

Автоматизация арматурных работ при производстве железобетонных изделий. Общие сведения об арматуре и ее изготовлении

Бетон хорошо работает только на сжатие, поэтому конструкции из бетона, работающие на растяжение и изгиб, имеют стальную арматуру, воспринимающую растягивающие усилия. Стальная арматура закладывается в процессе формования изделия или до него. Бетонная смесь, затвердевая, прочно сцепляется с арматурой. При нагружении конструкции каждая ее часть работает в выгодных для нее условиях, т. е. бетон – на сжатие, а сталь – на растяжение. Чтобы исключить появление растягивающих напряжений в бетоне и как следствие этого – трещин, во многих железобетонных конструкциях арматуру делают предварительно-напряженной. Преднапряженные железобетонные изделия более рационально используют высокопрочные стали и бетоны и имеют повышенную жесткость. Арматурные элементы конструкций можно классифицировать по их виду:

- отдельные прямые или гнутые стержни из обычной или упорочненной стали;
- сварные арматурные сетки шириной до 3800 мм, плоские сварные каркасы с решеткой в виде сетки шириной до 600 мм;
- пространственные сварные арматурные элементы для балок, колонн, труб, опор линий передач и других изделий;
- вязанные плоские и пространственные арматурные элементы;
- стальные закладные и накладные детали, служащие для соединений сборных железобетонных конструкций при их монтаже.

Сталь для арматуры поступает на завод в виде прутков, в бухтах или в готовых сетках и в виде листового проката. Она подвергается ряду механических операций. Вначале арматурная сталь поступает на правку. После правки на специальных станках арматурная сталь подвергается резке. Для этого служат ручные или автоматические станки, работающие по жесткой программе. Затем отмериваются прутки необходимой длины с помощью упоров или протягивающих роликов, механически связанных с конечными выключателями, дающими сигнал на резку. Отрезанные прутки складываются в бункер. После резки прутки идут на гнутье. Гнутье арматурной стали состоит в отгибе стержней, гибке крюков, хомутов, спиралей и арматурных сеток. Эти операции производятся на гибочных станках. Мощные станки для гнутья арматуры диаметром до 90 мм имеют автоматизированное управление, обеспечивающее остановку рабочего органа при достижении заданного угла загиба. Подготовленные прутки арматуры соединяются в требуемую конструкцию сваркой, которая

является наиболее распространенным технологическим методом при изготовлении арматурных сеток и каркасов.

Применяются контактная сварка и сварка плавлением. При изготовлении арматуры используют два вида контактной сварки: стыковую и точечную. Стыковой сваркой соединяются стержни диаметром до 90 мм для увеличения их длины. Точечная сварка применяется для соединения пересекающихся стержней в сетках, каркасах и приварки стержней к плоскостям прокатных профилей. Сварочные машины для этой цели бывают с одно- и двухсторонним подводом тока к свариваемому соединению (рис. 3.103). Они могут быть одно- и многоэлектродными, стационарными и переносными, автоматизированными и автоматическими.

В состав машины для точечной сварки входят: сварочный трансформатор, переключатель витков его первичной обмотки, контактор (электромагнитный, игнитронный или тиристорный) и электронное управляющее устройство. Энергия от вторичной обмотки трансформатора передается через консольные токоподводы (хоботы) к электродам.

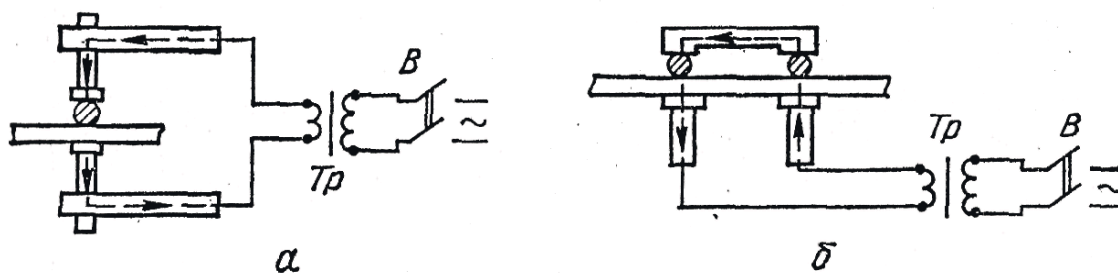


Рис. 3.103. Схемы подвода тока при точечной сварке: а — с одним электродом; б — с двумя электродами

В состав машины для точечной сварки входят: сварочный трансформатор, переключатель витков его первичной обмотки, контактор (электромагнитный, игнитронный или тиристорный) и электронное управляющее устройство. Энергия от вторичной обмотки трансформатора передается через консольные токоподводы (хоботы) к электродам. Верхний электрод перемещается с помощью пневмоцилиндра, а сила нажатия его регулируется давлением воздуха. Пуск машины может выполняться оператором и по сигналу других машин, связанных с ней в поточную линию. В обоих случаях будет выполняться заданная программа процесса сварки.

