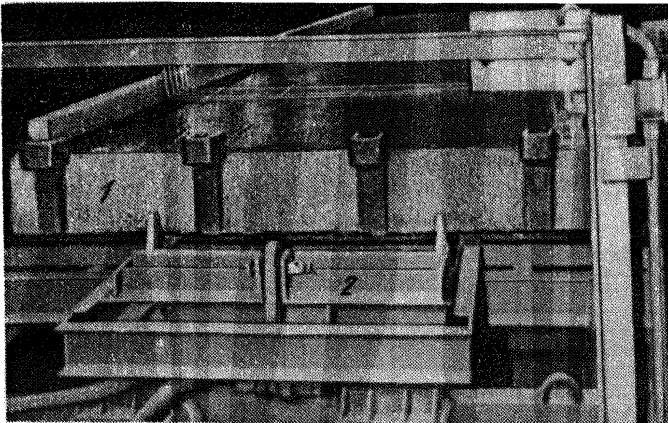


Рис.9. Толкатель механизма ориентации и передачи поддонов

1 - поддон; 2 - толкатель

форма механизмом толкателя перемещается в обратном направлении до упора в фиксирующий ролик (рис.10);



Рис.10. Ориентация поддона формы

- 1 - поддон; 2 - поворотный ролик;
- 3 - рольганг конвейера подготовки поддонов;
- 4 - цепной конвейер линии ДМ-2

приемный стол транспортера линии ДМ-2 опускается в исходное положение, устанавливая ориентированную форму на транспортер линии ДМ-2.

## 5. ОТБОР СТЕРЖНЕЙ ИЗ ПАКЕТА

5.1. Отбор стержней из пакета рекомендуется производить посредством захвата одного конца стержня с последующим отделением его по всей длине от пакета.

5.2. При применении линии типа ДМ-2 и ее модификаций выполнение операций отбора стержней из пакета в зависимости от конструкции механизма отбора может осуществляться следующими способами (рис. 11, 12, 13, 14):

посредством отбора стержня из пакета арматуры, лежащего на не-



подвижном приемном бункере путем перемещения механизма захвата, который своим обратным ходом перемещает конец стержня в зону действия подвижного ролика-отсекателя. Продольным перемещением вдоль питателя ролик-отсекатель отделяет стержень от пакета по всей его длине (питатель типа "механическая рука" с продольным отсекателем) (рис. II);

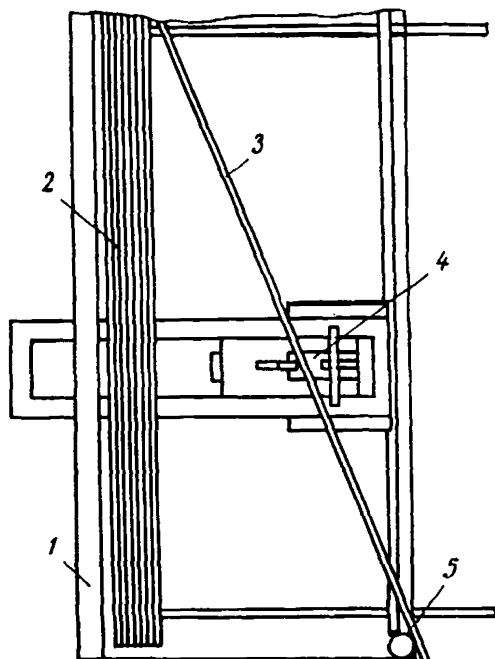


Рис. II. Отбор стержней из пакета с помощью подвижного механизма захвата и ролика

I - неподвижный бункер питателя; 2 - пачка стержней; 3 - стержень; 4 - подвижный механизм захвата стержня; 5 - подвижный ролик

отбор стержня из пакета осуществляется также, как указано выше, а его полное отделение от пакета осуществляется последовательно расположенными поперек питателя толкателями ("механическая рука" с поперечными толкателями) (рис. I2);

посредством перемещения подвижного бункера (рис. I3) к неподвижному механизму захвата, зажима конца стержня в механизме захвата, возвращения приемного бункера в исходное положение с последующим отделением стержня подвижным роликом (поворотная платформа с продольным отсекателем).

