

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Механико-технологический факультет
Кафедра машиностроения, автоматике и электроэнергетики

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ К.М. Виноградов
_____ 201_ г.

Разработка автоматизированной системы
управления блока свивки композитной арматуры

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
к.т.н., доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 201_ г.

Руководитель работы,
преподаватель
_____ Ю.В. Константинов
_____ 201_ г.

Автор работы
студент группы ДО-439
_____ Н.А. Павлов
_____ 201_ г.

Нормоконтролер,
к.т.н., доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 201_ г.

Челябинск 2018

АННОТАЦИЯ

Павлов, Н.А. Разработка автоматизированной системы управления блока свивки композитной арматуры – Челябинск: ЮУрГУ, МТ; 2018, 77 с.15 ил. Библиографический список – 20 наим., 7 листов чертежей ф. А1.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке нового принципа дозирования клеевого состава для линии по производству композитной арматуры, используя автоматизированную систему управления параметрами процесса свивки арматуры.

В работе проведен анализ и исследование известных видов арматуры, сравнительных характеристик и областей их использования.

Был произведен обзор методов и оборудования для производства композитной арматуры.

В конструкторской части была разработана схема устройства свивки стеклопластиковой арматуры с использованием дозирующего устройства и разработана его конструкция.

Разработан алгоритм работы автоматизированной системы управления параметрами операции свивки арматуры с учетом основных характеристик данной операции.

В разделе безопасности были рассмотрены общие требования к охране труда при работе на автоматизированной линии и обзор средств индивидуальной защиты.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка автоматизированной системы управления блока свивки композитной арматуры	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Павлов						
Провер.		Константинов					4	75
Н. Контр.						ЮУрГУ (НИУ) Кафедра МАЭ		
Утверд.		Виноградов						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1 Анализ видов и характеристик армирующих элементов.....	8
1.1.1 Металлическая арматура.....	8
1.1.2 Композитная арматура.....	20
1.2 Обзор методов и оборудования для производства композитной арматуры.....	35
1.3 Обзор отечественных и передовых зарубежных управляющих устройств.....	37
1.3.1 Программируемый логический контроллер Ломиконт.....	37
1.3.2 Многопрофильный контроллер Siemens Simatic S7-1200.....	40
1.3.3 Контроллер Omron CPM2A.....	42
Выводы по части один.....	44
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	46
2.1 Разработка схемы блока свивки стеклопластиковой арматуры....	46
2.2 Разработка алгоритма работы блока свивки.....	51
2.3 Подбор элементной базы для блока свивки стеклопластиковой арматуры.....	55
Выводы по части два.....	60
3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	61
Выводы по части три	65
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	66
4.1 Инструкция по охране труда при работе на автоматизированной линии.....	71
4.2 Расчет вентиляции помещения.....	70
4.3 Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях на пожаро- и взрывоопасных объектах.....	71
Выводы по части четыре.....	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	75
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	76

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что повышение эффективности и долговечности конструкций на современном этапе развития строительства невозможно без использования современных видов композитных материалов, поэтому на сегодняшний день строительная индустрия активно использует их для создания более прочных элементов конструкций. Основные задачи для производства, в современных экономических условиях, следующие: сократить производственные циклы изготовления; повысить качество изделий; уменьшить производственные затраты. Композиционный материал – искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с четкой границей раздела между ними. Хотелось бы отметить, что композитная арматура, несмотря на все ее положительные характеристики, используется в России не так активно, как на Западе. В России ее стали использовать только несколько десятилетий назад.

Композитная арматура имеет огромные перспективы на рынке строительных материалов. Ее смело можно использовать в закладке фундаментов, в строительстве малоэтажных зданий, прокладке дорог и прочих сооружениях, которые подвергаются постоянному воздействию агрессивных сред. При применении композитной арматуры в строительстве многоэтажных домов или мостов следует также учитывать ее химические и физические свойства еще на этапе проектирования конструкции. Композитная арматура – неметаллические стержни из стеклянных, базальтовых, углеродных или арамидных волокон, пропитанных терморезистивным или термопластичным полимерным связующим. Арматуру, изготовленную из стеклянных волокон, принято называть стеклопластиковой (АСП), из базальтовых волокон – базальтопластиковой (АБП), из углеродных волокон – углепластиковой. Для сцепления с бетоном

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		6

на поверхности композитной арматуры в процессе изготовления формируются специальные рёбра либо наносится покрытие из песка [1].

В современном строительстве доля затрат на стальную арматуру достигает 20–40% от общей стоимости. Именно поэтому большим потенциалом для снижения стоимости строительства обладает АСП – она прочнее стальной арматуры, в четыре раза легче стали (снижение нагрузки на фундамент) и в 2 раза дешевле.

Инновационное производство композитных материалов приводит к повышению конкурентоспособности продукции предприятия, способствует укреплению позиций предприятия на рынке и стимулированию сбыта товара, повышению основных экономических показателей хозяйственной деятельности предприятия. Развивается номенклатура используемых в экономике композитных материалов, что обуславливает низкие капитальные затраты и возможность работы при малом и резко изменяющемся объеме производства. Применение современных методов по производству композитных материалов позволяет получить качественные продукты, стоимость которых уступает стоимости продукции из металла.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		7

1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Анализ видов и характеристик армирующих элементов

Арматура – совокупность соединенных между собой элементов, которые при совместной работе с бетоном в железобетонных сооружениях воспринимают растягивающие напряжения (хотя также могут использоваться для усиления бетона в сжатой зоне).

Элементы арматуры делятся на жёсткие (прокатные двутавры, швеллеры, уголки) и гибкие (отдельные стержни гладкого и периодического профиля, а также сварные или вязаные сетки и каркасы). Арматурные стержни могут быть стальными, стеклопластиковыми, древесного происхождения (бамбук) и др.

1.1.1 Металлическая арматура

Металлическая арматура – горячекатаная круглая сталь, которая предназначена для армирования железобетонных конструкций. Арматура применяется для изготовления всех видов железобетонных конструкций, что необходимо для усиления прочностных характеристик бетона. Преимущественно, применяется стальная гибкая – стержни, сварные сетки и каркасы, но иногда необходима и жесткая – прокатные двутавры, швеллеры и уголки. Для создания арматуры используется специальная арматурная сталь, так как ее используют для создания ответственных строительных деталей и конструкций, и она должна выдерживать огромные нагрузки [2].

Строительная арматура различается

- По своему профилю на круглую, гладкую (класс А1) и арматуру периодического профиля (класс А3);

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		8

- По материалу изготовления на стальную и неметаллическую;
- По способу изготовления на стержневую, канатную и проволочную арматуру;
- По принципу работы на ненапрягаемую и напрягаемую;
- По назначению на рабочую, распределительную и монтажную арматуру;
- По способу установки на сварную и вязаную, в виде отдельных стержней, сеток и каркасов [2, 3].

Арматура А1

Арматура А1 производится из высококачественной углеродистой низколегированной стали периодического или гладкого профиля, а также из холоднотянутой проволоки. Сегодня промышленность выпускает тканые сетки с особыми ячейками, которые предназначаются для армирования тонкостенных железобетонных конструкций. Для армирования балок, прогонов, а также ригелей промышленность выпускает пространственные или плоские арматурные каркасы.

Существуют следующие виды контактов с бетоном, которые может иметь арматура А1: трение, сцепление – то есть соединение при помощи обетонирования стального элемента арматуры, соединения на связях сдвига, обжатие стальной арматуры железобетоном после усадки бетона, электрохимической взаимодействие стальной арматуры А1 и цементного раствора.

Для армирования предварительно напряженных конструкций за исключением высокопрочной штучной стальной арматуры используются стальные пучки, а также пряди, которые производят из высокопрочных проволок и канаты, состоящие из нескольких прядей.

На сегодняшний день арматура А1 достаточно широко применяется в различных отраслях промышленности. Используют арматуру А1 в строитель-

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		9

стве, при добыче и транспортировке газа, а также нефти, на различных предприятиях нефтегазовой промышленности, угольной промышленности и для самых различных строительных целей. Арматура А1 отличается тем, что может эксплуатироваться даже в самых агрессивных средах, например, при работе с хлором или природным газом.

Изготавливают арматуру А1 следующих классов: Ат400С, Ат500С, Ат600, Ат600С, Ат600К, Ат800, Ат800К, Ат1000, Ат1000К и Ат1200.

Арматура А3

Арматура А3 широко применяется для изготовления самого широкого спектра конструкций из железобетона. При этом строительная арматура А3 значительно повышает прочностные характеристики такого изделия. Для изготовления ее используют высококачественную специальную арматурную сталь. Также используется особая сталь, легированная такими элементами, как титан, кремний, марганец, хром. Такая сталь может значительно повысить различные механические характеристики, которые может иметь арматура А3. Химический состав стали, из которой производится арматура А3, должен соответствовать стандартам ГОСТ 380-94 (для низкоуглеродистой стали) и ГОСТ 14959-79 (для стали высокоуглеродистой).

Характеристики, которые имеет арматура А3, самым прямым образом влияют на качество железобетонного изделия. Именно поэтому к арматуре А3 предъявляются особые требования. В частности, арматура А3 должна обладать очень хорошей свариваемостью и обрабатываемостью, повышенной стойкостью металла арматуры к коррозии, высокой прочностью, а также пластичностью материала, усталостной прочностью. Также арматура А3 должна обеспечивать хорошее сцепление с бетоном.

Строительная арматура А3 периодического профиля – это профили круглой формы с двумя продольными ребрами, а также поперечными выступами,

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		10

которые идут по трехзаходной винтовой линии. Для профилей, которые имеют диаметр 6 мм, допускается наличие выступов, которые идут по однозаходной винтовой линии. Для профилей диаметром 8 мм – по двухзаходной винтовой линии. Для удобства потребителей может быть произведена размотка арматуры А3, которая имеет диаметр 8-10 мм.

Минимальный размер, который может иметь арматура А3 – 6 мм, а максимальный – 80 мм. Строительная арматура А3, которая имеет диаметр менее 10 мм, поставляется в мотках. Строительная арматура А3, имеющая диаметр 100 мм и более – в особых прутках, которые могут иметь длину от 6 до 12 м или мерной длины.

По своим эксплуатационным характеристикам арматура А3 подразделяется на свариваемую, стойкую к коррозионному растрескиванию. Свариваемая арматура А3 обозначается индексом "С". Арматура А3 стойкая к коррозионному растрескиванию маркируется буквой "К". Если же арматура А3 обозначается индексом "Т", то в таком случае необходимо знать, что такая арматура А3 предназначается для термически упрочненной арматурной стали. Если же арматура А3 помечена индексом "В", то такая арматура А3 подходит для упрочненной вытяжки.

Арматура А3 в зависимости от своих свойств может подразделяться по различным классам прочности.

Класс прочности – установленное стандартом нормируемое значение физического или условного предела текучести стали в ньютонах на один квадратный миллиметр.

Угол наклона поперечных выступов – угол между поперечными выступами (рифлением) и продольной осью стержня.

Шаг поперечных выступов – расстояние между центрами двух последовательных поперечных выступов, измеренное параллельно продольной оси стержня.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		11

Высота поперечных выступов – расстояние от наивысшей точки поперечного выступа до поверхности сердцевины стержня периодического профиля, измеренное под прямым углом к продольной оси стержня.

Номинальный диаметр арматурной стали периодического профиля (номер профиля) – диаметр равновеликого по площади поперечного сечения круглого гладкого стержня.

В зависимости от механических характеристик арматура А3 подразделяется на классы: АI (А240), АII(А300), АIII(А400), АIV(А600), AV(А800), AVI(А1000). В строительной арматуре класса А1 используется гладкий профиль, а в остальных – периодический.

Арматура 25Г2С

Арматура А3 25Г2С широко используется в различных видах строительства и реконструкции. Арматура 25Г2С может применяться для армирования железобетонных конструкций как вспомогательных, так и несущих. Она прочна, надежна и придает такие же характеристики железобетону.

Химический состав данной стали обеспечивает арматурному прокату высокую степень свариваемости, что позволяет применять арматуру 25Г2С в сварных металлоконструкциях. Также данный вид арматуры имеет рифления отличные от других марок, что обеспечивает отличную сцепку с бетоном.

Поперечная арматура предназначена для того, чтобы снизить риск возникновения наклонных трещин, она связывает бетон сжатой зоны. Продольная арматура 25Г2С также снижает риск возникновения наклонных трещин, но еще и регулирует растягивающее напряжение. Кроме того, арматура 25Г2С, благодаря специальной конструкции не только улучшает эксплуатационные характеристики конструкции, но еще и позволяет использовать данную арматуру весьма экономично.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		12

Арматура 35ГС

Для строительства ответственных железобетонных конструкций применяется термомеханическая и термически упроченная рифленая арматура 35ГС диаметром 6-40мм – ГОСТ 10884-81. Длина данного вида арматуры колеблется от шести до 11,7 метра.