1. Автоматическая машина и автоматическая линия для сварки арматурных сеток

Для точечной сварки плоских арматурных сеток используют полуавтоматические и автоматические многоэлектродные машины.

Структурная схема управления автоматической сварочной машиной дана на рис. 3.104, а). На каждый электрод в машине имеется пневмоцилиндр *ПЦ1* для протяжки продольной арматуры, пневмоцилиндр *ПЦ2* для перемещения электрода и обжатия арматуры в точке сварки и один трансформатор с контактором на две точки сварки, так как подвод тока в этой машине односторонний (со стороны свариваемой сетки). Машина работает следующим образом. Сначала дается сигнал на включение всех *ПЦ1*, которые протягивают продольные стержни на заданный шаг. Затем укладывается стержень поперечной арматуры, автоматически дается сигнал «Пуск», который приходит на электропневматический клапан *ПЦ2*, и производится обжатие электродами свариваемых стержней. Благодаря самоблокировке все *ПЦ2* остаются включенными. Одновременно пусковой сигнал приходит на реле времени *PB1*, которое через заданный интервал посылает сигнал на включение контакторов, и начинается процесс сварки. Реле *PB1* одновременно запускает *PB2*, которое через интервал времени, необходимый для сварки, выдает сигнал на выключение контакторов и одновременно включает *PB3* и *PB4*. *PB3* работает в режиме пульс-пары и подает импульсы на *ПЦ2* для кратковременного выключения обжатия. Таким образом осуществляется режим проковки соединения.

Конец режима проковки задается реле *PB4*, сигнал которого выключает схему, и все *ПЦ2* отводят электроды в исходное положение. Затем все операции повторяются. Циклограмма работы машины показана на рис. 3.104, б), а алгоритмы формирования сигналов – на рис. 3.104, в).

В качестве примера можно привести автоматическую сварочную машину типа АТМС–14 Х 25–7, предназначенную для сварки сеток шириной до 3800 мм. Она имеет 14 сварочных трансформаторов и пневмоцилиндров. На каждом штоке пневмоцилиндра находятся два верхних электрода, под которыми расположены нижние, подключенные ко вторичной обмотке сварочного трансформатора. Напряжение вторичных обмоток сварочных трансформаторов, а следовательно, и ток сварки регулируются изменением числа витков первичной обмотки переключателей ступеней. Трансформаторы включаются игнитронами.

При сварке сетки продольные проволоки диаметром от 3 до 12 мм сматываются с бухты, а поперечные – от 3 до 10 мм, заранее заготовленные и уложенные в бункер, установленный сбоку машины, механизмом подачи по одному направляются под электроды, где укладываются на продольные проволоки и прижимаются. Затем происходит одновременная сварка всех точек по заданной программе, которая была ранее рассмотрена. Номинальная мощность машин 500 кВт. Вторичное напряжение изменяется ступенчато от 3,6 до 7,2 В. Производительность машины до 4,5 погонных метров сетки в 1 минуту.

Для получения качественного сварного соединения необходим правильный выбор тока и времени сварки. Для каждого из сочетаний свариваемых стержней в зависимости от их диаметра и марки стали существует некоторый диапазон мощности в зоне сварки и времени прохождения сварочного тока. Малая мощность ведет к недогреву зоны сварки, а большая – к выбросу расплавленного металла и ослаблению стержней. Это необходимо знать при расчете длительности процесса и тока сварки, а также при выборе мощности трансформаторов цеховой подстанции. Примерная зависимость между током и временем сварки для стальных стержней разных диаметров показана на рис. 3.105. Процесс изготовления арматурных сеток и каркасов поддается автоматизации. Пример этому – автоматическая линия для сварки арматурных сеток, структурная схема которой показана на рис. 3.106, а). В схеме предусмотрены автоматический, полуавтоматический и наладочный режимы работы. Задачей линии является изготовление непрерывной арматурной сетки, свертывание ее в рулон или резка на куски по заданным размерам и укладка в пакеты, которые направляются на склад.