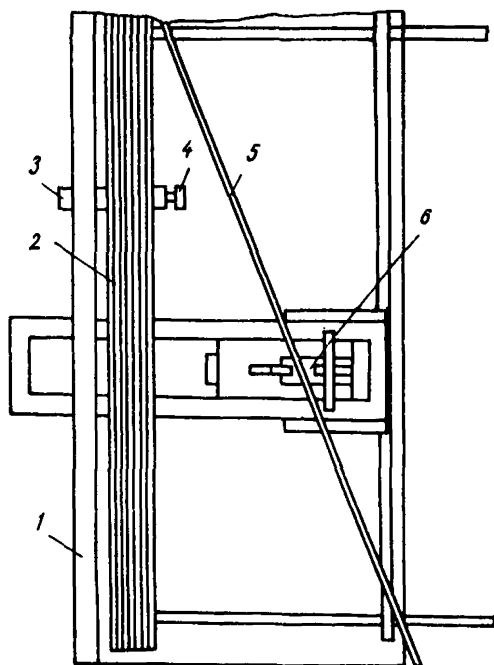


Рис.12. Отбор стержней из пакета с помощью подвижного механизма захвата и толкателей

1 - неподвижный бункер питателя; 2 - пачка стержней; 3 - пневмоцилиндр; 4 - толкатель; 5 - стержень; 6 - подвижный механизм захвата стержня

5.3. Рекомендуемым типом питателя является "механическая рука" с продольным отсекателем, который при необходимости ускорения технологического цикла следует дополнительно оснащать поперечными толкателями (рис.14).

5.4. Перед загрузкой стержней в приемный бункер питателя следует проверить соответствие их длины и убрать гнутые прутки или немеры.

5.5. На неподвижный приемный бункер рекомендуется загружать не более 250 стержней, концы которых максимально приближают к торцевому борту бункера.

5.6. При применении питателя типа "поворотная платформа с продольным отсекателем" количество стержней, загружаемых в бункер питателя, не должно превышать 60 шт., а поворотный бункер питателя рекомендуется снабжать двумя прижимными ограничителями в середине и торце бункера.

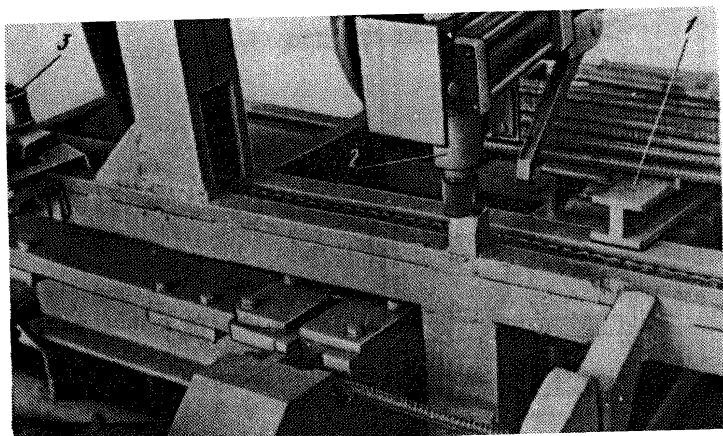


Рис.13. Механизм отбора стержней  
1-подвижный приемный бункер; 2-механизм захвата;  
3-подвижный ролик

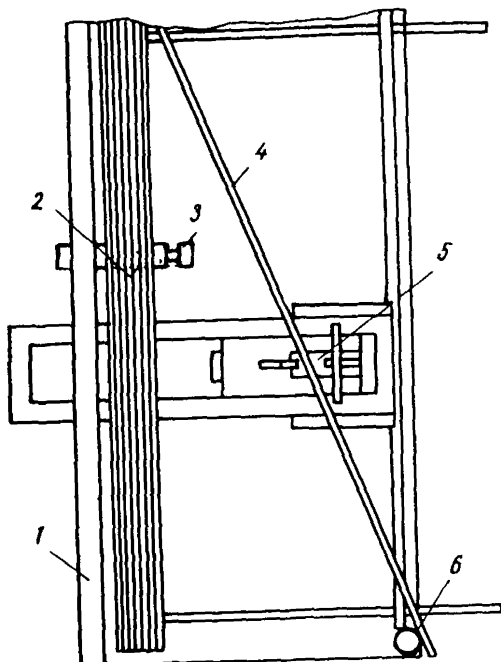


Рис.14.  
Отбор стержней из пакета  
с помощью подвижного  
механизма захвата,  
ролика и толкателей  
1 - неподвижный бун-  
кер питателя; 2 - пач-  
ка стержней; 3 - тол-  
катель; 4 - стержень;  
5 - подвижный меха-  
низм захвата стержня;  
6 - подвижный ролик

## 6. ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ УПОРАМИ ПОДДОНОВ ФОРМ

6.1. Измерение расстояния между опорными поверхностями упоров на поддонах форм производится для обеспечения длины заготовки арматуры под размер каждой пары упоров и соответствующего уменьшения изменчивости величины предварительного напряжения.