Арматура 35ГС – это специализированная арматура, которая изготовлена из низколегированной конструкционной стали марки 25Г2С и представляет собой стальной прут круглого сечения с рифленой или гладкой поверхностью.

Арматура 35ГС размещается внутри железобетонной конструкции, когда нужно придать конструкции большую жесткость, обеспечить надежное сцепление с бетоном, а также в случае армирования дорожного полотна. При этом существует несколько вариантов размещения. Например, продольная арматура 35ГС помогает регулировать растягивающее напряжение. Поперечное размещение арматуры 35ГС позволяет осуществить связывание бетона сжатой зоны. В обоих случаях, арматура 35ГС еще и значительно снижает вероятный риск возникновения наклонных трещин. Кроме того, арматура 35ГС, благодаря специальной конструкции не только улучшает эксплуатационные характеристики конструкции, но еще и позволяет использовать данную арматуру весьма экономично.

Арматура А500С

Арматура А500С ГОСТ 5781-82 – это разновидность сортового металлопроката. Если быть точнее, это сталь горячекатаная круглая, которая имеет периодический или круглый профиль. Арматура А500С гладкая – круглые стержни с гладкой поверхностью. Арматура А500С рифленая – стержни с расположенными на их поверхности под углом к продольной оси поперечными выступами для улучшения сцепления с бетоном.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		13

Качества арматуры обычно определяется качеством и маркой стали, которая имеет различные эксплуатационные характеристики. Так, арматура может делиться по классам прочности, или на свариваемую и стойкую против коррозионного растрескивания и так далее. Маркировка арматуры 10 может указать и на то, что она может применяться для термически упрочненной арматурной стали или для упрочненной вытяжки.

Предназначение арматуры А500С – армирование конструкций из железобетона, являющихся предварительно напряженными или обычными. Она необходима для того, чтобы придать им дополнительную прочность и защиту от деформаций. Существует несколько вариантов размещения арматуры А500С внутри железобетонной конструкции. Продольная арматура А500С снижает риск возникновения наклонных трещин, а также регулирует растягивающее напряжение. Поперечная предназначена для того, чтобы снизить риск возникновения наклонных трещин, она связывает бетон сжатой зоны.

Арматура В500С

Сталь холоднодеформированная арматурная класса В500С с трехсторонним профилем изготавливается из углеродистых сталей обыкновенного качества с нормированным пределом текучести не менее 500Н/мм².

Арматура В500С соответствует требованиям ГОСТ Р 52544-2006, ТУ 14-1-5553-2007, разработанным на основе Евронорм (DIN 488, EN 10080, ISO 10544).

Она рекомендована НИИЖБом для повсеместного применения наряду и взамен всех нижележащих классов проволочной и стержневой арматуры номинальных диаметров, в т.ч. А1-А3 (А240, А300, А400) по ГОСТ 5781-82; Ат400С, Ат500С по ГОСТ 10884-94; А400С по СТО АСЧМ 7-93; Вр500 по ТУ 14-170-217-94 и т.п.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		14

Область применения арматуры В500С:

- В производстве сборного железобетона в качестве полноценно замены арматуры классов от Вр-1, А400(А3) и А500С и всей низкоуглеродистой арматуры;
- При производстве сварных металлических сеток типа "карта", решетчатых опор, объемных металлических каркасов;
- При изготовлении строительных крючков, анкеров, петель и закладных деталей, гнутых профилей, для железобетонных изделий и монолитного строительства.

Механические характеристики:

- Класс прочности: В500С;
- Значение условного предела текучести: более 600 Н/мм²;
- Значение временного сопротивления: в пределах 700 Н/мм²;
- Значение относительного удлинения, при максимальной нагрузке: более 3 %;
- Значение отношения временного сопротивления к условному пределу текучести: в пределах 1,15-1,20 %;
- Значение относительного удлинения: >14%. Развес: бухты массой до 1000 кг. Размер бухты: наружный диаметр до 930 мм, внутренний диаметр 600 мм, ширина 440 мм.

Преимущества арматуры В500С:

- При размотке арматура не скручивается. Это связано с трехсторонним рифлением арматуры и отсутствием лампасов;
- Изнашиваемость деталей оборудования существенно снижается. Например, при использовании арматуры из стали марки 25Г2С направляющий ролик для подачи арматуры на станок для сварки необходимо менять каждые 3 дня. При использовании арматуры В500С ролик меняют раз в месяц. Соот-

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		15

ветственно, снижается время технологического простоя и увеличивается производительность;

- За счет улучшенной свариваемости арматуры В500С, существенно снижается потребление электроэнергии за счет снижения времени для осуществления сварки;

- За счет улучшенной свариваемости также обеспечивается улучшенная жесткость готовой конструкции, а, следовательно, и качество конечного изделия;

- Арматура В500С является европейским стандартом арматуры. Следовательно, идеально подходит при использовании на импортном оборудовании;

В настоящее время арматурный прокат производится и поставляется ведущими предприятиями в цилиндрических бухтах массой до 1000 кг, что позволяет без труда разматывать прокат при переработке в прутки мерной длины и при производстве арматурной сетки. Среди производителей холоднодеформированного проката довольно распространенной практикой является первичная переработка мотков арматуры: раскрой на мерные длины, изготовление сварных сеток и каркасов, закладных деталей и т. п. по заказам строителей. Это ведет к снижению использования на стройплощадке площадей для объектного складирования и раскроя арматуры [4].

Строительная арматура по классу арматурной стали подразделяется на: А240 (АI), А400С (АIII), А500С (АIII), А600 (АТ-IV), А600С(АТ-IVС), А600К (АТ-IVК), А800 (АТ-V), А800К (АТ-VК), А800СК и А1000 (АТ-VI).

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		16

Таблица 1 – Классификация арматуры

Класс арматуры	Диаметр, мм	Марка стали
A240 (A1)	6-40	СтЗкп, СтЗпс, СтЗсп
A400С (AIII)	6-40 6-22	35ГС, 25Г2С 32Г2Рпс
A600 (Ат-IV)	10-18 (6-8) 10-32 (36-40)	80С 20ХГ2Ц
A800 (Ат-V)	10-32 (6-8) (36-40)	23Х2Г2Т

Примечание: В скобках указаны старые названия классов арматуры (которые поставщики иногда применяют для маркировки).

Арматурный прокат (арматуру) подразделяют на:

- свариваемый (обозначается индексом С);
- стойкий против коррозионного растрескивания под напряжением (обозначается индексом К);
- не свариваемый (без индекса С);
- нестойкий против коррозионного растрескивания (без индекса К) [5].

Необходимо отметить, что в настоящее время, промышленностью выпускается большинство арматурного проката без индекса "С". Такую арматуру не рекомендуется сваривать, так как в месте сварки она становится хрупкой, что снижает прочность каркаса. При монтаже такая арматура вяжется проволокой.

В частном строительстве наиболее популярны такие классы: А240 (А1) – поперечная арматура; А400С (АIII), А500С (АIII) – продольная и поперечная арматура.

Поставка арматурной стали при диаметре менее 10мм (так называемая – катанка) осуществляется в мотках. При диаметре 10 и более мм – прутками, длиной от 6 до 12 м или мерной длины (такой вид поставки более привычен для частного строительства). Также производят арматуру в виде сварных се-

ток, предназначенных для армирования плит перекрытия, фундаментов, стен и т. д.

В зависимости от технологии изготовления, строительная арматура бывает стержневая, проволочная и каркасные сети (рисунки 1.1, 1.2 и 1.3).



Рисунок 1.1 – Арматура проволочная

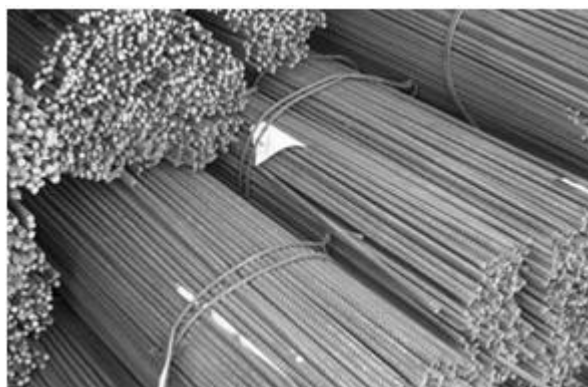


Рисунок 1.2 – Арматура стержневая

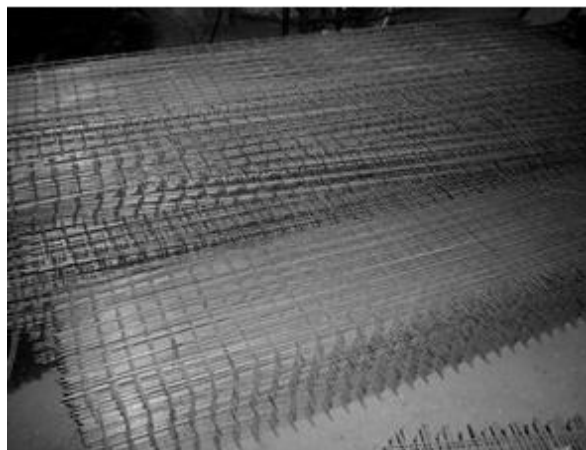


Рисунок 1.3 – Каркасные сетки

Стержневая. Получают из горячей прокатной стали. Получила наибольшее распространение в частном и промышленном строительстве А-I (А240), А-III (А400), диаметром от 6 до 80мм.

Проволочная. Горячетянутаая сталь используется реже, по большей части для армирования кладки стен (Вр-I и В-I), диаметром 3-5мм [5].

По профилю арматура бывает:

Периодического профиля, имеет специальные ребра (насечки, рифления), что улучшает сцепление с бетоном и обеспечивает совместную работу стали и бетона. Бывает кольцевой, серповидной, смешанной и гладкой (рисунки 1.4 и 1.5).



Рисунок 1.4 – Тип профиля арматуры



Рисунок 1.5 – Гладкая арматура

По виду упрочнения строительной арматуры:

- Горячекатаная арматура, не подвергается после создания дальнейшему упрочнению, требуемые механические свойства обеспечиваются химическим составом стали.
- Термически упрочненная арматура, арматура подверженная термической обработке для увеличения прочностных свойств (повышение характеристик прочности арматурной стали методом ее закалки).

1.1.2 Композитная арматура

Композитная арматура – неметаллические стержни из стеклянных, базальтовых, углеродных или арамидных волокон, пропитанных терморезистивным или термопластичным полимерным связующим и отверждённых. Арматуру, изготовленную из стеклянных волокон, принято называть стеклопластиковой (АСП), из базальтовых волокон – базальтопластиковой (АБП), из углеродных волокон – углепластиковой. Для сцепления с бетоном на поверхности композитной арматуры в процессе производства формируются специальные рёбра или наносится покрытие из песка.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		20

Благодаря своим физико-механическим характеристикам и техническим преимуществам композитная арматура может являться альтернативой арматуре из металла, как обладающей сочетанием высокой прочности и коррозионной стойкости. У композитной арматуры модуль упругости примерно в 3-4 раза ниже, чем у стальной (для базальтопластиковой и стеклопластиковой арматуры).

Композитная арматура, как и металлическая значительно снижает свои прочностные характеристики при нагреве. У композитной арматуры отсутствует площадка текучести и разрушение при растяжении носит хрупкий характер [6].

Виды композитной арматуры

Стеклопластиковая арматура

Стеклопластиковая арматура (АСП) – композитная арматура, изготавливаемая из стекловолокна, придающего прочность, и термореактивных смол, выступающих в качестве связующего. Одним из плюсов стеклопластиковой арматуры являются малый вес и высокая прочность. Имея высокую прочность и коррозионную стойкость, является альтернативой арматуре из металла.

Стеклопластиковая арматура стала настоящим прорывом в производстве продукции на основе бетона: изготовлении железобетонных конструкций, строительных работах и т.д. Намного более высокая стойкость к коррозии. По сути, стеклопластик на воду вообще никак не реагирует и может находиться в ней вечно. Тогда как стальная арматура, при наличии в железобетонном изделии трещин и, как следствие, доступа влаги к металлу, быстро поддается коррозии. В результате этого несущая способность железобетона падает. Из-за опасений перед коррозией конструкторы вынуждены закладывать больший запас прочности в ЖБИ, что увеличивает стоимость любого объекта, в состав

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		21

которого они входят. В случае с арматурой из стеклопластика поправку на коррозию вводить не надо, поэтому можно использовать ее меньшего диаметра.

Значительно меньший вес (сам стеклопластик в 5-9 раз легче конструкционной стали). Поэтому изделия, в которых используется такая арматура и объекты, возведенные на их основе, получаются более легкими, а значит, им требуется более простой фундамент. Плюс к этому – экономия на транспортных расходах.