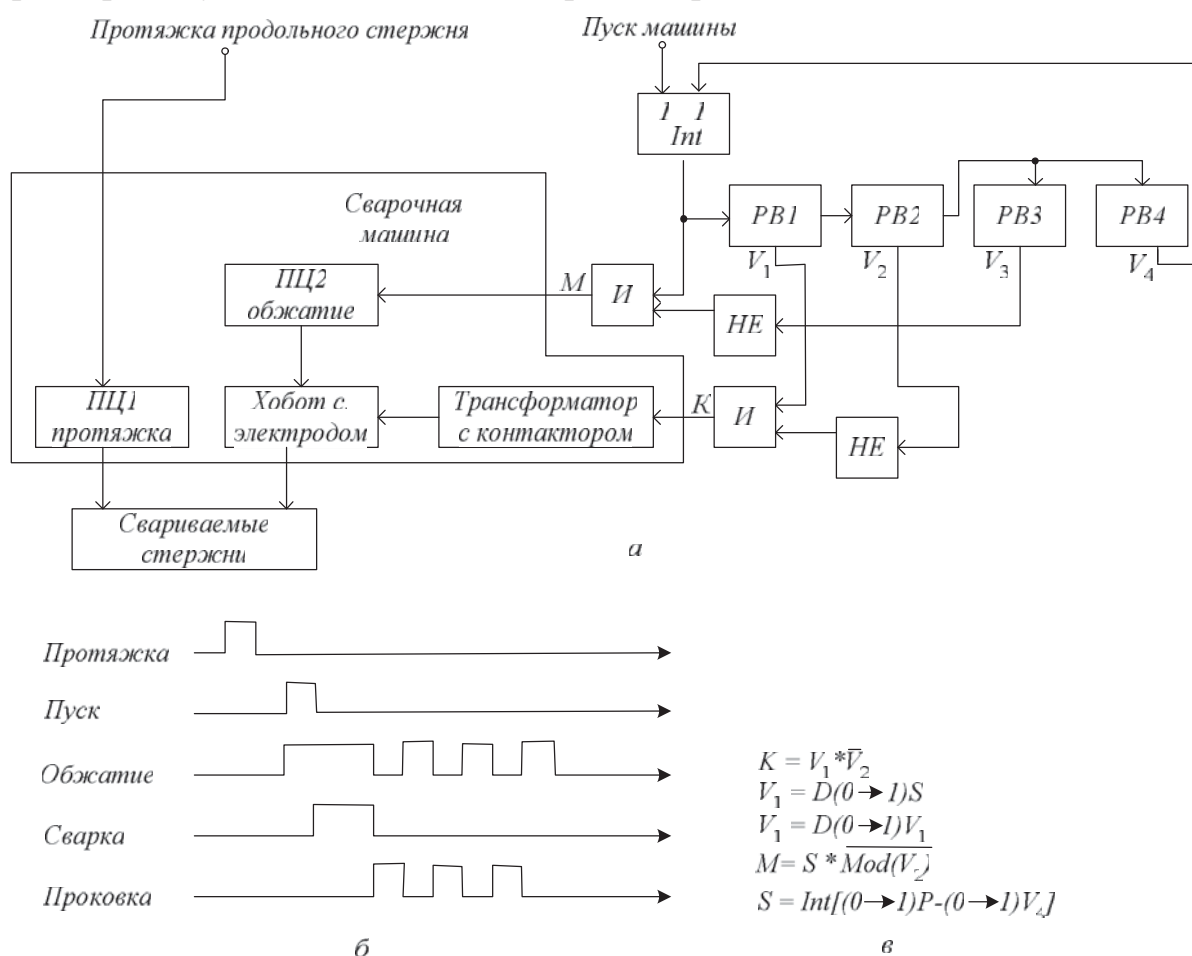


Рис.3.104. Управление автоматической сварочной машиной: а – структурная схема; б – циклограмма ее работы; в – алгоритмы формирования сигналов