6.2. Измерение расстояния между опорными поверхностями каждой пары упоров поддона следует производить в следующей последовательности (рис.15):

поддон транспортером линии ДМ-2 перемещается к механизму фиксации до срабатывания концевого выключателя транспортера;

пара упоров поддона с помощью фиксатора устанавливается по оси замера;

левый щуп замера (одновременно с перемещением левого фиксатора) толкателем механизма замера, огибая защитный козырек, опускается до положения, ограничиваемого регулировочным приспособлением (рис.15);

подвижная каретка перемещается и, посредством механической связи с кареткой, правый щуп замера, огибая защитный козырек, опускается до жесткого контакта с опорной частью упора поддона;

при последующем перемещении подвижной каретки производится перемещение поддона по оси замера до жесткого контакта левого щупа замера с упором поддона;

одновременно стержень упорной пластиной подвижной каретки перемещается в механизме резки до заданного размера, соответствующего расстоянию между опорными поверхностями данной пары упоров формы, которое определяется жестким контактом системы: щуп - форма - щуп.

6.3. Система измерения расстояния между опорными поверхностями упоров на формах должна обеспечивать допускаемые предельные отклонения не более  $\pm 1$  мм.

6.4. Для обеспечения безотказной работы механизма измерения механизм ориентации поддонов следует отрегулировать так, чтобы левый и правый фиксаторы после захвата упора имели зазор не менее 10 мм между ограничителем фиксатора и упором поддона (см. рис.3).

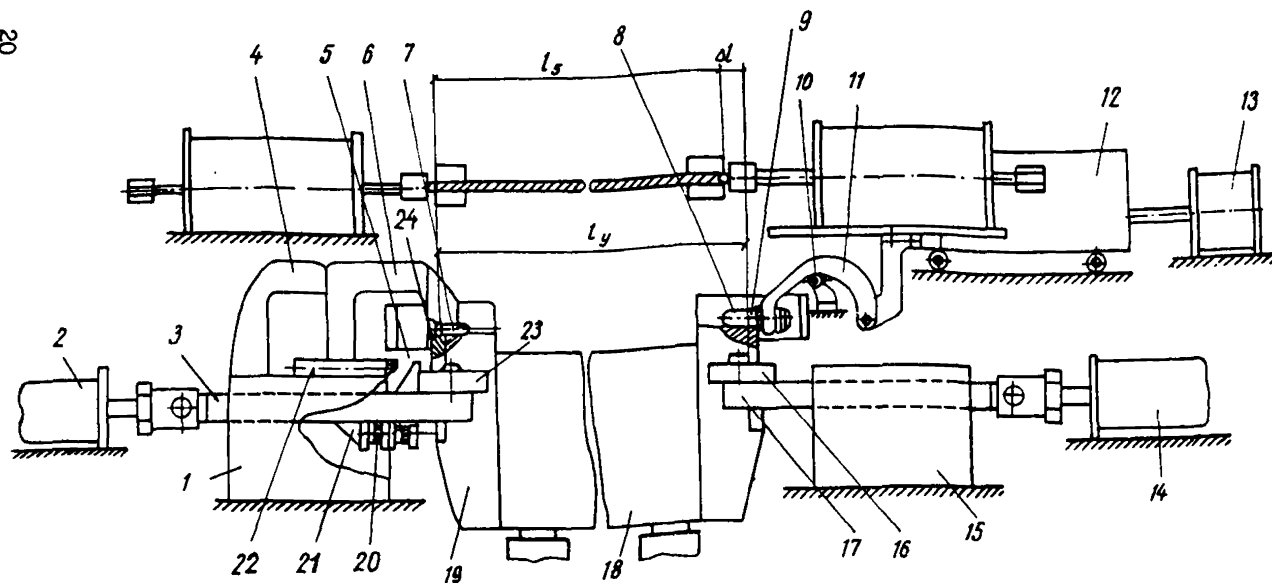


Рис.15. Схема замера расстояния между упорами на форме (линия ДМ-2)

1 - неподвижная сталина; 2, 13, 14 - пневмоцилиндр; 3, 17 - подвижная пластина; 4 - толкатель; 5 - фиксатор; 6 - левый криволинейный рычаг; 7, 8 - фиксационный штырь; 9, 24 - щуп; 10 - ролик; 11 - правый криволинейный рычаг; 12 - подвижная каретка; 13 - пневмоцилиндр подтяжки; 15 - неподвижная станина; 16, 23 - ролики фиксатора; 18 - поддон; 19 - упор; 20 - регулировочное приспособление; 21 - упор левого рычага; 22 - ползун

## 7. ВЫСАДКА АНКЕРНЫХ ГОЛОВОК

7.1. Высадка анкерных головок производится одновременно с обоих концов стержня двухпозиционными, самоцентрирующимися механизмами высадки головок в специальных формообразователях (рис.16).