Можно применять в домашнем хозяйстве для фундамента небольших построек, при постройке парника и теплицы.

Как показали исследования, изделия из стеклопластиковой арматуры могут эксплуатироваться при температуре от минус 700 °С до плюс 1000 °С, что для обычных строительных объектов вполне достаточно.

Надежность сооружений, возведенных на основе бетона с такой арматурой, уже не раз подтверждалась на практике. Так, например, маяк в Сочи функционирует без всяких нареканий вот уже более 40 лет. И учтем тот факт, что он находится вблизи моря, где климат, с точки зрения воздействия на стройматериалы, является очень агрессивной средой.

Но у этой арматуры до недавнего времени был один существенный недостаток: ее стоимость была намного выше, чем стальной. Сейчас, благодаря развитию технологий, ситуация изменилась с точностью до наоборот. Арматура, цена на которую стала ниже, чем на стальную, начала стремительно завоевывать все более высокие позиции на строительном рынке [10, 19]

В Европе бетонные изделия с такой арматурой стали широко применяться, в первую очередь, при строительстве ответственных объектов – мостов, дамб, туннелей и т.д., эксплуатирующихся в условиях повышенной влажности.

Характеристики стеклопластиковой арматуры представлены в таблице 2.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		22

Таблица 2 – Характеристики стеклопластиковой арматуры

Общие характеристики однонаправленного стеклопластика	
1. Плотность, кг/м ³	1950...2200
2. Коэффициент теплопроводности, Вт/(м × К)	0,46...0,5
3. Коэффициент линейного расширения, К ⁻¹	(0,55...0,65)·10 ⁻⁵
4. Водопоглощение, %	0,05
5. Тангенс угла диэлектрических потерь	0,045...0,055
6. Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом	1,0 × 10 ¹⁵
1. Арматура стеклопластиковая ТУ 2296-001-20994511	
1.1 Диаметр, мм	От 2 до 14
1.2 Предел прочности при поперечном изгибе, МПа	1585
1.3 Предел прочности при растяжении, МПа	1000
1.4 Предел прочности при сжатии, МПа	820
1.5 Модуль упругости при растяжении, МПа	50 000
1.6 Предел прочности по напряжениям сдвига вдоль волокон при поперечном изгибе арматуры, МПа	35
1.7 Предел прочности при срезе арматуры поперек волокон, МПа	185
1.8 Температура стеклования связующего, °С	89

Для производства стеклопластиковой арматуры чаще всего используют такие марки эпоксидных смол, как LE-828 и CYD-128. Характеристики данных смол приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Характеристики эпоксидной смолы марки LE-828

Внешний вид	Вязкая, прозрачная жидкость
Эпоксидный эквивалентный вес (г/экв.)	185-195
Цвет по Граднеру, не более	1
Температура вспышки, °С, не менее	150
Вязкость, сП, при 25 С	12000-15000
Плотность, г/см ³ , 25 °С	не более 0.1

Таблица 4 – Характеристики эпоксидно-диановая смолы CYD-128

Внешний вид	Вязкая, прозрачная жидкость
Цвет по Граднеру, не более	0.8
Эпоксидный эквивалентный вес (г/экв.)	184-194
Массовая доля омыляемого хлора, %	не более 0.1
Вязкость, сП, при 25 С	11000-14000

Базальтопластиковая арматура

Базальтопластиковая арматура (АБП) – один из видов композитной арматуры, изготавливаемый из базальтового волокна и эпоксидной смолы. Существенным отличием данного строительного материала от других композитов является более высокая стойкость к агрессивным средам. Однако, несмотря на высокую огнестойкость базальтового волокна, жаропрочность базальтовой арматуры не отличается от стеклопластиковой, так как полимерная матрица не в состоянии выдержать температуры выше 160°С.

Базальтопластик – современный композитный материал на основе базальтовых волокон и органического связующего, составляющий сильную конкуренцию металлу и превосходящий его по множеству физико-химических характеристик.

Главная отличительная черта базальтопластиковых материалов – их устойчивость к агрессивному воздействию химических сред, в частности, к воздействию щелочей или кислот, хлористых солей, углекислого и сернистого газов. Такая специфика арматуры из базальтопластика не просто позволяет расширить области ее применения в строительстве, но, и существенно увеличить межремонтный период.

Среди преимуществ базальтопластиковой арматуры – низкая теплопроводность, радиопрозрачность и магнитоинертность, что позволяет обеспечить диэлектрические и антимагнитные свойства конечных конструкций.

Базальтопластиковая арматура получила широкое распространение в Западной и Восточной Европе, на Ближнем Востоке, востребована в Великобритании, где особенно высоки требования к качеству строящихся объектов.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		25

Углепластиковая арматура

Углепластиковая арматура предназначена для усиления бетонных конструкций при строительстве объектов различного назначения. Стержни выпускаются в широкой размерной линейке с ребристой поверхностью для качественного сцепления с растворами.

Достоинства углепластиковой арматуры:

- Увеличенная прочность на разрыв;
- Устойчива к воздействию коррозии;
- Кислотостойкая;
- Цена продукции ниже, чем у материалов другого состава;
- Показатель упругости намного выше, по сравнению со сталью;
- Не является проводником тепла;
- Может выпускаться с разными строительными длинами [7].

Применение композитной арматуры

Согласно СНиП 2.03.11-85 и МГСН 2.08-01С и с учётом свойств стеклопластиковой арматуры АКС (ТУ-2296-001-60722703-2010) рекомендуется применение в следующих конструкциях:

- В плитах перекрытия длиной до 5м, толщиной плиты 200мм с шагом ячеей 200х200мм Ø8мм, (арматура укладывается в верхней и нижней зоне плиты), класс бетона В25;
- Для армирования бетонных конструкций и смешанного армирования железобетонных конструкций;
- Фундаменты ниже нулевой отметки залегания;

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		26

- В армированных конструкциях, подвергающихся воздействию агрессивных сред, вызывающих коррозию стальной арматуры (в конструкциях, соприкасающихся с морской водой, например, набережные, берегоукрепление). Рационально применение АКС в элементах дорожного строительства (например, в дорожных плитах), которые подвергаются агрессивному воздействию противогололёдных реагентов;

- При ремонте бетонных конструкций, поврежденных воздействием агрессивных сред (в первую очередь хлоридных);

- Тонкостенные конструкции различного назначения в случаях, когда отсутствует возможность обеспечить нормативные требования к толщине защитного слоя;

- При армировании кирпичной кладки, особенно в зимнее время, когда в кладочный раствор вводятся противоморозные добавки - хлористые соли, вызывающие коррозию стальной арматуры.

- При возведении домов из несъемной опалубки;

- Осветительные опоры, опоры ЛЭП, изолирующие траверсы ЛЭП;

- Канализационных коллекторах и конструкциях ниже нулевой отметки залегания для исключения блуждающих токов;

- Для улучшения теплотехнических характеристик стен, рекомендуется применение АКС в трёхслойных стеновых панелях, в качестве гибких связей (с шагом 600х600мм в шахматном порядке);

- Применять в конструкциях подвергающихся постоянному тепловому режиму не выше 60 °С и кратковременному до 100 °С;

- Применять в несущих конструкциях бассейна, при толщине стенки от 200мм;

- Арматура также предназначена для армирования конструкций из асфальтобетона эксплуатирующихся в условиях воздействия агрессивных сред;

- Применять в армировании деревянных и клееных балках, для повышения жесткости изгибаемого элемента;

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		27

- Применять арматуру в зданиях до 3х этажей (включительно);
- Применять арматуру на объектах АПК (птичники, свинарники, коровники), так как арматура не содержит фенольных смол что подтверждается санитарно-гигиеническим заключением;
- Применять арматуру на объектах дорожного строительства (в полотнах интенсивного движения транспорта) в качестве несущей арматуры, после применения которой сеток из арматуры Ø8 АКС с размером ячейки 200x200мм, отмечено: цельность асфальтобетонного покрытия, а также отсутствие продольных и поперечных трещин и в том числе примыкания к трамвайным путям;

Особенности применения стеклопластиковой арматуры

Существует мнение что стеклопластиковая арматура плохо взаимодействует с бетоном при температурных перепадах, однако это не так. Коэффициент температурного расширения у бетона 0,00001 °С - следовательно, при увеличении температуры на 50 °С расширение достигает примерно 0,5 мм/м, у стальной арматуры равна 0.000012 °С, а у стеклопластиковой арматуры Армастек равна 0.00001 °С. Как видим данные очень близки с бетоном.

Неметаллическая композитная арматура может применяться как в виде отдельных стержней, так и в виде сеток и каркасов.

В наружных стеновых панелях арматуру АКС следует применять в виде: сеток и гибких связей. В случае невозможности получения готовых сеток они изготавливаются на месте.

Соединение арматуры – внахлест, длина анкеровки 70d, например, арматура Ø8мм, следовательно, длина анкеровки равна $L=70 \times 8=560$ мм.

Технология сборки каркасов из композитной и стальной арматуры аналогичны. Применяются те же приемы, оснастка и расходные материалы. Тради-

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		28

ционно – вязка арматуры стальной проволокой или более эффективно и экономичнее – вязка с использованием самозатягивающихся полимерных стяжек.

Толщина защитного слоя у арматуры назначается из условия совместной работы арматуры и бетона, и обеспечивается установкой фиксаторов из теплостойких и полимерных материалов, например, полиэтилена. При проектировании конструкций с неметаллической арматурой толщина защитного слоя назначается по СНиП 52-01-2003 и в среднем берется 15 мм.

Транспортировка стеклопластиковой арматуры

Арматура диаметром Ø4-Ø8мм поставляется в бухтах. Размер бухты (в диаметре) 1,2м, длина арматуры в бухте 100м (длина может быть увеличена до 150м)

Арматура диаметром Ø10мм, также поставляется в бухтах, диаметр которой составляет 1,7м. Длина арматуры в бухте 50м.

Арматура диаметром Ø12 и выше производится любой строительной длины (стандартная 12м, т.к это длина кузова грузового автомобиля).

Стеклопластиковая арматура АКС (ТУ-2296-001-60722703-2010) идеально-упругий материал, это означает что мы можем сворачивать ее в бухты и после того как убрали самозатягивающиеся стяжки, арматура выпрямится и будет пригодна для работы;

Упакованную арматуру транспортируют в горизонтальном положении в соответствии с действующими правилами перевозки грузов на соответствующих вида транспорта.

Сравнительная характеристика металлической и стеклопластиковой арматуры представлена в таблицах 5 и 6 [20].

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		29

Таблица 5 – Сравнительные характеристики арматуры

Характеристики	Металлическая класса А-III (А400С)	Арматура композитная поли- мерная стеклопластиковая (АКС)
1	2	3
Материал	Сталь	Стеклоровинг, связанный полимером на основе эпоксидной смолы
Предел прочности при растяжении, МПа	390	1000
Модуль упругости, МПа	200 000	55 000
Относительное удлинение, %	25	2,2
Плотность, т/м ³	7	1,9
Коррозионная стойкость к агрессивным средам	Коррозирует	Нержавеющий материал
Теплопроводность	Теплопроводна	Нетеплопроводная
Электропроводность	Электропроводна	Неэлектропроводная - является диэлектриком
Выпускаемые профили, мм	6 - 80	4 - 20
Длина	Стержни длиной 6-12 м	В соответствии с заявкой покупателя. Любая строительная длина. Возможна поставка в бухтах.

Окончание таблицы 5

1	2	3
Экологичность	Экологична	Не токсична, по степени воздействия на организм человека и окружающую среду относится к 4 классу опасности (малоопасные)
Долговечность	В соответствии со строительными нормами	Прогнозируемая долговечность не менее 80 лет
Параметры равнопрочного арматурного каркаса при нагрузке 25 т/м ²	При использовании арматуры 8 А-III размер ячейки 14×14 см. Вес 5,5 кг/м ²	При использовании арматуры 8 АКС размер ячейки 23×23 см. Вес 0,61 кг/м ² . Уменьшение веса в 9 раз

Таблица 6 – Равнопрочная замена арматуры по физико-механическим свойствам

Металлическая класса А-III (А400С)	Арматура композитная полимерная стеклопластиковая (АКС)
6 А-III	4 АКС
8 А-III	5,5 АКС
10 А-III	6 АКС
12 А-III	8 АКС
14 А-III	10 АКС
16 А-III	12 АКС
18 А-III	14 АКС
20 А-III	16 АКС

Преимущества стеклопластиковой арматуры:

- Высокая химическая стойкость стеклопластиковой арматуры;

Композитная арматура не подвержена коррозии, иными словами – имеет высокую химическую стойкость, что дает ей огромное преимущество перед металлической арматурой. Коррозия металлической арматуры очень негативный фактор из-за которого было разрушено не одно строение и унесено не мало жизней, кроме того, антикоррозионные мероприятия весьма дорогостоящи, а уже предпринятые антикоррозионные меры требуют своевременного обслуживания и обновления. Стеклопластиковая арматура абсолютно не поддается коррозии, что делает возможным её применение в агрессивных средах – например, при строительстве мостов, где конструкции работают в среде морской воды, или работа фундаментов в увлажненной почве, насыщенной солями.