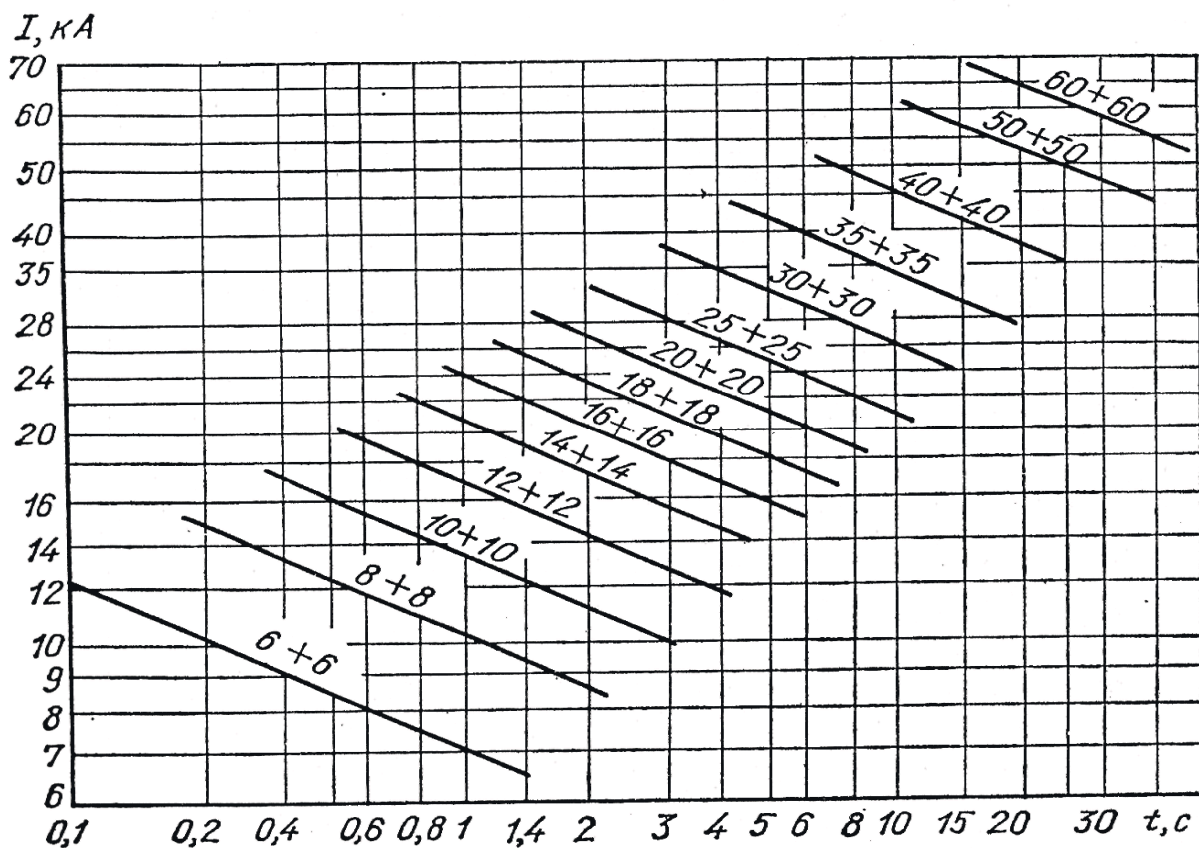


Рис.3.105. Примерные зависимости сварочного тока, времени тока и диаметров свариваемых стержней

В состав линии входят: бухтодержатели продольной и поперечной арматур, правильные машины, машина для стыковой сварки продольной арматуры, машина для резки и укладки поперечных стержней, сварочная многоэлектродная машина, ножницы поперечной резки и пакетиروщик, укладывающий арматурные сетки в стопу. Основой линии является многоэлектродная автоматическая сварочная машина, которая настраивается на необходимую ширину сетки и на расстояние между поперечными стержнями.

В соответствии с диаметром свариваемой арматуры устанавливается сила сварочного тока и время сварки. Циклограмма работы линии дана на рис.3.106, б). Сигнал «Пуск» подается одновременно на сварочную машину и на машину для резки и укладки поперечных стержней. Последняя протягивает арматурную проволоку с бухты, режет на заданные отрезки и укладывает в бункер. Этот процесс автоматически прекращается, когда число стержней в бункере достигнет заданного. Затем укладчик захватывает стержень, кладет его на продольную арматуру под верхние контакты сварочной машины и дает сигнал на сварку.