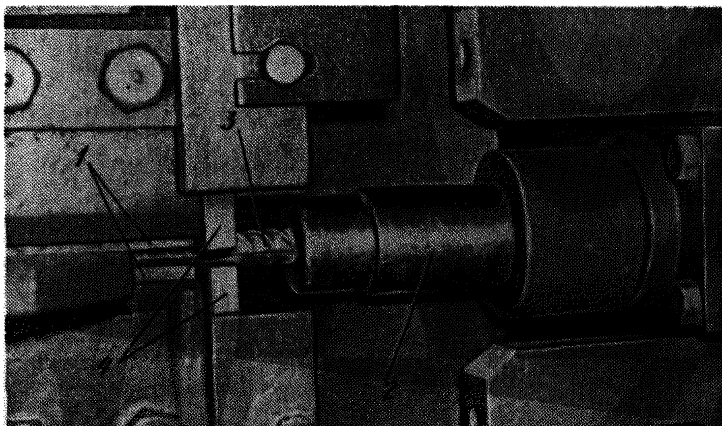


Рис.16. Высадка анкерных головок

1 - губки; 2 - электрод; 3 - арматурный стержень; 4 - формообразователь

Допускается использовать в качестве формообразователей торцевые части зажимных губок в случае, если они изготавливаются из жаропрочной нержавеющей стали типа 20Х17Н2 и имеют форму торцов, соответствующую формообразователям головок (см. рис.6).

7.2. Укладку стержней в зажимные губки механизмов высадки необходимо выполнять так, чтобы их концы выступали за торцы формообразующих матриц или губок на величину  $2,4 d_n \pm 2$  мм, где  $d_n$  - номинальный диаметр стержня.

7.3. Во избежание перекосов перед зажатием концы стержней фиксируются относительно пазов губок ловителей (рис.17).

7.4. При изготовлении высаженных головок рекомендуется: высадку головок производить в два этапа. На первом этапе выса-

дочный электрод при включенном токе поджимается к торцу стержня... и производится нагрев с оплавлением торца; на втором этапе, собственно при высадке головки, ее горячая штамповка (высадка) производится при выключенном токе или путем импульсного нагрева при максимальной усилнии;

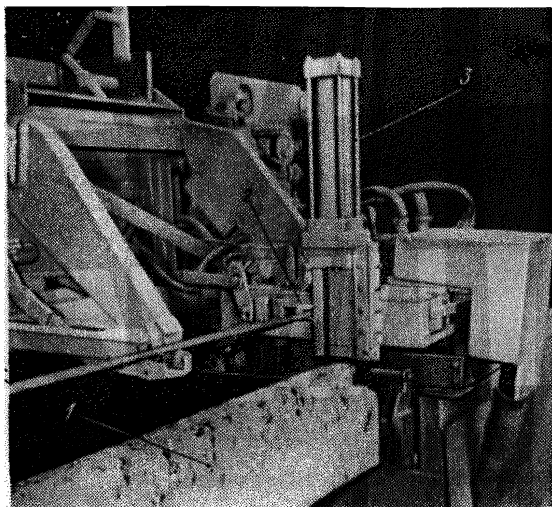


Рис.17. Центрирование конца стержня ловителем  
1 - поддон; 2 - ловитель; 3 - досылатель

высадку головок после оплавления торцов стержней начинать при перемещении электрода на 2-4 мм с независимым включением правого и левого пневмоцилиндров высадки;

температуру нагрева концов стержней под высадку принимать в пределах  $900 \pm 50$  °С, а продолжительность 3-6 с для арматуры диаметром 10-14 мм и регулировать величиной тока и усилием прижатия торцевого электрода;

усилие прижатия торцевого электрода при нагреве концов стержней диаметром 12-14 мм принимать в пределах 15-20 кН, а при высадке - 50-65 кН;

соотношение между усилием высадки и усилием зажима стержня в зажимных губках с целью исключения проскальзывания концов стержня принимать не более 1/3;

не допускать смещение опорных поверхностей элементов формообра-

зующих матриц или зажимных губок со стороны высадки более, чем на 1 мм;

избегать поджогов в контактах, для чего зачищать контактные губки не реже 1 раза в смену металлическими щетками и выполнять ограничительный борт бункера питателя со стороны, противоположной устройству для мерной резки, с насечкой, поверхность которой обеспечивает зачистку торцов стержней при их подаче на механизм резки;

форму поверхности токоподводящих контактов принимать в соответствии с положениями Инструкции СН 393-76.

7.5. Готовые временные концевые анкера в виде высаженных головок должны отвечать следующим требованиям:

опорная поверхность высаженной головки должна быть симметрична относительно оси стержня;

ширина выступа должна быть равна  $0,4 d_n \pm 2$  мм, а высота головки  $h = 1-1,2 d_n$  (см. рис.6).