- Низкий вес стеклопластиковой арматуры;

Преимуществом стеклопластиковой арматуры является её низкая плотность – около 1800 кг/м³ и, следовательно, низкий вес. Для сравнения, плотность стальной арматуры 7850 кг/м³. Вес стальной арматуры превышает вес композитной арматуры примерно в 4,5 раза. Это существенно влияет на вес конструкций и значительно уменьшает общие нагрузки на несущие элементы. Более легкие здания и меньшие нагрузки – это огромное расширение горизонта возможностей для проектирования.

- Высокие прочностные характеристики;

Стеклопластиковая арматура имеет лучшие прочностные характеристики, нежели стальная. Временное сопротивление при разрыве стеклопластиковой арматуры достигает значений до 1300 МПа, в зависимости от диаметра стержня (чем он тоньше, тем больше временное сопротивление при разрыве композитной арматуры), например, АСП8-1200, АСП16-900, АСП20-700. В то время как для применяемой в строительстве стальной арматуры самых популярных классов А240, А300, А400С эти значения существенно ниже. Например, для

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		32

самой большей из них, арматуры класса А400С, временное сопротивление при разрыве равно 390 МПа.

- Устойчивость композитной арматуры к электромагнитным полям;

Следует также выделить такое преимущество, что композитная арматура не меняет своих свойств в электромагнитном поле, ведь магнитное поле не воздействует на неё, в отличие от металлической арматуры. Это позволяет использовать композитную арматуру в строительстве специальных зданий и сооружений, где этот фактор является критичным.

- Диэлектрические свойства композитной арматуры;

Стеклопластиковая арматура не проводит электрический ток и тепло, является радиопрозрачной и экологически чистой, всё это дает ей большой плюс в безопасности во время строительно-монтажных работ, а также в процессе самой эксплуатации здания или сооружения. Низкая теплопроводность стеклопластиковой арматуры, а также отсутствие коррозии, позволила занять ей устойчивую лидирующую позицию в нише гибких связей для каменной кладки.

- Долговечность;

Композитная арматура является долговечным материалом и в виду своих свойств способна прослужить без каких-либо ремонтных работ до 80 лет.

- Низкая стоимость стеклопластиковой арматуры;

Одним из самых главных преимуществ композитной полимерной арматуры перед металлической является экономическая выгода её применения. Эквивалент равнопрочной стеклопластиковой арматуры к стальной обходится чуть менее чем в 2 раза дешевле. Зачастую, стоимость проекта, где заменяется металлическая арматура на стеклопластиковую, становится дешевле в примерно в 1,5-1,7 раз.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		33

Недостатки композитной арматуры

Но, нужно помнить, что у композитной арматуры есть и существенные минусы. Основными минусами любой композитной арматуры являются следующие:

- Модуль упругости композитной арматуры почти в 4 раза ниже, чем у стальной даже при равном диаметре (другими словами она легко изгибается). По этой причине её можно применять в фундаментах, дорожных плитах и т.д., но применение в перекрытиях требует дополнительных расчетов;

- При нагреве до температуры в 600°C, компаунд, связывающий волокна арматуры, размягчается настолько, что арматура полностью теряет свою упругость. Для увеличения устойчивости конструкции к огню в случае пожара – требуется предпринимать дополнительные меры по теплозащите конструкций, в которых используется композитная арматура;

- Композитную арматуру, в отличие от стальной, невозможно сваривать электросваркой. Решение – установка на концы арматурных стержней стальных трубок (в заводских условиях) к которым уже можно будет применять электросварку;

- Такой арматуре невозможно придать изгиб непосредственно на строительной площадке. Решение – изготовление арматурных стержней требуемой формы ещё на производстве по чертежам заказчика;

Подводя итог, хочется сказать, что несмотря на то, что за рубежом такая арматура успешно применяется уже несколько десятилетий, все виды композитной арматуры являются довольно новым материалом на строительном рынке России. Её применение имеет большие перспективы. На сегодняшний день её можно смело применять в малоэтажном строительстве, в фундаментах различных типов, в дорожных плитах и прочих подобных конструкциях. Однако для применения её в многоэтажном строительстве, в конструкциях мос-

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

тов и т.д. - требуется учитывать её физико-химические особенности ещё на этапе подготовки к проектированию.

Таким образом, недостатки стеклопластиковой арматуры несколько сокращают область ее применения, но для массового применения в строительных целях совершенно не являются помехой.

1.2 Обзор методов и оборудования для производства композитной арматуры

Основным сырьем для изготовления стеклопластиковой арматуры является стеклоровинг. Он изготавливается путем расплавления алюмоборосиликатного стекла с последующим вытягиванием в нить толщиной от 10 до 20 микрон. Нити пропитанные специальным замасливателем, собираются в пучок. Этот пучок и называется стеклоровингом.

Кроме ровинга для производства АСП требуется

- Смолы;
- Нить сплеточная (ровинг, который идет на обмотку арматуры);
- Ацетон;
- Дициандиаמיד;

Технология изготовления стеклопластиковой арматуры заключается в следующем:

- Нити ровинга (в количестве 60 штук) со специального устройства (шпулярника) поступают на механизм натяжения, в котором они располагаются в соответствующем порядке;
- Скомпонованные в нужном порядке нити проходят стадию сушки и предварительного подогрева горячим воздухом;

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		35

- Подогретый ровинг погружают в пропиточную ванну;
- Из ванны материал протягивается через фильеры для получения заданного диаметра будущей арматуры;
- После фильер нити поступают на обмотчик, формирующий стержень арматуры с обмоткой. Толщина навивки зависит от типа арматуры: более толстая делается для классического продукта, тонкая – при изготовлении стержней с песчаной посыпкой;
- Подготовленная на обмоточнике арматура проходит туннельную печь. На входе в печь устанавливается узел, распределяющий по стержню песок. Если посыпка не предусмотрена, это устройство остается пустым. Туннельная печь предназначена для ускорения процесса полимеризации пропиточных смол;
- Горячий жгут отправляется в охлаждающую ванну, где под проточной водой он полностью охлаждается;
- Непрерывный, охлажденный пруток пропускается через протягивающий механизм, на выходе из которого производится резка прутка согласно заданному размеру.

Оборудование для производства арматуры представлено на рисунке 1.6.

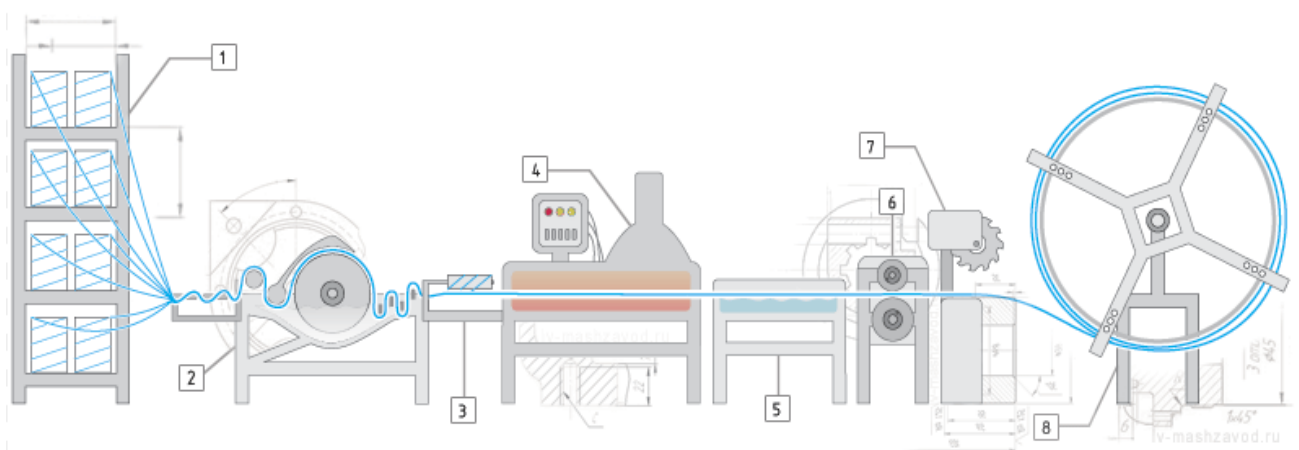


Рисунок 1.6 – Автоматизированная линия по производству стеклопластиковой арматуры

										Лист
										36
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ					

Для создания композитной (стеклопластиковой) арматуры необходимо специальное оборудование, представленное на рисунке 6, которое компоуется в виде технологической линии. В настоящее время оборудование для изготовления арматуры позволяет выпускать продукцию диаметром от 4 до 16 мм. В самом общем виде такие линии состоят из следующих узлов:

- 1 – шпулярник – станок для размотки нитей ровинга;
- 2 – пропиточная камера;
- 3 – обмотчик ребра – устройство для формирования профиля и скручивания нити;
- 4 – термическая камера полимеризации;
- 5 – устройство для охлаждения арматуры;
- 6 – устройство протяжки;
- 7 – устройство автоматической резки;
- 8 – бухтонамотчик.

Технологическая линия из данного оборудования для изготовления арматуры может быть выполнена в один или два ручья [19].

1.3 Обзор отечественных и передовых зарубежных управляющих устройств

1.3.1 Программируемый логический контроллер Ломиконт

Логический микропроцессорный контроллер ЛОМИКОНТ (рисунок 1.7, таблица 7) предназначен для решения задач управления в энергетической, химической, металлургической, строительной и других отраслях промышленности.

комплекты аппаратуры. Число модулей в каркасе и число каркасов определяются необходимым числом входов-выходов. Кроме блочного каркаса, в комплект входят: источник питания, блок вентилятора, батарея сухих элементов, пульт управления, кожух или шкаф.

Таблица 7 – Технические данные ПЛК

Параметр	Значение
Число входов:	
дискретных	до 512
аналоговых	до 128
импульсных	до 8
Число выходов:	
дискретных	до 256
аналоговых	до 64
импульсных	до 32
Число таймеров	до 72
Число счетчиков	до 128
Коммутирующая способность выходных контактов	48V; 0,2A
Входные и выходные аналоговые сигналы	0-5; 0-20; 4-20mA; -10...+10V
Предел допускаемой основной погрешности	0,5%
Питание от однофазной сети переменного тока:	
напряжение	220V
частота	50Hz

1.3.2 Многопрофильный контроллер Siemens Simatic S7-1200

Обладая компактными пластиковыми корпусами микроконтроллеры S7-1200 (рисунок 1.8, таблица 8) могут быть установлены на din-рейку или монтируются на панель. Диапазон работы ПЛК S7-1200 от 0 до +50 градусов Цельсия. Максимальное количество дискретных сигналов 284, а аналоговых 51. Контроллер Simatic S7-1200 разработан и производится как обновленная версия отлично зарекомендовавшего себя контроллера начального уровня Simatic S7-200.

Основу микроконтроллера S7-1200 составляет модуль CPU. К модулю центрального процессора подключают различные модули расширения. Модули ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов, сигнальные модули, коммуникационные модули и сигнальные платы. Так же с модулем ЦПУ используется модуль блока питания и четырех канальный коммутатор Industrial Ethernet.



Рисунок 1.8 – Контроллер Simatic S7-1200

Микроконтроллер S7-1200 имеет три варианта центральных процессора, отличаются между собой объемом памяти, быстродействием и количеством встроенных входов и выходов. Каждая из этих моделей имеет три модификации, которые отличаются напряжением питания и типом выходов:

- Напряжение 24 В постоянного тока с дискретными входами 24 В постоянного тока и транзисторными выходами 24 В постоянного тока 0.5 А;

- Напряжение 24 В постоянного тока с дискретными входами 24 В постоянного тока и релейными выходами до 2 А на контакт;

- Напряжение 115/230 В переменного тока, с дискретными входами 24 В постоянного тока и релейными выходами до 2 А на контакт.