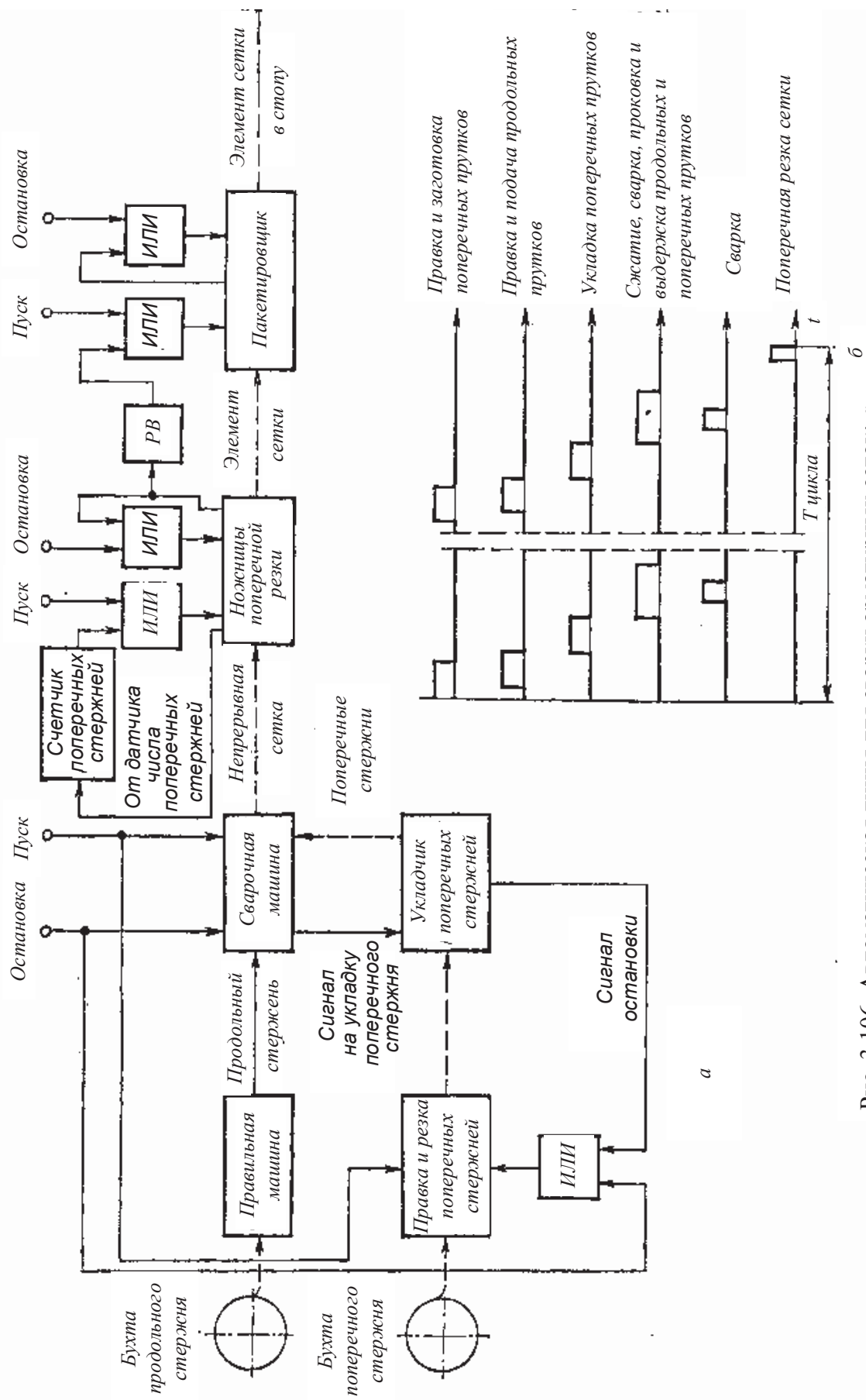


Рис. 3.106. Автоматическая линия для сварки арматурных сеток: *а* – структурная схема; *б* – циклограмма работы

Сварочная машина прижимает своими контактами поперечные стержни к продольным и включает сварочные трансформаторы на установленное время. Затем схемой управления сварочной машиной дается определенная выдержка, и контакты поднимаются. После этого автоматически подается сигнал на включение пневмоцилиндров, которые протягивают продольную арматуру через правильное устройство на установленный шаг. Закончив эту операцию, сварочная машина дает пусковой сигнал на укладчик поперечных стержней, и процесс повторяется по описанной ранее программе.

Таким образом, получается непрерывная сетка, поступающая на ножницы поперечной резки. На ножницах имеется датчик числа поперечных стержней, импульсы от которого подаются на счетчик. Длина отрезаемой сетки задается числом поперечных стержней. При заполнении счетчика до заданного числа он выдает сигнал на ножницы поперечной резки, которые делают один рез, и элемент сетки подается на пакетировщик. Последний по сигналу от ножниц, поступающему через реле времени *PВ*, укладывает элемент в стопу, которая краном транспортируется на склад. В составе линии могут быть ножницы продольной резки, если необходимо изготавливать более узкие сетки. Элементы ИЛИ, показанные на схеме, позволяют осуществлять автономное управление отдельными агрегатами.