7.6. Оптимальные размеры высаженных головок и зажимных губок (см. рис.6) для арматуры диаметром 10-14 мм приведены в табл.2.

7.7. Прочность высаженных головок должна отвечать требованиям п. 4.29 "Руководства по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций".

Примечание. В случае, если эти требования не выполняются, необходимо провести переналадку устройства высадки, с целью обеспечения установленной нормируемой прочности высаженных головок.

## 8. КОНТАКТНЫЙ ЭЛЕКТРОНАГРЕВ И УКЛАДКА СТЕРЖНЕЙ В УПОРЫ ФОРМ

8.1. Контактный электронагрев арматуры производится по всей длине стержней с подводкой тока через те же контактные губки, что и при высадке головок с одновременным растяжением арматуры с усилием не менее 4 кН с помощью специального пневмоцилиндра, показанного на рис.18.

8.2. Включение трансформатора контактного электронагрева необходимо выполнять в момент окончания нагрева концов стержней для высадки головок.

8.3. Температуру контактного электронагрева арматурной стали марок и плавок, перечисленных в пп. 2.2 и 2.3 настоящих Рекомендаций следует принимать не более  $400 \pm 20$  °С.

8.4. Продолжительность нагрева стержней диаметром 10-14 мм всех применяемых классов должна быть не более 10-15 с.



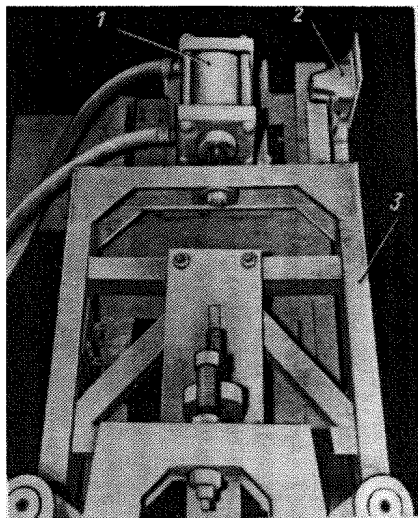


Рис.18. Механизм вытяжки арматуры в процессе электронагрева

1 - пневмоцилиндр вытяжки;  
2 - концевой выключатель электронагрева; 3 - подвижная каретка

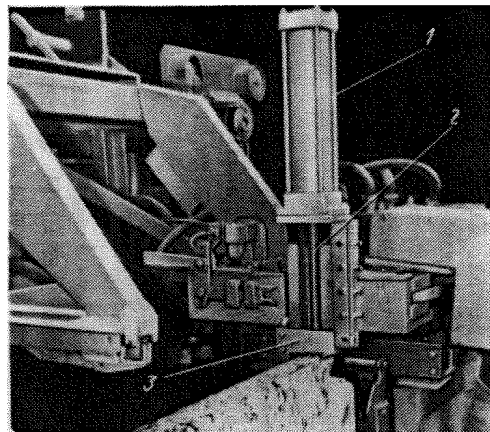


Рис.19. Механизм принудительной укладки арматурных стержней в упоры форм

1 - пневмоцилиндр досылателя;  
2 - шток пневмоцилиндра; 3 - толкатель

8.5. Температура контактного электронагрева контролируется по удлинению бесконтактным концевым выключателем и фиксируется перемещением флажка подвижного устройства для высадки головок и электронагрева относительно неподвижной станины правой головки (рис.18).

8.6. Регулировка температуры электронагрева и соответствующего удлинения производится путем перестановки концевого выключателя (рис.18) на неподвижной станине.

8.7. Принудительную укладку стержней в упоры форм производят с помощью двух вертикальных досылателей, приводимых в движение пневмоцилиндрами (рис.19) или иными устройствами (см. п.4 настоящих Рекомендаций).

Рабочий цикл действия устройства для принудительной укладки стержней в упоры форм регулируется так, чтобы начало выполнения этой операции совпало с раскрытием контактных губок, а окончание – с перемещением обоих концов стержней в упоры, а весь цикл укладки длился не более 3 с.

8.8. При монтаже и наладке линии необходимо тщательно установить направляющие механизмов укладки. Зазор между низом направляющих и верхней гранью упоров на форме не должен быть более 20 мм.