Каждый модуль ЦПУ микроконтроллера S7-1200 имеет встроенный Ethernet. Этот интерфейс обеспечивает программирование, диагностику и обмен данными как с другими системами, так и с панелями оператора. На базе одного ЦПУ для обмена данными возможно использование до 16 различных соединений. Функции связи (S7 сервер или S7 клиент) и стандартные протоколы TCP/IP, ISO на TCP могут применяться для обмена данными. Вы можете использовать четырехканальный коммутатор Industrial Ethernet (CSM 1277), который имеет формат микроконтроллера Simatic S7-1200

Функциональные особенности Simatic S7-1200:

- Время выполнения логических команд не более 0.1 мкс;
- Написание программы на LAD и FBD;
- Память до 2 Мб и возможность расширения до 24 Мб;
- Энергонезависимая память 2 кб для сохранения данных;
- Защита паролем программы пользователя;
- Функции ПИД-регулятора;
- Встроенные счетчики до 100 кГц;
- Часы реального времени (до 240 часов без внешнего питания);
- Импульсные выходы до 100 кГц.

										Лист
										41
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ					

Таблица 8 – Основные технические параметры

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	220 (перем.); 24 (пост.)
Дискретные входы/выходы	до 284
Аналоговые входы/выходы	до 51
Типы выходов	Релейные, транзисторные
Высокоскоростные счетные входы	до 100 кГц
Импульсные входы	до 100 кГц (только транзисторные выходы)
Время выполнения операций	Логическая операция не более 0.1 мкс
Инструкции	Базовые, ПИД-регулирование, функции управления перемещением (PLCopen)
Языки программирования	LAD, FBD, SCL
Модули	Коммуникационные модули (CM); сигнальные модули (SM) и сигнальные платы (SB) ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов

1.3.3 Контроллер Omron CPM2A

Универсальный контроллер для небольших систем (рисунок 1.9, таблица 9).

Идеально подходит для автоматизации операций упаковки и конвейерных систем. Повышает производительность и качество работы любой компактной установки или машины. Способ соединения модулей: короткий шлейф.

Кол-во выполняемых инструкций: 14 базовых типов; 105 специальных типов. Время выполнения битовые команды: 0,26...0,64 мкс. Память программы: до 4К слов. Память данных: до 2К слов. Интерфейсы: Послед. интерфейс,

DeviceNet, PROFIBUS-DP, CompoBus/S. Встроенный блок питания: 100...240 В, 50/60Гц/24 В. Параметры окружающей среды: 0...55 °С, 10...95% влажности.

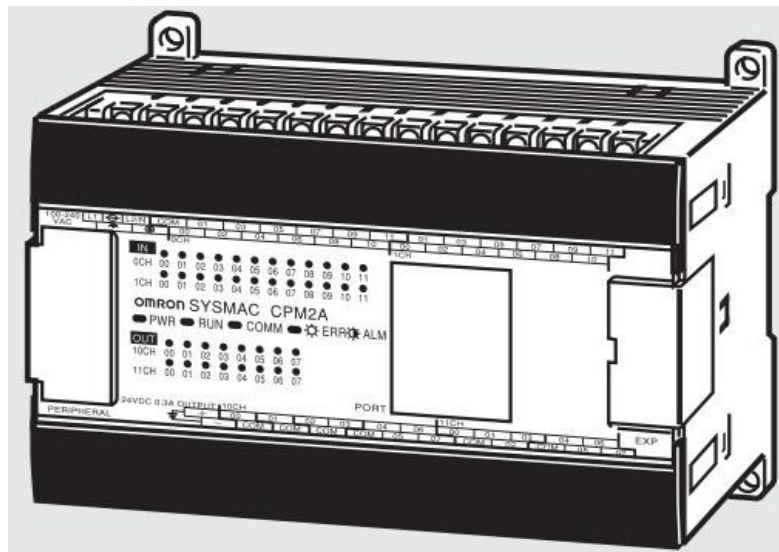


Рисунок 1.9 – Контроллер Omron CPM2A

Таблица 9 – Технические характеристики CPM2A

Параметр		Значение
Напряжение питания	перем. тока	100 ... 240 В перем. тока, 50/60 Гц
	пост. тока	24 В пост. тока
Рабочее напряжение	перем. тока	85 ... 264 В перем. тока
	пост. тока	20.4 ... 26.4 В пост. тока
Энергопотребление	перем. тока	макс. 60 ВА
	пост. тока	макс. 20 Вт
Пусковой ток	перем. тока	макс. 60 А
	пост. тока	макс. 20 А
Сервисный выход		24 В пост. тока 300 мА
Сопротивление изоляции		Мин. 20 мОм (при 500 В пост. тока) между клеммами внешней сети перем. тока и клеммами защитного заземления.
Электрическая прочность		2 300 В пер. тока 50/60 Гц (1 минута) между клеммами внешней сети перем. тока и клеммами защитного заземления. Ток утечки: макс. 10 мА.

Окончание таблицы 9

Параметр	Значение
Помехоустойчивость	1 500 В двойной амплитуды, ширина импульса: 0.1 ... 1 мкс, время нарастания: 1 нс (при имитации помехи).
Виброустойчивость	10 ... 57 Гц, амплитуда 0,075 мм, 57 ... 150 Гц, ускорение: 9.8 м/с ² (1G) в направлении X,Y,Z по 80 мин. на каждое. (Временной коэф.: 8 мин. x коэф. 10 = общее время 80 мин).
Температура окружающей среды	При работе: 0 ... 55 °С При хранении: -20 ... 75 °С
Устойчивость к прерыванию питания	Перем. тока: 10 мс. минимум Пост. тока: 2 мс. минимум

Выводы по части один

В первой части раздела были исследованы армирующие элементы, материалы и характеристики различных видов металлической и композитной арматуры, были выявлены их преимущества и недостатки в различных областях использования. Было проведено сравнение характеристик разных типов арматуры.

Во второй части раздела был обзор методов и оборудования для производства композитной арматуры, была приведена конструкция автоматизированной линии для производства стеклопластиковой арматуры, были проанализированы возможности, технические характеристики и иные критерии управляющих устройств для систем АСУТП – программируемых логических контроллеров отечественного (компании АБС ЗЭиМ Автоматизация) и иностранного (компаний Siemens и Omron) производства. Рассмотренные варианты помогут в дальнейшем выбрать подходящий контроллер для реализации АСУ блока свивки композитной арматуры.

На основе анализа существующих видов арматуры и способов их получения были сделаны следующие выводы:

Несмотря на то, что за рубежом композитная арматура успешно применяется уже несколько десятилетий, все виды композитной арматуры являются довольно новым материалом на строительном рынке России. Её применение имеет большие перспективы, а значит и развитие производства будет являться приоритетной задачей предприятий по производству композитной арматуры

Анализ недостатков автоматической линии по производству композитной арматуры:

- Испарение эпоксидных смол с большой поверхности ванн, вредных для здоровья и окружающей среды с точки зрения безопасности производства;
- Необходимость в периодической чистке роликов и фильер узла от излишков застывшей эпоксидной смолы;
- Дороговизна линии. Возможно удешевление стоимости автоматизированной линии в результате сокращения количества оборудования, требуемого для производства.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		45

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Разработка схемы устройства свивки стеклопластиковой арматуры с использованием дозирующего устройства

Пропиточная камера является связующим звеном между штакетником для бобин с ровингом и устройства формирования стержня арматуры.

Основной задачей, на решение которой направлено дозирующего устройство для данной автоматизированной линии, является, укорачивание автоматизированной линии путем замены более громоздкого устройства по склейке нитей на более компактное. Кроме того, данная операция по замене устройств является переходом на более дешевое и безопасное оборудование, не причиняя вреда качеству изготавливаемой продукции. Смена устройства линии позволит заменить эпоксидную смолу на клеевые стержни, состоящие из различных клеевых составов, так же хорошо подходящих для производства композитной арматуры.

Поставленные выше задачи можно решить с помощью замены устройства пропиточной камеры на дозированное устройство, сконструированное для склейки нитей ровинга. В данном устройстве с помощью датчиков отслеживаются и регулируются такие характеристики, как температура нагрева клеящего канала устройства и скорость подачи клеевого стержня.

Приведём перечень необходимых устройств для работы системы:

1. Устройство, обеспечивающее склейку ровинга. Это устройство предназначено непосредственно для склеивания нитей ровинга;
2. Обмотчик ребра. Данное устройство формирует рельефный стержень арматуры путем спиральной намотки нити арматуры на склеенные нити;
3. Устройство протяжки. Осуществляет перемещение формирующейся арматуры от одного устройства к другому;

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		46

4. Микроконтроллер обеспечивающий считывание данных с вышеуказанных датчиков, а также формирующий сигналы на механизмы регулирования, описанных выше.

Для автоматического работы системы необходим контроль вышеописанных устройств и механизмов, а также сбор информации о ходе процесса и формирование управляющих сигналов. Приведём примерный список необходимых устройств:

- Датчик контроля температуры нагрева клеящей камеры устройства;
- Датчик контроля частоты вращения формообразующего обмотчика;
- Датчик контроля частоты вращения протягивающего устройства;
- Датчик контроля частоты вращения устройства подачи клеевых стержней;
- Датчик наличия нитей ровинга;

По результатам описанных выше решений, была разработана схема блока свивки автоматизированной линии по производству стеклопластиковой арматуры с использованием клеевого пистолета (рисунок 2.1). На данной схеме линиями показаны прямые и обратные связи между элементами линии и датчиками контроля над их рабочими характеристиками, и системой управления.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		47

Описание работы линии по изготовлению арматуры

Работа системы осуществляется следующим образом: при запуске системы по установленным параметрам на микроконтроллере, происходит включение двигателя Д1, приводящего в движение устройство протягивания 6 с угловой скоростью ω_1 , двигателя Д2, приводящего в движение обмотчик ребра 4 с угловой скоростью ω_2 , двигателя Д3, осуществляющего вращение механизма подачи клеевых стержней 9 с угловой скоростью ω_3 , и нагревательный элемент НЭ. В случае, если датчики наличия нитей ровинга 11 показывают отсутствие нитей в бобинах, происходит остановка линии и уведомление оператора об необходимости замены бобин.

С бобин, расположенных на штакетнике 1, мимо клеевого пистолета, нити ровинга поступают к блоку обмотки, который формирует твердый стержень и рельефный рисунок будущей арматуры. К отверстию блока обмотки прилегает отверстие конусного ствола нагревательной камеры клеевого пистолета 2, что обеспечивает пропитку клеевым составом нитей ровинга и сцепление их друг с другом.

В блоке клеевого пистолета отслеживаются и регулируются такие характеристики, как температура нагрева камеры пистолета t и скорость вращения устройства подачи клеевых стержней ω_2 . Температура нагрева отслеживается с помощью датчика контроля температуры 3, выходной сигнал с которого поступает в блок системы управления. Регулируется температура методом периодического включения и выключения нагревательного элемента НЭ. Продвижение клеевых стержней в этом канале осуществляется благодаря устройству подачи стержней 9, расположенному внутри клеевого пистолета. Скорость подачи отслеживается датчиком частоты вращения 10 и регулируется системой управления. Датчик скорости подачи стержней находится на оси верхнего ролика устройства подачи. В случае, если этот датчик передает сигнал об отсутствии скорости вращения, оператору следует вставить новый клеевой стержень в устройство подачи.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		49

После формирования твердого стержня, будущая арматура движется к блоку обмотки, который в свою очередь придает арматуре рельефность, спирально обматывая еще одной нитью. От скорости обмотки зависит частота рельефного рисунка, поэтому скорость вращения обматывающей головки 4 регулируется системой управления. Датчик частоты вращения 5 снимает данные с вращающегося элемента и отправляет его в систему управления, которая в свою очередь регулирует скорость вращения данного механизма. Благодаря блоку свивки и устройству обмотки формируется композитная арматура на данном участке автоматизированной линии.

Скорость протягивания арматуры является еще одной важной характеристикой участка: от нее, также, как и от устройства обмотки, зависит частота рельефного рисунка арматуры. Помимо этого, от нее зависит, какое количество клеевого состава нанесется на ровинг. Поэтому скорость протягивания арматуры тоже важна и отслеживается с помощью датчика частоты вращения протягивающего устройства 7. С него, также, как и с остальных датчиков, сигнал поступает в систему управления и оттуда регулируется путем изменения скорости двигателя Д1, приводящего в движение устройство протягивания 6.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		50

2.2 Алгоритм работы линии

Отталкиваясь от представленной выше схемы, перейдем к формированию алгоритма, описывающего работу системы в целом.

Алгоритм работы системы изображён на рисунках 2.2 – 2.4.

