**Введение**

Автоматизация производственных процессов имеет важное значение на современном этапе развития машиностроения при становлении рыночных отношений. Основой производственных процессов являются автоматизированные технологические процессы механической обработки и сборки, которые обеспечивают высокую производительность и необходимое качество изготовляемых изделий.

Современное отечественное машиностроение должно развиваться в направлении автоматизации производства с широким использованием ЭВМ и роботов, внедрения гибких технологий, позволяющих быстро и эффективно перестраивать технологические процессы на изготовление новых изделий. Автоматизация проектирования технологии и управления производственными процессами – один из основных путей интенсификации производства, повышения его эффективности и качества продукции.

Тенденцией современного этапа автоматизации проектирования является создание комплексных систем автоматизированного проектирования и изготовления, включающих конструирование изделий, технологическое проектирование, подготовку управляющих программ для оборудования с программным управлением, изготовление деталей, сборку узлов и машин, упаковку и транспортирование готовой продукции.

Таким образом, тенденцией современного этапа автоматизации проектирования является создание комплексных систем, включающих конструирование изделий, технологическое проектирование и изготовление изделий в гибких производственных системах. Спроектированный технологический процесс должен оперативно реагировать на изменение производственных ситуаций процесса изготовления изделий.

Повышение требования конкурентоспособности продукции машиностроения требует новых производительных систем. Для этого создают виртуальные производственные системы (информация о ее структуре хранится только в памяти ЭВМ) на основе распределенных производственных систем (отдельные производственные системы, организационно не связанные между собой и имеющие технологическое оборудование). При этом решаются задачи организации и управления.

Целью данного курсового проекта является приобретение навыков в разработке требований к автоматизации процесса испытаний стали арматурной.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– описать объект испытания изделия;

– проанализировать нормативную документацию по контролю заданных параметров объекта;

– определить требования к точности средств контроля;

– выбрать и обосновать автоматизированные средства контроля.

**1. Описание объекта испытаний изделия**

**1.1 Назначение и область применения, наличие обязательных требований**

В качестве объекта исследования была выбрана сталь арматурная, основные технические характеристики которой установлены в ГОСТ 10884–94 «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические требования». Данный стандарт распространяется на термомеханически упрочненную арматурную сталь гладкую и периодического профиля диаметрами 6–40 миллиметров, предназначенную для армирования железобетонных конструкций.

Арматурная сталь периодического профиля – стержни с равномерно расположенными на их поверхности под углом к продольной оси стержня поперечными выступами (рифлением) для улучшения сцепления с бетоном.

Арматурная сталь гладкая – круглые стержни с гладкой поверхностью, не имеющей рифления для улучшения сцепления с бетоном.

Арматурную сталь изготовляют в соответствии с требованиями ГОСТ 10884–94 «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические требования» по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке.

Арматурная сталь с профилем представляет собой круглые стержни с двумя продольными ребрами или без них и с расположенными под углом к продольной оси стержня поперечными серповидными выступами высотой h по середине, не пересекающимися с продольными ребрами и идущими по многозаходной винтовой линии, имеющей на сторонах профиля разное направление.

Арматурную сталь подразделяют на классы в зависимости:

– от механических свойств – класса прочности (установленного стандартом нормируемого значения условного или физического предела текучести в ньютонах на квадратный миллиметр);

– от эксплуатационных характеристик – на свариваемую (индекс С), стойкую против коррозионного растрескивания (индекс К).

Арматурную сталь изготовляют классов Ат400С, Ат500С, Ат600, Ат600С, Ат600К, Ат800, Ат800К, Ат1000, Ат1000К и Ат1200.