2. Автоматизация процесса предварительного напряжения арматуры

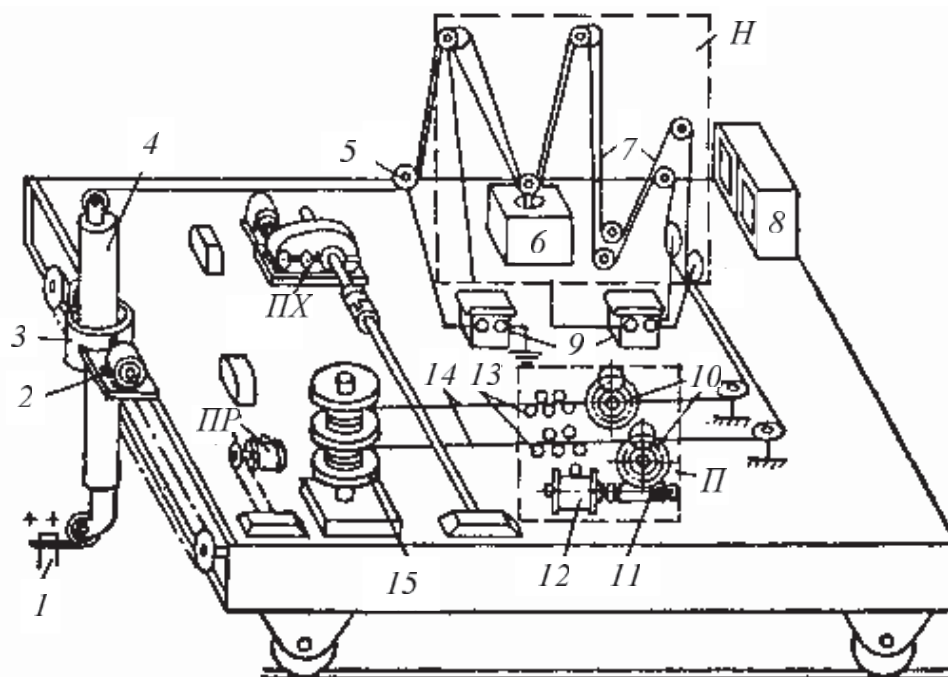
Существуют два способа преднапряжения бетона. По первому способу бетон до укладки в форму обжимают арматурой, растянутой и закрепленной на специальных упорах формы или стенда. После формования изделия и достижения бетоном 70% проектной прочности концы арматуры освобождают от упоров; усилие предварительного напряжения передается на бетонное изделие. При втором способе арматура вводится в канал, устраиваемый до укладки бетона в форму, и после затвердевания его натягивается и закрепляется в торцах изделия. После этого в каналы нагнетается цементный раствор.

Арматуру можно натягивать электромеханическим, механическим и электротермическим способами. Первый способ находит применение на заводах сборного железобетона для изготовления плоских изделий, напорных труб, опор для линий передач, где применяют непрерывную

навивку и натяжение арматуры на передвижные или стационарные формы или на упоры стенов. Эта операция выполняется арматурно-навивочной машиной, которая необходимое усилие в арматуре создает механическим натяжением (30–50% требуемого) и охлаждением навиваемой нагретой током арматуры (70–50%).

При механическом способе применяются гидравлические домкраты, грузовые устройства и специальные навивочные машины. Электротермический способ, применяемый для натяжения стержневой и проволоочной арматуры, весьма прост и не требует сложных приспособлений. Он основан на удлинении арматуры при ее нагреве электрическим током до температуры 400 ° С.

В качестве примера *электро-механического способа натяжения* рассмотрим работу арматурно-навивочной машины (рис. 3.107, а), предназначенной для механизированных стенов. Машина представляет собой платформу, которая передвигается по рельсам, уложенным вдоль стенов, и может совершать возвратно-поступательные движения. На платформе установлены: каретка 3, перемещающаяся перпендикулярно движению машины, механизм подачи проволоки П, механизм ее натяжения Н, привод продольного хода машины ПХ и механизм поперечного движения каретки ПД.



а

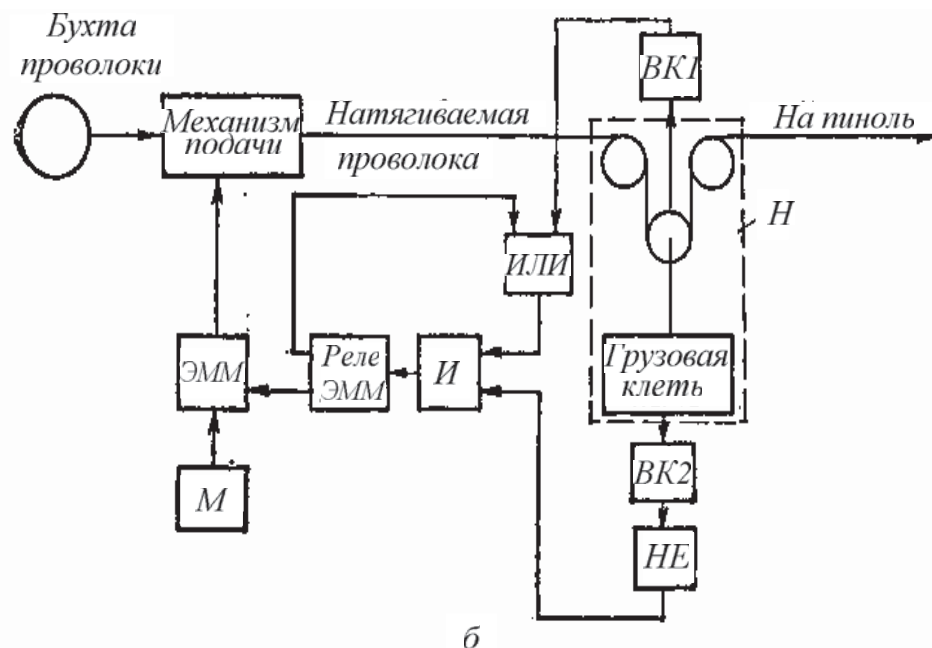


Рис. 3.107. Арматурно-навивочная машина: *а* – конструкция машины; *б* – структурная схема автоматической стабилизации натяжения проволоки