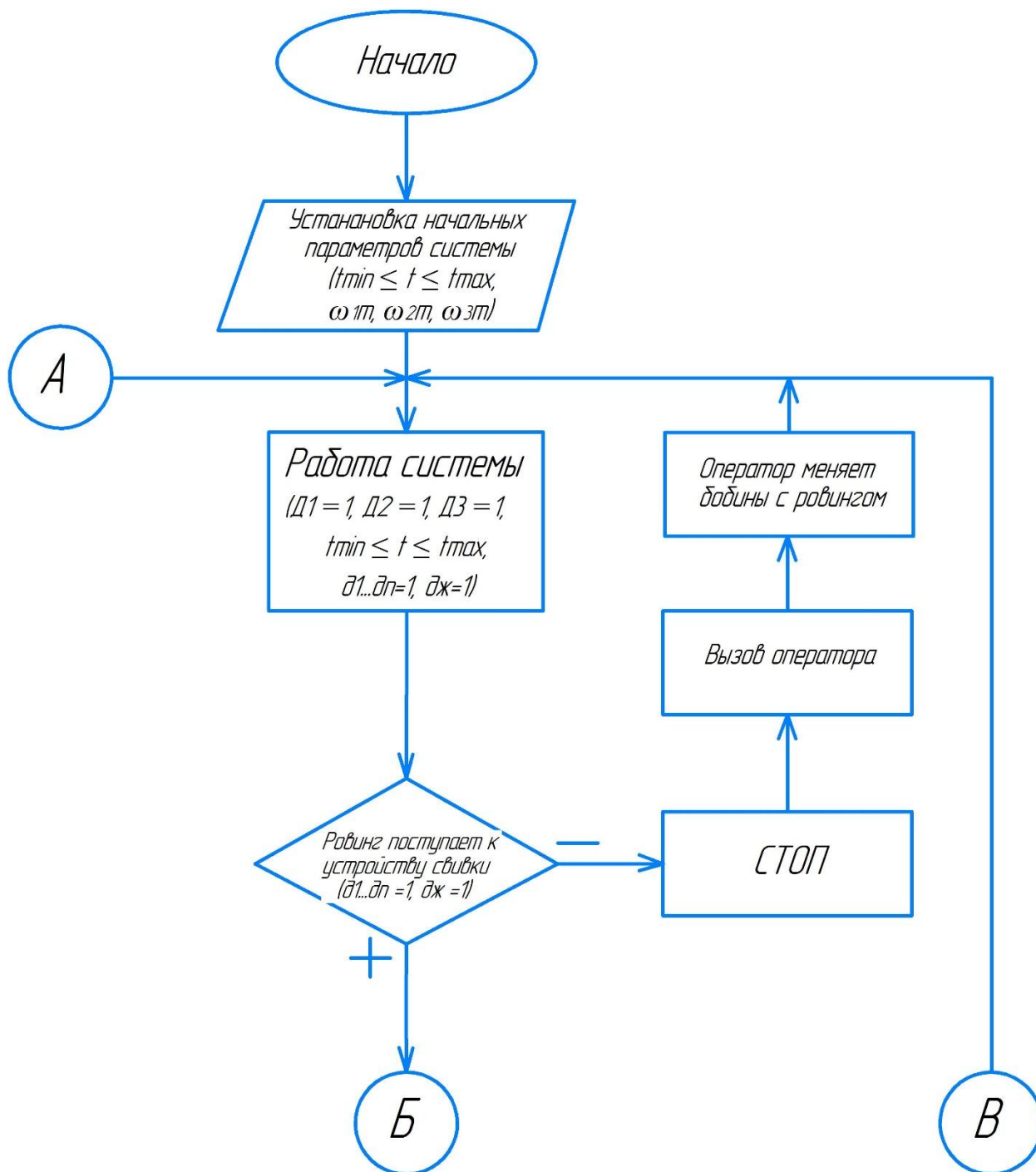


Рисунок 2.2 – Алгоритм работы установки

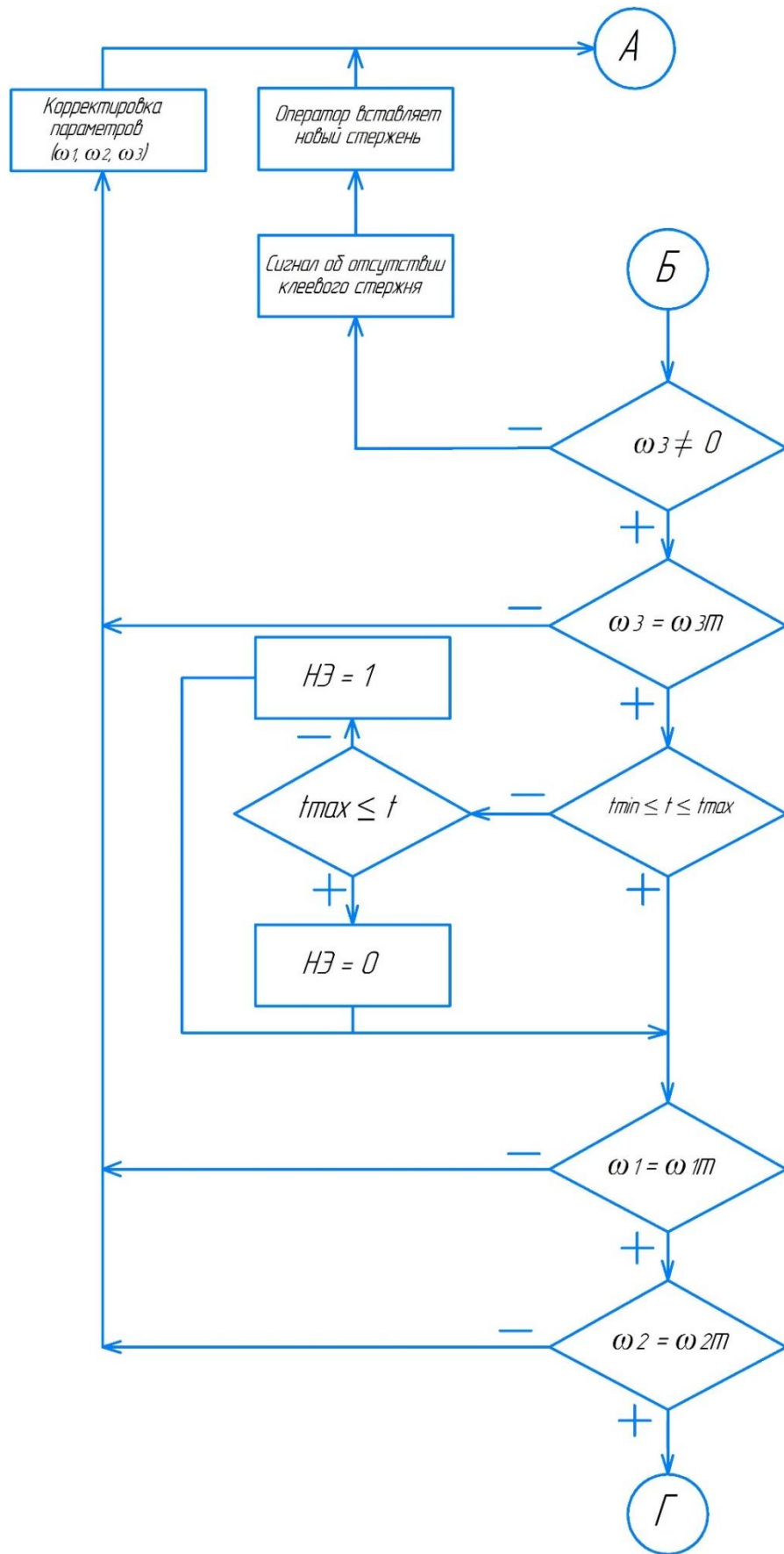


Рисунок 2.3 – Алгоритм работы установки (продолжение)

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

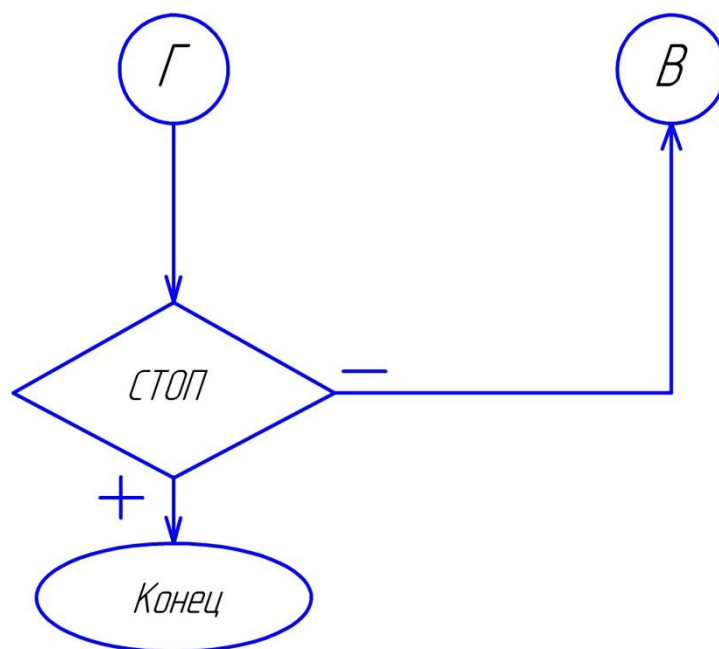


Рисунок 2.4 – Алгоритм работы установки (окончание)

Условно обозначенные характеристики в алгоритме:

Д1 – первый двигатель;

Д2 – второй двигатель;

Д3 – третий двигатель;

д1...дп – датчики натяжения нитей ровинга;

НЭ – нагревательный элемент клеевого пистолета;

t – температура нагрева камеры клеевого пистолета;

tmax и tmin – максимальная и минимальная температура нагрева, при которой; осуществляется работа с клеевыми стержнями;

ω_1 – скорость вращения устройства протягивания арматуры;

$\omega_{1т}$ – требуемая скорость вращения устройства протягивания;

ω_2 – скорость вращения устройства обмотки арматуры;

$\omega_{2т}$ – требуемая скорость вращения устройства обмотки;

ω_3 – скорость вращения устройства подачи клеевых стержней;

$\omega_{3т}$ – требуемая скорость вращения устройства подачи стержней.

Данный алгоритм будет описывать работу системы управления, узлов, отвечающих за движение, а также за датчики по сбору информации.

Описание алгоритма

Работа линии начинается с установки начальных параметров системы. Выбираются требуемые для производства температура клеевого пистолета t , скорость вращения устройства протягивания ω_{1t} , скорость вращения устройства обмотки ω_{2t} , скорость вращения устройства подачи клеевых стержней ω_{3t} . После этого производят старт работы системы. Включаются 3 двигателя Д1, Д2 и Д3, нагревательный элемент клеевого пистолета НЭ. В случае, если датчики наличия нитей показывают их отсутствие, линия прекращает работу, и оператор вручную меняет бобины с ровингом.

В ходе работы линии системой проверяются такие характеристики, как скорости вращения ω_1 , ω_2 , ω_3 и температура клеевого пистолета t . В случае, если скорость подачи клеевых стержней $\omega_3 = 0$, это свидетельствует об отсутствии подачи клеевого стержня в механизме подачи и оператор вставляет новый стержень в устройство. Далее поочередно сравниваются скорости вращения устройств линии и температура. Если фактическая скорость вращения ω_3 устройства подачи отличается от требуемой скорости ω_{3t} , то происходит автоматическая корректировка параметра ω_3 . Если температура t меньше минимальной температуры нагрева t_{\min} или находится в пределах от минимальной t_{\min} до максимальной t_{\max} , то нагревательный элемент продолжает работать. Если же температура больше или равна t_{\max} , то нагревательный элемент выключается до следующего цикла проверки. Если фактическая скорость вращения ω_1 устройства протягивания арматуры отличается от требуемой скорости ω_{1t} , то происходит автоматическая корректировка параметра ω_1 . То же самое происходит и со скоростью вращения обмотчика ребра ω_2 – в случае неравенства ω_2 и требуемой ω_{2t} происходит ее корректировка. Данная цепь проверки характеристик циклична и будет продолжаться вплоть до остановки работы системы.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		54

2.3 Подбор элементной базы

Для автоматического работы системы необходим контроль вышеописанных устройств и механизмов, а также сбор информации о ходе процесса и формирование управляющих сигналов. Для этого нам потребуются:

- Устройство привода механизма протяжки
- Устройство привода механизма подачи клеевых стержней;
- Устройство привода механизма обмотки;
- Датчик контроля температуры нагрева клеящей камеры устройства;
- Датчик контроля частоты вращения устройства подачи клеевых стержней;
- Датчик контроля частоты вращения протягивающего устройства;
- Датчик контроля частоты вращения формообразующего обмотчика;
- Микроконтроллер
- Преобразователь частот
- Датчик контроля натяжения нитей ровинга

В качестве устройства привода механизма подачи клеевых стержней и подачи клеевого пистолета выберем шаговый двигатель ST57-100.

Шаговый двигатель ST57-100 представлен на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5 – Шаговый двигатель ST57-100

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		55

Технические характеристики:

Тип двигателя 2х-фазный ШД

Фланец 57 мм (NEMA 23)

Крутящий момент, max. 2.6 Нм

Шаг 1.8° (200 шагов/об)

Ток, А 4.2

Сопротивление обмоток, Ом 0.8

Индуктивность, мГн 3.8

В качестве датчика контроля температуры нагрева клеящей камеры устройства выберем термопару Д701С.