Арматурная сталь изготовляется из углеродистой и низколегированной стали с массовой долей химических элементов по ковшовой пробе, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 – Массовая доля химических элементов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс  арматурной  стали | Массовая доля химических элементов, % | | | | |
| углерода, | марганца | кремния | серы | фосфора |
| не более |  |  | не более |  |
| Ат400С | 0, 24 | 0, 5–1, 5 | Не более |  |  |
| Ат500С |  |  | 0, 065 |  |  |
| Ат600С,  Ат600К,  Ат800,  Ат1000,  Ат1000К | 0, 32 | 0, 6–2, 3 | 0, 6–2, 4 | 0, 045 | 0, 045 |
| Ат1200 |  | 0, 6–1, 0 | 1, 5–2, 3 |  |  |
| Примечания:  1 Для арматурной стали классов Ат400С и Ат500С при обеспечении механических свойств и свариваемости допускается массовая доля кремния до 1,2%;  2 Для арматурной стали класса Ат500С допускается массовая доля углерода не более 0,37%. | | | | | |

Для свариваемой арматурной стали класса Ат400С углеродный эквивалент, определяемый по формуле

, (1)

где C, Mn, Si – массовая доля соответствующих химических элементов,

должен быть не менее 0,32 процента, класса Ат500С – не менее 0,40 процента, класса Ат600С – не менее 0,44 процента.

Предельные отклонения по химическому составу в готовом прокате от норм, установленных таблицей 1, должны соответствовать приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Предельные отклонения по химическому составу в готовом прокате

|  |  |
| --- | --- |
| Химический элемент | Предельные отклонения, % |
| Углерод | +0, 02 |
| Марганец | +0, 10 |
| Кремний | ± 0, 10 |
| Сера | +0, 005 |
| Фосфор | +0, 005 |

По требованию потребителя регламентируют требования по релаксации напряжений, усталостной прочности и по испытанию на изгиб с разгибом. Для арматурной стали классов прочности Ат800, Ат1000 и Ат1200 релаксация напряжений не должна превышать 4 процента за 1000 часов при исходном усилии, составляющем 70 процентов максимального усилия, соответствующего временному сопротивлению разрыва в приложении Б.

Арматурная сталь классов прочности Ат800, Ат1000 и Ат1200 должна выдерживать без разрушения 2 миллиона циклов напряжения, составляющего 70 процентов номинального предела прочности на растяжение. Интервал напряжения для гладкой арматурной стали должен составлять 245 ньютон на квадратный миллиметр, для арматурной стали периодического профиля 195 ньютон на квадратный миллиметр.

Для арматурной стали классов Ат400С, Ат500С и Ат600С испытание на изгиб может быть заменено испытанием на изгиб с разгибом в соответствии с ГОСТ 10884–94 «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические требования».

После испытания ни один из испытываемых образцов не должен иметь разрывов или трещин, видимых невооруженным глазом.

Для арматурной стали классов прочности Ат800, Ат1000 и Ат1200 условный предел упругости должен быть не менее.

Обозначение арматурной стали должно содержать:

– номинальный диаметр (номер профиля), миллиметры;

– обозначение класса прочности;

– обозначение ее эксплуатационных характеристик – свариваемости (индекс С), стойкости против коррозионного растрескивания (индекс К).

**1.2 Номенклатура контролируемых параметров**

Арматурную сталь изготовляют с периодическим профилем. Размеры периодического профиля приведены в приложении А. По согласованию изготовителя с потребителем арматурную сталь класса прочности Ат800 и выше допускается изготовлять гладкой.

Угол между поперечными выступами и продольной осью стержня β рекомендуется принимать равным 45 градусов. Допускается указанный угол принимать от 35 до 70 градусов. Угол наклона боковых граней поперечных выступов должен быть от 30 до 45 градусов. Расстояние между окончаниями поперечных выступов С не должно превышать значений, указанных в приложении А. Для арматурной стали диаметрами 6, 8 и 10 миллиметров допускается сопряжение продольного ребра с поперечными выступами равной высоты при отношении . Значения и допускаемые отклонения размера соответствуют приведенным в приложении А для размера.

Овальность стержней (разность между  и  в одном сечении) не должна превышать суммы плюсового и минусового предельных отклонений по размеру . Размеры, на которые не установлены предельные отклонения, приведены для построения калибра и на готовом прокате их не контролируют.