Машина работает следующим образом. Проволока 14 сматывается с двух бухт 15 и поступает в механизм подачи 11 через тормозное устройство 13, величина торможения которого регулируется. Проволока через тормозное устройство протаскивается дисками 10, огибая их три-четыре раза. Диски приводятся во вращение отдельным электродвигателем 12 через редуктор 11 и электромагнитную муфту. Далее проволока поступает в механизм натяжения *Н*, где имеется грузовая клетка 6 со сменными грузами, которая через систему блоков подвешивается на натягиваемой проволоке 7. Грузовая клетка создает постоянное натяжение проволоки и при своем перемещении вверх и вниз воздействует на конечные выключатели, которые управляют включением и выключением электромагнитной муфты механизма подачи.

Структурная схема автоматической стабилизации натяжения навиваемой проволоки показана на рис. 3.107, *б*). Проволока может сматываться с бухты только с помощью механизма подачи, который приводится двигателем *М* через электромагнитную муфту ЭММ. Когда муфта выключена, проволока не поступает и в процессе навивки расходуется ее запас, имеющийся в механизме натяжения. При этом грузовая клетка поднимается. Когда она достигнет верхнего положения, замыкается конечный выключатель ВК1 и дается сигнал на включение реле ЭММ. Включается ЭММ, и механизм подачи протягивает проволоку с бухты. Грузовая клетка опускается и в нижнем положении размыкает ВК2.

Тогда реле ЭММ выключает муфту, и прекращается подача проволоки с бухты. Таким образом, процесс все время повторяется.

Далее проволока идет на каретку поперечной укладки 3, пройдя через которую, крепится на упоре 1 формы. Каретка, предназначенная для поперечной укладки проволоки, имеет механизм передвижения ПД и пиноль 4, представляющий собой пустотелый шпиндель, имеющий на входе и выходе ролики, через которые проходит натягиваемая проволока, поступающая с механизма натяжения. Пиноль перемещается по высоте приводом 2.

Участок навиваемой проволоки от выходного ролика 5 механизма натяжения до упора 1 формы, на котором она крепится, нагревается электрическим током от понижающих трансформаторов 9. Таким образом, на упоры формы натягивается нагретая проволока. Натяжение проволоки производится продольным движением машины и поперечным движением каретки. Натяжение продольной и поперечной арматур выполняется оператором, передвигающим машину вдоль формы и каретку поперек нее. Поперечная арматура натягивается при неподвижном состоянии машины механизмом поперечного движения каретки.

Сила тока в цепи проволоки при постоянной ее длине автоматически регулируется в зависимости от скорости подачи. Сигнал, связанный со скоростью, поступает от тахогенератора, приводимого движущейся проволокой, и подается на обмотку управления магнитного усилителя, включенного в первичную цепь трансформатора нагрева. Таким путем уменьшается колебание температуры натягиваемой проволоки. По окончании намотки проволока крепится на конечном штыре и отрезается. Процесс намотки арматуры на следующей форме начинается с крепления проволоки на начальном штыре. Все двигатели машины имеют дистанционное управление 8, позволяющее реверсировать передвижение машины и каретки, а также перемещение пиноля по вертикали.

Механический метод натяжения арматуры применяется при поточном производстве преднапряженных конструкций. Для этой цели в составе технологической линии имеется стенд натяжения, работа которого может быть автоматизирована. Перед автоматической системой ставится задача соблюдения заданной последовательности включения узлов, входящих в состав стенда, и получения требуемого натяжения арматуры. В состав стенда входят: рольганг, на котором форма устанавливается в исходное положение для натяжения, гидродомкрат с пневматическим захватом пакета арматуры, гидронасос с электродвигателем и контактным манометром, аппаратура управления. Формы, в которых изготавливаются изделия, имеют упорные винты с гайками, через которые проходят пакеты арматуры. Гайки вращаются специальным электродвигателем и могут упираться в борт формы.

Структурная схема автоматизированной системы натяжения представлена на рис. 3.108. Система работает следующим образом. При повороте вправо ключа управления *КУ* включается реле *P2*, которое дает питание на электромагнит *ЭМ3* привода реверсивного гидрозолотника *ГЗН*. Последний соединяет магистраль от масляного насоса *МН* со штоковой полостью гидроцилиндра *ПНЦ*. Одновременно *P2* включает реле *P3*, которое подает питание на *ЭМ2* привода пневмозолотника *ПЗ3*, подающего сжатый воздух на пневмоцилиндр захвата пакета арматуры, а также включает контактор *КМН* двигателя масляного насоса *МН*.