Термопара Д701С представлена на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 – Термопара Д701С

Технические характеристики:

Измерение t , С от -50°C до $+200^{\circ}\text{C}$

Экранированный удлинительный провод СФКЭ-ХА

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		56

В качестве датчика контроля частоты вращения протягивающего устройства и датчика контроля подачи клеевых стержней выберем датчик скорости вращения I58.

Датчик скорости вращения I58 представлен на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7 – Датчик скорости вращения I58

Технические характеристики:

Количество импульсов на один оборот 600

Максимальная частота вращения вала, Об/мин 6000

Пылевлагозащита IP64

Допустимая нагрузка на вал (радиальная и осевая) не более 20 Н

Напряжение питания, В + 10 ... + 30

Потребляемый ток не более 70 мА

В качестве устройства привода механизма обмотки и устройства привода механизма протяжки выберем асинхронный двигатель АИРУТ 71В4.

Двигатель АИРУТ 71В4 представлен на рисунке 2.8.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		57



Рисунок 2.8 – Двигатель АИРУТ 71В4

Технические характеристики:

Рабочее напряжение 220 В

Мощность 0,75 кВт

Обороты на выходе 1500 оборотов

Емкость рабочая Ср., мкФ 30 на 400 В

Емкость пусковая Сп., мкФ 130 на 330 В

Диаметр вала 19 мм

Масса электродвигателя 9,4 кг

В качестве датчиков наличия нитей выберем оптопару ВРІ-3С1-05.

Оптопара ВРІ-3С1-05 представлена на рисунке 2.9.

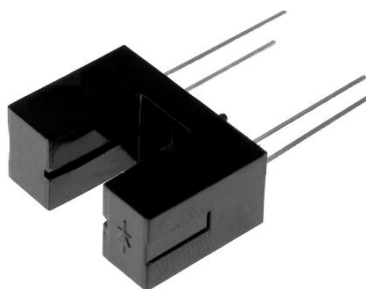


Рисунок 2.9 – Оптопара ВРІ-3С1-05

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		58

Технические характеристики:

Датчик положения оптический, тип прерывающий, длина волны 940 нм, - 25...85 С, 14.0x6.0x11.6 мм

В качестве микроконтроллера выберем микроконтроллер SIMATIC S7-200.

Микроконтроллер SIMATIC S7-200 представлен на рисунке 2.10.



Рисунок 2.10 – Микроконтроллер SIMATIC S7-200

\Технические характеристики:

Объем памяти программ кб, 24

Объем памяти данных кб, 10

Тип коммуникационных интерфейсов: RS-485

Максимальное количество входов/выходов: 128/120

Напряжение питания, В постоянное 24; переменное 120-220

Входной ток, мА 320

Преобразователь частот Danfoss VLT 2805 представлен на рисунке 2.11.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		59



Рисунок 2.11 – Преобразователь частот Danfoss VLT 2805

Технические характеристики:

Рабочие напряжение А, 2,2

Мощность кВт, 0.55

Напряжение питания, В 5... 12

Вес кг, 3

Выводы по части два

В данной части разработана новая схема и алгоритм работы блока свивки стеклопластиковой арматуры с использованием дозирующего устройства. Был осуществлен подбор элементной базы, составлена структурная, функциональная и электрическая принципиальная схемы для успешной работы устройства. Подробно описан ход работы линии по производству стеклопластиковой арматуры, выполнен сборочный чертеж изделия.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		60

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной части будет рассчитан анализ и оценка экономической стоимости проекта. Данный этап является неотъемлемым и во многом на основании именно данного этапа происходит решение о практической ценности и дальнейшего использования результатов работы.

Danfoss (195N1001) Преобразователь частоты VLT 2805 3 фазы, 380-480 В, 1,7 А, 0,55 кВт 20000 руб

Danfoss VLT2805 это компактные преобразователи частоты общепромышленного назначения для управления асинхронными электродвигателями переменного тока мощностью до 18,5 кВт.

Преимущества Danfoss VLT2805:

Скалярное управление с компенсацией скольжения

Настраиваемая U/f характеристика для специальных режимов двигателя

Регулирование скорости без датчика скорости (sensorless)

Автоматический пропуск 2-х резонансных частот

ПИД-контроллер процесса

Выходная частота: 0-1000 Гц

Векторное и скалярное управление двигателем

Пусковой момент (постоянный момент) Максимум 160% в течение 60 сек

функции защиты двигателя

Функции точной остановки с компенсацией скорости

Точный останов

Автоматическая подстройка двигателя

Возможные исполнения:

- наличие/отсутствие тормозного ключа (для подключения тормозного сопротивления)

- наличие/отсутствие RFI фильтра

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		61

-без протокола связи/ с шиной Profibus/ с шиной Devicenet

Максимальная длина неэкранированного моторного кабеля 75 м

1 аналоговый вход 0 – 10 В по напряжению или 0 – 20 мА по току (масштабируемый);

1 аналоговый вход 0–20 мА по току (масштабируемый);

Встроенный источник питания 24V/10V для датчиков/логики

1 реле ~240 В переменное, 2 А;

1 аналоговый выход 0–20 мА по току;

5 программируемых цифровых входов;

Частота импульсного входа 4 – 67600 Гц

Двигатель АИРУТ 71В4 35000 руб. – промышленный двигатель, применяемый в широком круге задач.

Микроконтроллер SIMATIC S7-200 15000 руб

Серия Siemens Simatic S7-200 включает в себя бюджетные решения с модульной конструкцией для создания несложных автоматизированных систем управления.

Программируемые контроллеры серии комплектуются микропроцессорами нескольких моделей: CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU224XP/224XPsi, CPU 226. Все процессоры поддерживают арифметику с плавающей запятой и ПИД-регулирование. С подробными техническими характеристиками чипов можно ознакомиться на вкладке "Характеристики".

Микроконтроллеры Simatic S7-200 отличаются высоким быстродействием (1000 инструкций за 0,22 мс). Встроенный интерфейс поддерживает протоколы PPI/, MPI/, USS/ MODBUS. Также в наличии имеются один или два интерфейса RS 485 (в зависимости от модификации) и свободно программируемый порт. Контроллеры оснащены стандартными дискретными входами/выходами и импульсными выходами, что делает серию S7-200 универсальной. Оборудование программируется с использованием языков STL, LAD и FBD, которые входят в пакет STEP 7-Micro/WIN.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		62

Функционал устройств расширяется с помощью дополнительных модулей: технологических (модуль позиционирования EM 253, весоизмерительный модуль SIWAREX MS); коммуникационных (подключение к сетям Ethernet, PROFIBUS-DP, AS-Interface, сопряжение двух микроконтроллеров S7-200 через телефонную сеть и проч.); модулей ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов.

Модульная конструкция контроллеров позволяет адаптировать их к любым задачам управления и автоматизации.

Корпус устройства выполнен из пластика, соответствует степени защиты IP20.

Шаговый двигатель ST57-100 – 30000 руб

Термопара Д701С – 2000 руб

Датчик частоты вращения SG 753 – 5000 руб

Датчик скорости вращения I58 – 24000 руб

Датчик положения оптический ВРІ-3С1-05 – 150 руб

Колеса зубчатые – 1000 руб

Подшипники шариковые легкой серии – 5600 руб

Подшипник корпусной – 3000 руб

Металлопрокат – 3500 руб

Корпус узла намотки – 70000 руб

Суммарная стоимость всех компонентов

Корпус узла намотки – 70000 руб + Металлопрокат – 3500 руб + Преобразователь частоты 20000 руб + Подшипник корпусной – 3000 руб (x4) + Подшипники шариковые легкой серии – 5600 руб (x2) + Колеса зубчатые – 1000 руб (x2) + Датчик положения оптический – 150 руб (x6) + Шаговый двигатель 30000 руб (x2) + Датчик скорости вращения – 24000 руб (x2) + Датчик частоты вращения – 5000 руб + Термопара – 2000 руб + Микроконтроллер 15000руб + Двигатель АИРУТ 71В4 35000 руб (x2) = 297800 руб

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		63

Определяются материальные затраты на выполнение работ по теме, включая стоимость покупных комплектующих изделий и полуфабрикатов на изготовление моего лабораторного образца.

Расчет осуществляется по формуле

$$P_M = K_{\text{ТР}} \sum_{i=1}^n (N_{\text{pi}} \cdot \Pi_i - O_{\text{vi}} \cdot \Pi_{\text{vi}}),$$

Где $K_{\text{ТР}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;

N_{pi} – норма расхода i -го вида материалов на макет или опытный образец (кг, м, и т.д.);

Π_i – действующая отпускная цена за единицу i -го вида материала, р.;

O_{vi} – возвратные отходы i -го вида материала (кг, м, и т.д.);

Π_{vi} – цена за единицу возвратных отходов i -го вида материала, р.;

n – количество применяемых видов материалов.

Определяются затраты по статье «Топливо-энергетические ресурсы для научно-экспериментальных целей». Расчеты ведутся по формуле:

$$P_{\text{эл}} = \sum_{i=1}^n M_{\text{ци}} \cdot t_{\text{фи}} \cdot \Pi_{\text{эл}},$$

где $M_{\text{ци}}$ – установочная мощность i -го объекта основных производственных фондов, используемых для выполнения работ по данной теме, кВт;

$t_{\text{фи}}$ – время фактического использования i -го объекта, ч;

$\Pi_{\text{эл}}$ – тариф за 1 кВт/ч энергии, р.

Определяется основная заработная плата научно-технического персонала, непосредственно занятого выполнением НИР.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		64

Величина затрат исчисляется исходя из численности различных категорий исполнителей и трудоемкости выполнения отдельных видов работ, тарифных ставок за один день или месячных должностных окладов, премиальных систем оплаты труда исполнителей по формуле:

$$P_{оз} = \sum_{i=1}^n T_{ci} \cdot \chi_i \cdot t_{\phi i},$$

Где T_{ci} – тарифная ставка за день (месячный оклад) i -й категории работников;

χ_i – количество работников i -й категории;

$t_{\phi i}$ – время фактической работы работника i -й категории по теме, дн, или мес;

Прочие прямые затраты определяются методом прямого счета. Они связаны с амортизационными отчислениями на полное восстановление основных производственных фондов, включают в себя арендную плату и лизинговые платежи, компенсации за износ (амортизацию) использованного в процессе создания научно-технической продукции оборудования по договоренности и т.п.

Определим общую сумму затрат

$$\Sigma = 297800 + 29780 + 59560 = 387140 \text{ руб.}$$

Выводы по части три

В данном разделе требовалось сделать анализ и оценку экономической стоимости проекта. Данный этап является неотъемлемым и во многом на основании именно данного этапа происходит решение о практической ценности и дальнейшего использования результатов работы.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		65

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Инструкция по охране труда при работе на автоматизированной линии.

Настоящая инструкция по охране труда разработана специально для безопасной организации работы на автоматизированной линии.

1. Общие требования по охране труда

1.1. К выполнению работ по эксплуатации автоматизированной линии допускаются лица старше 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, прошедшие вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по охране труда, обученные безопасным методам и приемам выполнения работ, имеющие соответствующее удостоверение, прошедшие проверку знаний безопасного выполнения работ в аттестационной комиссии и имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже II.

1.2. Работники обязаны ежеквартально проходить повторный инструктаж по охране труда, по профессии и видам выполняемой работы и ежегодно – очередную проверку знаний требований охраны труда.

1.3. Работники обеспечиваются спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими нормами (халат хлопчатобумажный, или антистатический, обувь антистатическая, головной убор).

1.4. Работники обязаны соблюдать Правила внутреннего трудового распорядка и меры пожарной безопасности. Запрещается на территории предприятия распитие спиртных напитков и нахождение в состоянии алкогольного или наркотического опьянения. Курить разрешается только в отведенных местах.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		66

1.5. При работе на автоматизированной линии возможно воздействие следующих опасных и вредных факторов:

- падение изделий, приспособлений, острые кромки, изделий, заусенцы;
- повышенная температура оборудования, изделий;
- поражение электрическим током;
- пожароопасность;
- вращающиеся части оборудования (шкивы, зубчатые звездочки, цепи и т. д).

1.6. Работники должны соблюдать нормы подъёма и перемещения груза вручную. Разовая норма массы поднимаемого и перемещаемого груза вручную до двух раз в час при чередовании с другой работой составляет:

- для мужчин – до 30 кг;
- для женщин – до 10 кг.

1.7. Работникам следует выполнять только ту работу, которая поручена руководителем работ. Не допускается перепоручать свою работу другим работникам и допускать на рабочее место посторонних лиц.

1.8. Работники должны соблюдать правила личной гигиены, на рабочем месте запрещается принимать пищу, а также хранить личные вещи.