Номинальные диаметры арматурной стали, площади поперечного сечения, линейная плотность (масса стержня длиной 1 метр), предельные отклонения по размерам и массе, овальность и кривизна стержней должны соответствовать установленным приложением А и ГОСТ 5781. Арматурную сталь диаметром 10 миллиметров и более изготовляют в виде стержней длиной, оговоренной в заказе. Арматурная сталь диаметрами 6 и 8 миллиметров изготовляется в мотках. Изготовление арматурной стали классов Ат400С, Ат500С и Ат600С диаметром 10 миллиметров допускается в мотках.

Стержни изготовляют мерной длины от 5,3 до 13,5 метра. Допускается изготовление стержней мерной длиной до 26 метра. Длина стержней – по требованию потребителя. Свариваемую арматурную сталь допускается поставлять в виде стержней:

– мерной длины с немерными отрезками длиной не менее 2 метра в количестве не более 15 процентов массы партии;

– немерной длины от 6 до 12 метра. В партии такой арматурной стали допускается наличие стержней длиной от 3 до 6 метра в количестве не более 7 процентов массы партии.

Предельные отклонения по длине стержней мерной длины должны соответствовать требованиям ГОСТ 5781.

Механические свойства арматурной стали до и после электронагрева, а также результаты испытаний ее на изгиб должны соответствовать требованиям, установленным приложением Б. Статистические показатели механических свойств арматурной стали должны соответствовать установленным таблицей 3 и ГОСТ 10884–94 «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические требования».

Таблица 3 – Статистические показатели механических свойств арматурной стали

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальный  диаметр  арматурной стали (номер  профиля), мм | Статистические показатели механических свойств | | | | | | | |
| Среднее квадратическое отклонение, Н/мм2 | | | | Отношение | | | |
| S | |  | |  | |  | |
|  |  |  |  |  |  |  | S |
| 10–14 | 90 | 90 | 50 | 50 | 0, 09 | 0, 08 | 0, 06 | 0, 05 |
| Св. 14 | 80 | 80 | 45 | 45 | 0, 08 | 0, 07 | 0, 05 | 0, 04 |
| Примечания:  S – среднее квадратическое отклонение параметра в генеральной совокупности испытаний;  - среднее квадратическое отклонение параметра в партии;  - среднее значение параметра в генеральной совокупности испытаний;  X – минимальное среднее значение проверяемого параметра в данной партии  Для арматурной стали классов Ат400С и Ат500С диаметрами 6–10 миллиметров в мотках значения S, , ,принимают в соответствии с ГОСТ 5781 для арматурной стали класса А-III. | | | | | | | | |

Класс прочности арматурной стали обозначают числом поперечных выступов согласно таблице 4 в интервале .

Таблица 4 – Класс прочности арматурной стали

|  |  |
| --- | --- |
| Класс прочности арматурной стали | Число поперечных выступов в интервале |
| Ат400 | 3 |
| Ат500 | 1 |
| Ат600 | 4 |
| Ат800 | 5 |
| Ат1000 | 6 |
| Ат1200 | 7 |

**1.3 Характеристики условий испытаний**

Нормальные условия испытаний, при которых будут произведены измерения, сопровождающие процесс испытаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Нормальные условия испытаний

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №/№ | Влияющая величина | Номинальные значения | Единица измерения |
| 1 | Температура для всех видов измерений | 20±5 | ºС |
| 2 | Давление окружающего воздуха | 84 – 106  (630 – 795) | кПа (мм рт. ст.) |
| 3 | Относительная влажность воздуха | 30 – 80 | % |
| 4 | Плотность воздуха | 1,2 | кг/м3 |
| 5 | Ускорение свободного падения | 9,8 | м/с2 |
| 6 | Магнитная индукция для измерений параметров движения. Магнитных и электрических величин | 0 | Тл |
| 7 | Напряжение электростатического поля | 0 | В/м |
| 8 | Среднеквадратическое значение напряжения питающей сети переменного тока | 220±2% | В |
| 9 | Частота питающей сети переменного тока | 50±0,5 | Гц |
| 10 | Форма кривой переменного напряжения питающей сети | Синусоидальная |  |