## 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ АРМАТУРНОЙ ЗАГОТОВКИ И УДЛИНЕНИЯ АРМАТУРЫ ПРИ НАГРЕВЕ И НАТЯЖЕНИИ

9.1. Предварительное напряжение определяется заданным удлинением арматуры по формуле

$$\Delta l_0 = \left( \frac{\kappa \cdot \sigma_0 + 0,5\rho}{E_{нач}} \right) \cdot l_y, \quad (1)$$

где  $E_{нач}$  – начальный модуль упругости арматурной стали (см. табл. I), МПа;  $l_y$  – расстояние (среднее) между опорными поверхностями упоров форм, мм;  $\kappa$  – коэффициент, учитывающий упруго-пластические свойства арматурной стали и определяемый согласно табл.3;  $\rho$  – предельные отклонения предварительного напряжения  $\sigma_{ок}$  в отдельных стержнях от среднего заданного проектом. Значение  $\rho$  соответствует 1,64 среднего квадратического отклонения от средних величин предварительного напряжения в отдельных стержнях определяется для пустотных настилов по формуле

$$\rho \leq 30 + \frac{360000}{l_y}, \text{ МПа}$$

Таблица 3. Значение коэффициентов  $k$

Контролируемое предварительное напряжение бок МПа	Коэффициенты $k$ для сталей классов			
	A-IY, 80C; At-IYK и At-IYC	A-IY, 20XГ2Ц и 20XГ2Т	A-Y и At-Y	At-YI
400	1	1,05	1	1
50	1,05	1,1	1,05	1
600	1,2	1,2	1,05	1,05
700	-	-	1,1	1,05
800	-	-	1,15	1,10

Примечания: 1. Значения коэффициентов  $k$  определены без учета эффектов стабилизации.

2. Промежуточные значения коэффициентов  $k$  вычисляются по линейной интерполяции.

9.2. Величина полного удлинения арматуры при электронагреве определяется по формуле

$$\Delta l_n = \Delta l_o + \Delta l_c + \Delta l_\phi + \Delta l_{yn} + C_\tau, \text{ мм} \quad (3)$$

где  $\Delta l_c$  - величина смятия и перемещения высаженных головок в упорах форм, мм;  $\Delta l_\phi$  - продольная деформация форм, мм;  $\Delta l_{yn}$  - упруго-пластическая деформация растяжения стержня при нагреве с растяжением, определяется по формуле

$$\Delta l_{yn} = \frac{P_{нт}}{F_a \cdot E_{ac}} (l_y - l_{rzd}). \quad (4)$$

Здесь  $P_{нт}$  - усилие натяжения при электронагреве, Н;  $F_a$  - площадь поперечного сечения арматурного стержня, мм<sup>2</sup>;  $E_{ac}$  - модуль упруго-пластичности при нагреве арматурного стержня до 360-400 °С, равный для рассматриваемых видов стержневой арматуры  $0,8E_{нач}$ , МПа;  $l_{rzd}$  - длина контактной губки зажима для высадки головок и электронагрева, мм.

Значения  $\Delta l_c$ ,  $\Delta l_\phi$  и  $C_\tau$  определяются опытным путем, но могут быть приняты при предварительных расчетах равными:

$$\Delta l_c = 1-2 \text{ мм}, \quad \Delta l_\phi = 1-3 \text{ мм} \text{ и } C_\tau = 1,5-2 \text{ мм}.$$

9.3. Для обеспечения свободной укладки нагреваемой арматуры в упоры форм величина  $\Delta l_n$  должна быть равной или меньшей удлинения арматуры в результате нагрева до заданной температуры  $t_p$  и растя-

жения  $\Delta l_t$ , которое определяется по формуле

$$\Delta l_t = (t_p - t_o)(l_y - l_{y\delta}) \cdot \alpha + \Delta l_{yn} \quad , \text{ мм} \quad (5)$$

где  $t_p$  - заданная температура нагрева, принимаемая в соответствии с требованиями п.8.3 настоящих Рекомендаций, °С;  $t_o$  - температура окружающей среды, °С;  $\alpha$  - коэффициент линейного расширения арматурной стали, принимаемый по табл.16 "Руководства по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций". Для наиболее широко применяемой с т а л и классов Ат-V и Ат-VI при нагреве от 20 до 350-400 °С  $\alpha = 13,2 \cdot 10^{-6}$ , °С.

9.4. Требуемая длина отрезанного стержня арматурной стали определяется по формуле

$$l_p = l_3 + 2a \quad , \text{ мм} \quad (6)$$

где  $l_3$  - длина арматурной заготовки, равная расстоянию между опорными поверхностями временных концевых анкеров, мм;  $a$  - длина конца стержня, используемая для образования высаженной головки, равная  $2,4 d_n \pm 1$  мм, где  $d_n$  - диаметр стержня, мм.

9.5 Длина арматурной заготовки определяется по формуле

$$l_3 = l_y - \Delta l_c - \Delta l_\phi - \Delta l_o \quad , \text{ мм} \quad (7)$$

где значения  $\Delta l_c$ ,  $\Delta l_\phi$  и  $\Delta l_o$  - определяются согласно пп. 9.1 и 9.2 "Руководства по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций".