1.9. При несчастном случае немедленно оказать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставить его в лечебное учреждение, сохранить обстановку какой она была на момент происшествия до начала расследования несчастного случая, если это не угрожает жизни и здоровью окружающих работников и не создаёт аварийной ситуации.

1.10. Нарушение требований данной инструкции и других инструкций по охране труда, влечёт за собой применение мер дисциплинарного воздействия. При нарушениях, влекущих несчастные случаи с людьми или иные тяжкие последствия, нарушители могут быть привлечены к административной, материальной или уголовной ответственности в соответствии с действующим законодательством РФ.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		67

2. Требования охраны труда перед началом работы

2.1. Получить задание и инструктаж у мастера.

2.2. Надеть положенную по нормам спецодежду, обувь и СИЗ, застегнуть на все пуговицы, волосы убрать под головной убор.

2.3. Убедиться, что проходы к рабочему месту свободны.

2.4. Включить общую приточно-вытяжную вентиляцию, убедиться в ее исправности.

2.5. Проверить наличие и исправность:

- заземление автоматизированной линии;
- токоведущие части электроаппаратуры (пускателей, выключателей, рубильников, питающего провода);
- защитные приборы (автоматы защиты, предохранители);
- диэлектрические коврики;
- вытяжная система (вентиляция) в рабочей зоне электропечи;
- убедиться, что внутренние замки и защитные панели закрыты.

2.6. В случае обнаружения неисправного оборудования, приспособлений, оснастки, инструмента, других нарушений требований охраны труда, работнику следует сообщить об этом непосредственному руководителю. Запрещается приступать к работе до устранения выявленных нарушений.

3. Требования охраны труда во время работы

3.1. Работник при работе на автоматизированной линии должен выполнять только ту работу, которая ему поручена непосредственным руководителем, с соблюдением требований технологической инструкции, инструкций по охране труда и других нормативных документов.

3.2. При работе на автоматизированной линии запрещается:

- передавать другим работникам свою работу без разрешения своих непосредственных руководителей;
- отвлекаться и отвлекать других от работы;

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		68

- допускать в опасную зону посторонних лиц;
- работать без спецодежды и СИЗ;
- работать на не исправном оборудовании;
- нарушать требования инструкций по охране труда, пожарной и электробезопасности, технологических инструкций и других нормативно технических документов;
- работать без защитных кожухов, с открытыми или поднятыми защитными панелями экранами и т.д.;
- прикасаться к платам на выходе;
- работать при отключенной вытяжке;
- останавливать линию, если в печи находится плата;
- оставлять рабочее место без присмотра;
- устанавливать в температурную камеру взрывоопасные, легковоспламеняющийся, горючие материалы, а также содержащие их изделия;
- производить ремонт температурной камеры, снимать или открывать защитные ограждения, вынимать из электропечи застрявшие платы;
- вводить в пространство рабочей зоны автоматизированной линии руки и другие части тела;
- работать в распахнутой спецодежде и с непокрытой головой.

4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях

4.1. Немедленно прекратить работу при возникновении ситуаций, которые могут привести к аварии или несчастным случаям, отключить используемое оборудование.

4.2. При возникновении пожара, возгорания необходимо немедленно сообщить в пожарную охрану по телефону 101, сообщить руководству и приступить к тушению очага пожара имеющимися средствами пожаротушения.

4.3. При несчастном случае работник должен оказать первую медицинскую помощь пострадавшему, вызвать скорую медицинскую помощь по теле-

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		69

фону 103, сообщить администрации о несчастном случае, по возможности сохранить обстановку до расследования причин произошедшего, если это не приведет к аварии или травмированию других людей.

5. Требования охраны труда по окончанию работ

5.1. Сообщить мастеру об окончании выполнения работ, а также о выявленных замечаниях, замеченных в процессе работы с оборудованием.

5.2. Привести в порядок рабочее место, передать находящееся в технически исправном состоянии оборудование другой смене.

5.3. Снять спецодежду и СИЗ, вымыть руки с мылом.

5.4. По окончании работы смена, работающая на автоматизированной линии последней, отключает (обесточивает) электрооборудование и выключает электропит.

4.2 Расчет вентиляции помещения.

Эффективная вентиляция и кондиционирование производственных помещений рассчитывается по кратности воздухообмена (L , м³/ч):

$$L = n \cdot S \cdot H,$$

где n – кратное число воздухообмена для лабораторных площадей $n=2$.

S – площадь, м².

H – высота, м.

$$L=2 \cdot 40 \cdot 3.8=304 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Производительность вентиляции по количеству находящихся в помещении людей (L , м³/ч):

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		70

$$L = N \cdot L_{\text{норм}},$$

где N – номинальное количество посетителей помещения. В нашем случае от 1 до 3.

$L_{\text{норм}}$ — расход воздуха на человека, м³/ч. Для одного человека $L_{\text{норм}} = 20-60$ м³/ч.

$$L = 2 \cdot 40 = 80 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4.3 Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях на пожаро- и взрывоопасных объектах.

Пожаро– и взрывоопасные объекты (ПВОО) – предприятия, на которых производятся, хранятся, транспортируются взрывоопасные материалы или материалы, приобретающие при определенных условиях способность к возгоранию или взрыву.

По взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности все ПВОО подразделяются на пять категорий: А, Б, В, Г, Д. Особенно опасны объекты, относящиеся к категориям А, Б, В.

Категория А – нефтеперерабатывающие заводы, химические предприятия, нефте– и газотрубопроводы, трубопроводы с другими пожаро- и взрывоопасными продуктами (аммиаком, кислородом и др.).

Категория Б – цехи приготовления и транспортировки угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, выбойные и размольные отделения мельниц.

Категория В – лесопильные, деревообрабатывающие, столярные, модельные производства.

Категория Г – металлургические заводы, термические корпуса и т.п.

Категория Д – металлообрабатывающие предприятия, станкостроительные цеха и т.п. Возникновение пожаров зависит от степени огнестойкости

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		71

зданий и сооружений, которая подразделяется на пять основных групп (1, 2, 3, 4, 5). Самую высокую степень огнестойкости имеет первая группа зданий, самую низкую – пятая. Степень огнестойкости зданий и сооружений определяется минимальными пределами огнестойкости строительных конструкций, возгораемостью материалов, из которых они состоят, и временем невозгораемости.

Пожары на крупных промышленных предприятиях подразделяются на два вида:

- 1) отдельные (пожары в здании или сооружении);
- 2) массовые (совокупность отдельных пожаров, охвативших более 25% зданий).

Причины и возможные последствия аварий на ПВОО

Аварии на ПВОО, связанные с сильными взрывами и пожарами, могут привести к тяжелым социальным и экономическим последствиям. Вызываются они взрывами емкостей и трубопроводов с легковоспламеняющимися и взрывоопасными жидкостями и газами, коротким замыканием электропроводки, взрывами и возгоранием некоторых веществ и материалов. Наиболее опасны пожары в административных зданиях, так как внутренние стены и потолочные плиты облицованы панелями из горючего материала. Нередки пожары от возгорания горючих материалов при перевозках (это часто связано с изношенностью цистерн и оборудования на них). Во время пожаров со взрывами и без них на железнодорожном транспорте обрываются провода, из-за чего парализуется все движение.

При массовых пожарах возникает чрезвычайная ситуация, о которой немедленно оповещается население, проживающее вблизи основного очага пожара, проводится полная эвакуация.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		72

В последнее десятилетие увеличилось число пожаров в школах, интернатах, больницах, общежитиях, увеселительных заведениях и других местах. За этот же период участились пожары на военных объектах, в частности на складах хранения боеприпасов, при этом были взрывы боеприпасов и гибель людей. Эти пожары происходили по разным причинам: из-за неисправности электропроводки, ветхости зданий, неправильной эксплуатации нагревательных приборов (каминов в холодное время года) и т.д. Большие людские потери случались из-за наличия железных решеток на дверях и окнах, отсутствия запасного безопасного выхода из зданий и т.д.

Правила безопасного поведения при пожаре и угрозе взрыва:

- 1) сообщить о пожаре в пожарную охрану, добровольную пожарную дружину;
- 2) оповестить рабочих и служащих, а также население, проживающее вблизи очага пожара;
- 3) задействовать план эвакуации, открыть запасные двери;
- 4) немедленно использовать первичные средства тушения пожара (огнетушители);
- 5) не допустить распространения огня, задействовать пожарные гидранты, стационарную систему пожаротушения;
- 6) аварийно остановить производство, отключить вентиляцию, электрооборудование, перекрыть подачу масла и других горючих жидкостей, слить их в аварийные емкости;
- 7) встретить пожарные подразделения и сообщить им, где могли остаться люди и как до них добраться;
- 8) совместно с подразделениями РСЧС извлечь людей из завалов;
- 9) совместно с подразделениями РСЧС вывести людей в безопасное место, проверить, все ли люди эвакуированы, оцепить район аварии, помочь людям, оказавшимся в горящих зданиях и задымленных помещениях.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		73

Выводы по части четыре

В данной части были приведены требования по охране труда при работе на автоматизированной линии и был произведен расчет эффективной вентиляции и ее производительности по количеству в помещении людей, требуемых для производства стеклопластиковой арматуры.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		74

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной работы были определены порядок и содержание этапов работ для достижения поставленной цели (Разработка автоматизированной системы управления блока свивки композитной арматуры). Произведен анализ видов и характеристик существующих армирующих элементов, из области использования, материалы изготовления. Описан метод и оборудование для производства композитной арматуры, произведен их конструкторский анализ. Сделаны выводы. Был разработан и автоматизирован новый блок свивки композитной арматуры.

Достигнутые цели и результаты работы будут в дальнейшем использованы на предприятиях по созданию композитной арматуры, так как несут практическую ценность. Так же будет продолжена работа по усовершенствованию данной установки.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		75

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эффективность использования инновационных композитных материалов в строительстве / Птухина И.С., Далабаев А.С., Туркебаев А.Б. и др. - ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет, 2014г. – 148с.
2. Строительные материалы / под ред. В.Г. Микульского, Горчакова Г.И. - М.: АСВ, 1996, 2000г. – 312с.
3. Общий курс строительных материалов / Рыбьев И.А., Арефьева Т.Н., Баскаков Н.С. и др. - М.: Высшая школа, 1987г. – 102с.
4. Эвальд В.В. Строительные материалы, их изготовление, свойства и испытания. / В.В. Энвальд - С.-Пб. -Л. -М: 1896-1933г, 14-ое изд. – 42с.
5. Ивановский механический завод - https://iv-mashzavod.ru/liniya_spa.html
6. Попов Л.Н. Композиционные материалы волокнистого строения. / Л.Н. Попов - Киев: Наукова думка, 1970г. – 371с.
7. Конкин А.А. Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы / А.А. Конкин - М., 1974г. – 25с.
8. Композиционные материалы, пер. с англ., т.1-8, М., 1978г.
9. Наполнители для полимерных композиционных материалов, пер. с англ., М., 1981.
10. Сайфулин Р.С. / Неорганические композиционные материалы - М., 1983г.
11. Справочник по композиционным материалам, под ред. Д. Любина, пер. с англ., кн. I 2, М., 1988г.
12. Основные направления развития композиционных термопластичных материалов / Айзинсон И.Л., Восторгов Б.Е., Кацевман М.Л. и др. – М.: Химия, 1988г - 48.
13. Иванюков М.И., Алексеев В.С. / Основы безопасности жизнедеятельности. М.: 2007г.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		76

14. Рыбьев И.А., Арефьева Т.Н., Баскаков Н.С., Казенова Е.П., Коровников Б.Д., Рыбьева Т.Г. Общий курс строительных материалов / Под ред. И.А. Рыбьева. М.: Высшая школа, 1987.

15. Хигерович М.И., Горчаков Г.И., Рыбьев И.А., Домокеев А.Г., Ерофеева Е.А., Орендлихер Л.П., Попов Л.Н., Попов К.Н. Строительные материалы / Под ред. Г.И. Горчакова. - М: Высшая школа, 1982.

16. Эвальд В.В. Строительные материалы, их изготовление, свойства и испытания. - С. -Пб. -Л. -М: 1896-1933г, 14-ое изд.

17. Васильева В.В., Тарнопольского Ю.М. Композиционные материалы. Справочник. М.: Машиностроение, 1990. 183 с.

18. Середина О.С. / Стеклопластиковая арматура в современном строительстве - Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет». 2013г. С. 63-70.

19. Усталостная прочность и выносливость стержней из композиционных материалов / Савин В.Ф., Киселев Н.М., Блазнов А.Н., Верещагин А.Л., Быстрова О.В. - Механика композиционных материалов и конструкций. 2008г. № 3. С. 332-352.

					15.03.04.2018.326.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		77