**1.4 Факторы, влияющие на контролируемые параметры**

Контролируемые параметры приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Контролируемые параметры

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер испытания | Вид испытания | Наименование внешнего фактора |
| 1 | Испытание на изгиб в холодном состоянии | Пониженная температура |
| 2 | Испытание на растяжение | Пониженная температура |
| 3 | Испытание на изгиб с разгибом | Пониженная температура, повышенная температура |

Методы испытаний на растяжение проводят при температуре ()°С;

Методы испытаний на изгиб в холодном состоянии проводят при температуре ()°С;

При испытании на изгиб с разгибом изогнутый образец подвергают старению путем нагрева до 100 °С с выдержкой при этой температуре не менее 30 минут и затем охлаждают на воздухе до температуры от 10 до 36 °С.

**2. Анализ нормативной документации по контролю заданных параметров объекта. Рекомендуемые нормативно-технической документацией методы и требования к точности средств испытаний и контроля**

Общие требования к стали арматурной установлены в ГОСТ 10884–94 «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические требования».

Данный стандарт распространяется на термомеханически упрочненную арматурную сталь гладкую и периодического профиля диаметрами 6–40 миллиметров, предназначенную для армирования железобетонных конструкций. Стандарт содержит сертификационные требования к термомеханически упрочненной арматурной стали для железобетонных конструкций.

Требования к методам испытаний стали арматурной устанавливает следующая нормативная документация:

1 ГОСТ 12004–81 «Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение». Методы испытаний на растяжение проводят при температуре ()°С арматурной стали номинальным диаметром от 3,0 до 80 миллиметров (проволоки, стержни и арматурные канаты) круглого и периодического профиля, предназначенной для армирования обычных и предварительно напряженных железобетонных конструкций для определения механических свойств: полного относительного удлинения при максимальной нагрузке; относительного удлинения после разрыва; относительного равномерного удлинения после разрыва; относительного сужения после разрыва; временного сопротивления; предела текучести (физического); пределов текучести и упругости (условных); модуля упругости (начального);

2 ГОСТ 14019–80 «Методы и сплавы. Методы испытаний на изгиб». Методы испытаний на изгиб в холодном состоянии проводят при температуре ()°С. Испытание состоит в изгибе образца вокруг оправки под действием статического усилия и служит для определения способности металла выдерживать заданную пластическую деформацию, характеризуемую углом изгиба, или для оценки предельной пластичности металла, характеризуемой углом изгиба до появления первой трещины;

3 ГОСТ 10884–94 «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические требования». Испытание на изгиб с последующим разгибом заключается в пластической деформации образца из стержневой арматурной стали путем изгиба до достижения заданного угла в нагреве и охлаждении изогнутого образца при заданных условиях и последующем разгибе (обратном изгибе) под действием силы в направлении, противоположном первоначальному.

При проведении испытаний на растяжение используется следующая аппаратура:

– Разрывные и универсальные испытательные машины должны соответствовать требованиям ГОСТ 28840;

– Штангенциркули должны соответствовать требованиям ГОСТ 166;

– Микрометры должны соответствовать требованиям ГОСТ 6507;

– Тензометры должны соответствовать требованиям ГОСТ 18957 (отменен на территории РФ);

– Линейки металлические должны соответствовать требованиям ГОСТ 427.

Испытание на изгиб в холодном состоянии проводят на универсальных испытательных машинах или прессах.

Испытание на изгиб с последующим разгибом должно проводиться на универсальных испытательных машинах или прессах, оборудованных устройствами для изгиба и разгиба.

**3. Определение требований к точности средств контроля, обоснование требований к погрешности средств контроля по количественному признаку**

Испытание на изгиб с последующим разгибом должно проводиться на универсальных испытательных машинах или прессах, оборудованных устройствами для изгиба и разгиба. Испытание должно проводиться со скоростью не более 20 градус на секунду таким образом, чтобы в зоне растяжения находились поперечные ребра образца из стержневой арматурной стали. Расстояние между опорами l не должно изменяться при испытании и должно быть равно:

, (2)

где D – диаметр оправки (таблица 7).