## 10. КОНТРОЛЬ ВЕЛИЧИНЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

10.1. Методику контроля предварительного напряжения следует осуществлять в соответствии с положениями раздела 7 "Руководства по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций".

10.2. Контроль величины предварительного напряжения арматуры, заготовка и натяжение электротермическим способом которой осуществляется автоматизированными линиями типа ДМ-2, выполняется при освоении производства новых изделий и при текущей работе.

10.3. При внедрении линий типа ДМ-2 или освоении производства новых изделий необходимо определять расчетное удлинение арматуры, соответствующее проектной величине предварительного напряжения, с учетом деформаций форм и анкеров головок, а также упруго-пластических свойств применяемого вида арматурной стали в соответствии с требованиями раздела 9 настоящих Рекомендаций и проверять среднюю

величину предварительного напряжения на трех формах. В случае необходимости следует осуществить его корректировку и вновь произвести измерения предварительного напряжения на тех же формах.

Средние величины предварительного напряжения по отдельным формам не должны отличаться от проектной более, чем  $\pm 0,5P(I - 1/\sqrt{n})$ , а по отдельным стержням не более, чем на  $\pm P$ , МПа, где  $n$  - число стержней напрягаемой арматуры в изделии, а величина  $P$  определяется по формуле (2) п.9.1 настоящих Рекомендаций.

10.4. Периодический контроль предварительного напряжения при текущей работе следует осуществлять не реже, чем 1 раз в сутки на всех стержнях одной формы для проверки выполнения требований, указанных в п.10.2. При этом ежедневно следует производить контроль преднапряжения на разных формах и в случае их износа или образования дефектов - заменять или ремонтировать такие формы.

10.5. Усилия или напряжения в натянутых стержнях следует измерять после остывания до температуры окружающего воздуха приборами типов ПРДУ или ИПН или др. аналогичного класса точности.

## 11. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

11.1. К обслуживанию линий типа ДМ-2, предназначенных для автоматизированной заготовки и натяжения арматуры, допускаются лица, изучившие настоящие Рекомендации, устройство оборудования линии, а также технологию натяжения арматуры и сдавшие экзамен по технике безопасности.

11.2. При изготовлении предварительно напряженных конструкций на линиях необходимо соблюдать "Единые правила техники безопасности и производственной санитарии для предприятий промышленности строительных материалов", часть I (1969) и раздел XII, часть II, требования главы СНиП Ш-4-80 "Техника безопасности в строительстве", требования по технике безопасности раздела I4 "Руководства по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций", а также требования по технике безопасности, изложенные в настоящих Рекомендациях.

11.3. Для каждого конкретного предприятия, внедряющего автоматизированную линию типа ДМ-2, инженером по технике безопасности с учетом местных условий должен быть составлен список правил техники безопасности и вывешен в зоне работы линии.

11.4. В зоне действия линии не допускается присутствие посторонних лиц.

II.5. Не допускается работа на линии при отсутствии защитных козырьков на упорах форм (см. рис.5).

II.6. С целью устранения возможности выброса стержня при отрыве анкерной головки защитные козырьки необходимо приваривать к упорам поддонов с наклоном защитной поверхности козырька в сторону головки на  $(10-12)^\circ$ .

II.7. Расстояние от верха защитной поверхности козырька до оси головки должно быть не менее 20 мм.

II.8. Проводить техническое обслуживание линии, загружать бункер питателя арматурой и поправлять стержни допускается только при отключенном энергопитании линии.

**ПРИМЕР РАСЧЕТА ДЛИНЫ АРМАТУРНОЙ ЗАГОТОВКИ И УДЛИНЕНИЯ АРМАТУРЫ ПРИ НАГРЕВЕ И НАТЯЖЕНИИ**

Требуется: определить длину арматурной заготовки и температуру нагрева при натяжении арматурной стали класса Ат-V диаметром 12 мм. Вид изделия ПТК-60-12. Контролируемое предварительное напряжение  $\sigma_{ск} = 580$  МПа. Среднее расстояние между опорными поверхностями упоров на формах  $l_y = 6250$  мм. Усилие растяжения при нагреве  $P_{пт} = 80$  Н.