Масло поступает в штоковую полость гидроцилиндра *ПНЦ*, поршень которого перемещается и натягивает арматуру. Усилие в пакете контролируется по манометру *КМ* в масляной магистрали. После небольшого обжатия в форму ставятся закладные детали. Затем снова запускается масляный насос; когда давление в магистрали достигнет заданного значения, манометр *КМ* замкнет свой контакт и включит реле времени *PВ*, которое после некоторой выдержки отключает реле *P2*, натяжение прекращается.

Во время натяжения оператор магнитным пускателем *МП* включает двигатель *М1*, вращающий гайку упорного винта *ГУ* с тем, чтобы выбрать зазор между гайкой и бортом формы. Если давление в магистрали упадет, контакты манометра *КМ* разомкнутся, включится реле *P1* и процесс натяжения повторится. По завершению натяжения оператор поворачивает

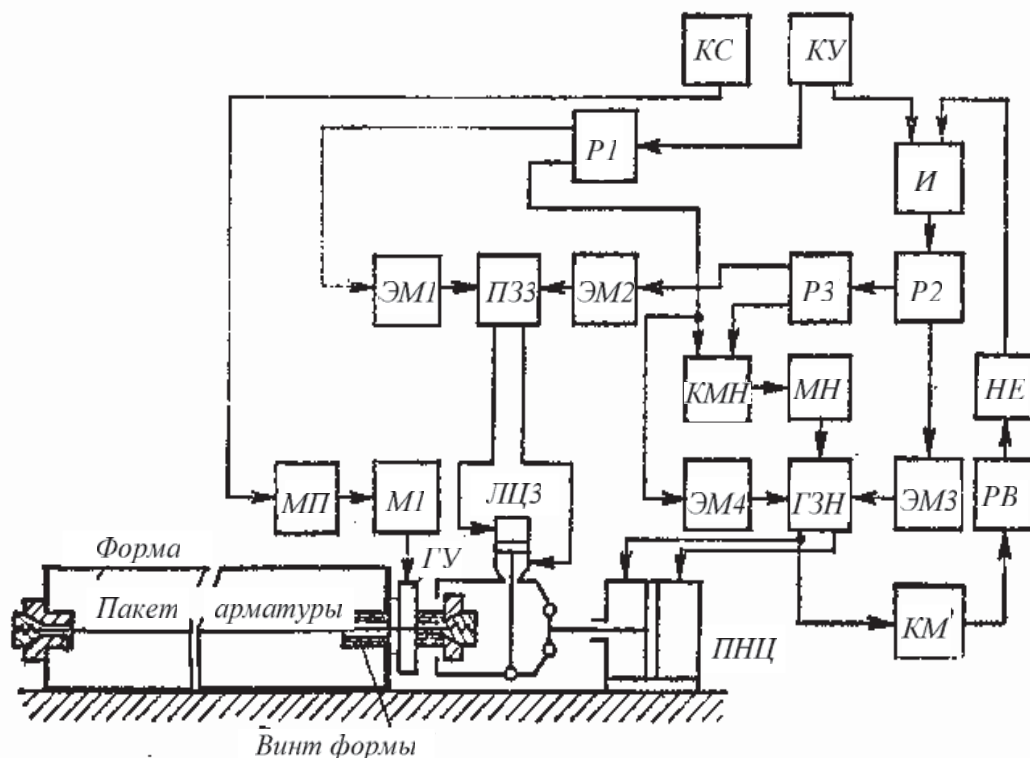


Рис. 3.108. Структурная схема автоматизированной системы управления стендом для натяжения арматуры

ключ управления влево, благодаря чему включается реле *P1*, которое дает питание на *ЭМ4*, переключающий *ПЗЗ* на расцепление, и подает сигнал на пуск масляного насоса. После этого система приходит в исходное состояние, и усилие натяжения арматуры передается на упорный винт с гайкой. При повороте ручки *KУ* в нейтральное положение все цепи отключаются, а стенд готов к повторению – операции натяжения. В схеме могут быть предусмотрены блокировки, ограничивающие ход поршня гидроцилиндра при возвращении стенда в исходное состояние.

При электротермическом методе натяжения арматуры к стержням, заложенным в гнезде торцовых стенок формы, подводится электрический ток и они нагреваются до 400 ° С. В результате этого стержни удлиняются и передвигают подвижную опору нагревательного устройства, которая при заданном перемещении воздействует на конечный выключатель, дающий сигнал на выключение тока. При остывании стержни сокращаются, и их подвижный конец фиксируется сидящими на них подвижными муфтами, упирающимися в борт формы. Таким образом, достигается предварительное натяжение стержня. После этого производится формовка изделия. Затем следует термовлажностная обработка, при которой бетон сцепляется с напряженной арматурой и изделие набирает прочность. При 70% проектной прочности выступающие концы стержней обрезаются и обжимающее усилие передается на бетон.