Таблица 7 – Диаметр оправки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр оправки при номинальном диаметре арматурной стали, мм | | | | | | | | |
| 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| 32 | 40 | 50 | 63 | 100 | 160 | 200 | 320 | 400 |

Испытание на изгиб в холодном состоянии проводят на универсальных испытательных машинах или прессах. Для проведения испытания применяют приспособления:

– в виде двух опор с оправкой;

– в виде матрицы с V-образным углублением и оправкой.

При проведении испытаний на растяжение используется следующая аппаратура:

– Разрывные и универсальные испытательные машины должны соответствовать требованиям ГОСТ 28840;

– Штангенциркули должны соответствовать требованиям ГОСТ 166;

– Микрометры должны соответствовать требованиям ГОСТ 6507;

– Тензометры должны соответствовать требованиям ГОСТ 18957;

– Линейки металлические должны соответствовать требованиям ГОСТ 427.

Машины по виду деформации, сообщаемой образцу в процессе испытания, подразделяют на: разрывные (растяжение); прессы (сжатие); универсальные (растяжение, сжатие, изгиб). Ряды наибольших предельных нагрузок и группы машин, разработанных и выпускаемых промышленностью, с указанием классификационных признаков указаны в приложении В. Значения наибольших предельных нагрузок и диапазонов нагружения вновь разрабатываемых машин должны выбираться из ряда 1,0 х 10 (n); 2,0 x 10 (n); 2,5 x 10 (n); 3,0 x 10 (n); 5,0 x 10 (n) килоньютоны, где n целое положительное или отрицательное число, или 0.

Пределы допускаемой погрешности измерения нагрузки при прямом ходе (в процентах от измеряемой нагрузки) и разделение на группы по этому параметру приведены в [таблице 8](#sub_1112).

Таблица 8 – Пределы допускаемой погрешности измерения нагрузки при прямом ходе

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа машин | 0-У | 1-У | 2-У | 3-У |
| Предел допускаемой погрешности измерения нагрузки (усилий) при прямом ходе, %, от измеряемой нагрузки | ±0,5 | ±1,0 | ±2,0 | ±3,0 |

Пределы допускаемой погрешности измерения деформации (удлинения) и разделение машин на группы по этому параметру приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Пределы допускаемой погрешности измерения деформации

|  |  |
| --- | --- |
| Группа машин по точности измерения деформации (удлинения) образца | Предел допускаемой погрешности измерения деформации (удлинения), % от верхнего предела диапазона измерителя |
| 1-Д | ±1,0 |
| 2-Д | ±2,0 |
| 3-Д | ±3,0 |
| 5-Д | ±5,0 |
| Примечания: 1 Группы точности, значения пределов допускаемой погрешности измерения деформации (удлинения) и диапазон измеряемых деформаций (удлинений) устанавливают в ТУ на выпуск машин.  2 Для машин с термокриокамерами значения пределов допускаемой погрешности и диапазон измеряемых удлинений устанавливают в ТУ по согласованию с потребителем.  3 С 01.01.95 предел допускаемой погрешности при измерении деформации (удлинения) устанавливают в процентах от измеряемой величины удлинения. | |

Предел допускаемой погрешности измерения и записи деформации в машинах, оснащенных электрическими измерителями деформации, не должен превышать плюс-минус 2,0 процента от верхнего предела диапазона измерителя деформации и устанавливается в ТУ по согласованию с заказчиком в соответствии с нормами точности используемых стандартизованных устройств записи и регистрации показаний.

Предел допускаемой погрешности записи перемещения активного захвата не должен превышать плюс-минус 3,0 процента измеряемого значения величины при длине записанного самопишущим устройством отрезка по координате «перемещение» свыше 30 миллиметров, при длине записанного отрезка до 30 миллиметров – плюс-минус 1 миллиметр при масштабах записи до 50:1 и плюс-минус 2 миллиметра – при масштабе записи 100:1.