1. По формулам (1) и (2) п. 9.1, пользуясь табл. I и 3, определяем требуемое удлинение арматуры:

$$\Delta l_o = \frac{(\kappa \cdot \sigma_o + 0,5P)}{E_{нач}} \cdot l_y = \frac{(1,05 \cdot 580 + 43,8)}{E_{нач}} \cdot 6250 = 0,003435 \cdot 6250 = 21,5 \text{ мм}$$

2. Задаваясь принятыми в п. 9.2 настоящих Рекомендаций минимальными значениями  $\Delta l_c$ ,  $\Delta l_\phi$  и  $C_t$  по формулам (3) и (4) определяем  $\Delta l_n$  при  $P_{пт} = 80$  Н и  $l_{губ} = 100$  мм

$$\Delta l_{yn} = \frac{\rho_{nr}}{F_a \cdot E_{at}} \cdot (l_y - l_{губ}) = \frac{80}{1,13 \cdot 1,52 \cdot 10^5} \cdot (6250 - 100) = 2,86 \text{ мм}$$

$$\Delta l_n = \Delta l_o + \Delta l_c + \Delta l_\phi + \Delta l_{yn} + C_t = 21,5 + 1 + 1 + 1,5 + 2,86 = 27,86 \approx 28 \text{ мм.}$$

3. По формуле (5) определяем необходимую температуру нагрева:

$$t_p \geq \frac{t_o (l_y - l_{губ}) \cdot \alpha + \Delta l_t - \Delta l_{yn}}{(l_y - l_{губ}) \cdot \alpha} = \frac{20,6150 \cdot 13,2^{-6} + 28 - 2,86}{0,08118} = \frac{1,62 + 28 - 2,86}{0,08118} = 329,6 \approx 330 \text{ }^\circ\text{C}$$

Принимаем температуру нагрева 350 °С и определяем  $\Delta l_t$ :

$$\Delta l_t = (t_p - t_o) (l_y - l_{губ}) \alpha + \Delta l_{yn} = 330 \cdot 6150 \cdot 13,2^{-6} + 2,86 = 26,79 + 2,86 = 29,65 \text{ мм, следовательно, условие } \Delta l_t > \Delta l_n \text{ выполнено.}$$

4. Длину арматурной заготовки определяем по формуле (7):

$$l_g = l_y - \Delta l_c - \Delta l_\phi - \Delta l_o = 6250 - 1 - 1 - 21,5 = 6226,5 \text{ мм.}$$

Принимаем  $l_g = 6227$  мм.

Соответственно длина отрезаемого стержня по формуле (6):

$$l_0 = l_3 + 2a = l_3 + 2 \cdot (2,4d + I) = 6227 + 59,6 = 6286,6 \approx 6287 \text{ мм.}$$

Проверка предварительного напряжения  $\sigma_{ок}$  на трех формах показала, что фактические деформации форм составили от 2 до 3 мм, вследствие этого средние величины предварительного напряжения по отдельным формам составили 600, 570 и 620 МПа, что соответствует требованиям п. 10.3 настоящих Рекомендаций. Следовательно, удлинение  $\Delta l_n$ , длина арматурной заготовки и температура нагрева выбраны верно.

Благодаря постоянному автоматическому измерению расстояния между упорами и соответствующей мерной резке стержней износ упоров в пределах толщин накладок не будет существенно сказываться на изменчивость величины преднапряжения. Поэтому в начальный период не следует задаваться средней величиной  $\sigma_{ок}$  большей, чем  $\sigma_{ок}$  по проекту. Это тем более важно, поскольку чрезмерное увеличение контролируемого преднапряжения снижает надежность анкеровки арматуры и требует увеличения марки бетона (см. п.1.5 настоящих Рекомендаций).



## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие .....	3
1. Область применения и основные положения .....	4
2. Арматурная сталь .....	6
3. Формы .....	7
4. Ориентация и перемещение поддонов .....	11
5. Отбор стержней из пакета .....	15
6. Измерение расстояния между упорами форм .....	19
7. Высадка анкерных головок .....	21
8. Контактный электронагрев и укладка стержней в упоры форм .....	23
9. Определение длины арматурной заготовки и удлинений арматуры при нагреве и натяжении .....	25
10. Контроль величины предварительного напряжения .....	27
II. Требования техники безопасности .....	28
Приложение I. Пример расчета длины арматурной заготовки и удлинения арматуры при нагреве и натяжении ..	30

НИИЖБ Госстроя СССР

Рекомендации по технологии автоматизированной заготовки и натяжения высокопрочной стержневой арматуры пустотных настилов

Отдел научно-технической информации  
109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6

Редактор В.М.Рогинская

---

Д- 60003	Подписано к печати 2.01.85	Заказ № 18
Формат 60x84/16. Уч.-изд.л. 2,0. Усл.кр.-отт. 2,0	Ротапринт.	
Т-500 экз.	Цена 30 коп.	

---

Типография ПЭМ ВНИИС Госстроя СССР  
121471, Москва, Можайское шоссе, д.25.