Микрометры должны быть изготовлены следующих типов: МК – гладкие для измерения наружных размеров изделий; МЛ – листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент; МТ – трубные для измерения толщины стенок труб; МЗ – зубомерные для измерения длины общей нормали зубчатых колес с модулем от 1 миллиметра; МГ – микрометрические головки для измерения перемещения; МП – микрометры для измерения толщины проволоки.

Микрометры следует изготовлять:

– с ценой деления 0,01 миллиметров – при отсчете показаний по шкалам стебля и барабана;

– со значением отсчета по нониусу 0,001 миллиметров – при отсчете показаний по шкалам стебля и барабана с нониусом;

– с шагом дискретности 0,001 миллиметров – при отсчете показаний по электронному цифровому отсчетному устройству и шкалам стебля и барабана.

Микрометры изготовляют в соответствии с требованиями ГОСТ 6507 по конструкторской документации, утвержденной в установленном порядке.

Измерительное усилие для микрометров типов МЛ, МТ и МЗ должно быть не менее 3 и не более 7 ньютонов, а для микрометров остальных типов – не менее 5 и не более 10 ньютонов. Колебание измерительного усилия для микрометров всех типов не должно превышать 2 ньютона.

Предел допускаемой погрешности микрометра в любой точке диапазона измерений при нормируемом измерительном усилии и температуре, не превышающей значений, установленных в таблице 10, а также допускаемое изменение показаний микрометра от изгиба скобы при усилии 10 ньютонов, направленном по оси винта, должны соответствовать установленным в таблице 11.

Таблица 10 – Предел допускаемой погрешности микрометра

|  |  |
| --- | --- |
| Верхний предел измерений микрометра,  мм | Допускаемое отклонение температуры от 20ºС, ºС |
| До 150 | ±4 |
| Св. 150» 500 | ±3 |
| » 500» 600 | ±2 |

Таблица 11 – Допускаемое изменение показаний микрометра от изгиба скобы

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип микрометра | Верхний предел измерений микрометра, мм | Предел допускаемой погрешности микрометра с отсчетом показаний, мкм | | | | | Допускаемое изменение показаний микрометра от изгиба скобы при усилии 10 Н, мкм |
| по шкалам стебля и барабана классов точности | | по шкалам стебля и барабана с нониусом | по электронному цифровому устройству классов точности | |
| 1 | 2 | 1 | 2 |
| МК | 25 | ±2,0 | ±4,0 | ±2,0 | ±2,0 | ±4,0 | 2,0 |
| 50  75  100 | ±2,5 |
| ±3,0 | 3,0 |
| ±3,0 |
| 125; 150  175; 200 | ±3,0 | ±5,0 | - | | 4,0 |
| 5,0 |
| 225; 250  275; 300 | ±4,0 | ±6,0 | ±4,0 | 6,0 |
| 400  500 | ±5,0 | ±8,0 | - | 8,0 |
| 10,0 |
| 600 | ±6,0 | ±10,0 | 12,0 |
| МЛ | 5; 10; 25 | - | ±4,0 | ±2,0 | ±2,0 | ±4,0 | 2,0  3,0 |
| МТ | 25 | ±2,0 |
| МЗ | 25 | ±4,0 | ±5,0 | ±3,0 | ±5,0 |
| 50  75  100 | ±3,0 |
| МГ | 15; 25 | ±1,5 | ±3,0 | ±2,0 | ±2,0 | ±3,0 | - |
| 50 | - | ±4,0 | - | - | - |
| МП | 10 | ±2,0 | ±2,0 | ±2,0 | ±4,0 | 2,0 |
| Примечания:  1 Погрешность микрометров типов МК, МЛ, МТ и МП определяют по мерам с плоскими измерительными поверхностями.  2 Погрешность микрометра типа МЗ определяют по мерам с цилиндрическими измерительными поверхностями, установленными на расстоянии 2–3 миллиметра от края измерительных поверхностей микрометра. | | | | | | | |

Для микрометров, имеющих плоские измерительные поверхности (типы МК и МЗ), допуск параллельности измерительных поверхностей должен соответствовать установленному в таблице 10. На расстоянии до 0,5 миллиметров от краев измерительных поверхностей допускаются завалы. Допуск плоскостности плоских измерительных поверхностей микрометра должен соответствовать установленному в таблице 11.

Таблица 10 – Допуск параллельности измерительных поверхностей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип микрометра | Верхний предел измерений микрометра, мм | Допуск параллельности плоских измерительных поверхностей микрометра, мкм, классов точности | |
| 1 | 2 |
| МК | 25 | 1,5 | 2,0 |
| 50 | 2,0 |
| 75; 100 | 3,0 | 3,0 |
| 125; 150; 175; 200 | 4,0 |
| 225; 250 | 4,0 | 6,0 |
| 275; 300; 400 | 5,0 | 8,0 |
| 500 | 7,0 | 10,0 |
| 600 | 12,0 |
| МЗ | 25; 50 | 2,0 | 2,0 |
| 75; 100 | 3,0 | 3,0 |

Таблица 11 – Допуск плоскостности плоских измерительных поверхностей микрометра

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип микрометра | Допуск плоскостности измерительных поверхностей микрометра, мкм, классов точности | |
| 1 | 2 |
| МК, МЛ, МТ, МГ, МП | 0,6 | 0,9 |
| МЗ | 0,9 |

Примечание к таблицам 10 и 11: для микрометров с нониусом допуски параллельности и плоскостности измерительных поверхностей должны соответствовать нормам класса точности 1.

Штангенциркули следует изготовлять следующих основных типов: I – двусторонние с глубиномером; Т-1 – односторонние с глубиномером с измерительными поверхностями из твердых сплавов; II – двухсторонние; III – односторонние.

Штангенциркули со значением отсчета по нониусу 0,1 миллиметра и верхним пределом измерения до 400 миллиметров и штангенциркули с отсчетом по круговой шкале с ценой деления 0,1 миллиметр следует изготовлять двух классов точности: 1 и 2. Предел допускаемой погрешности штангенциркулей при температуре окружающей среды (20 ±5)°С должен соответствовать указанному в таблице12. Предел допускаемой погрешности штангенциркулей типов 1 и Т-1 при измерении глубины, равной 20 миллиметров, должен соответствовать таблице 12.

Таблица 12 – Предел допускаемой погрешности штангенциркулей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Измеряемая длина, мм | Предел допускаемой погрешности штангенциркулей (±), мм | | | | | | | |
| при значении отсчета по нониусу | | | с ценой деления круговой шкалы отсчетного устройства | | | | с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства |
| 0,05 | 0,1 для класса точности | | 0,02 | 0,05 | 0,1 для класса точности | | 0,01 |
| 1 | 2 | 1 | 2 |
| До 100 |  | 0,05 |  | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,08 | 0,03 |
| Св. 100 до 200 | 0,05 |  | 0,10 | 0,04 |  |  |  |  |
| » 200» 300 |  |  |  |  |  |  |  | 0,04 |
| » 300» 400 |  | 0,10 |  |  |  |  |  |  |
| » 400» 600 | 0,10 |  |  |  |  |  |  | 0,05 |
| » 600» 800 |  |  |  |  |  |  |  | 0,06 |
| » 800» 1000 |  |  |  |  |  |  |  | 0,07 |
| » 1000» 1100 |  | 0,15 |  | - | - | - | - |  |
| » 1100» 1200 |  | 0,16 | - |  |  |  |  |  |
| » 1200» 1300 | - | 0,17 |  |  |  |  |  | - |
| » 1300» 1400 |  | 0,18 |  |  |  |  |  |  |
| » 1400» 1500 |  | 0,19 |  |  |  |  |  |  |
| » 1500» 2000 |  | 0,20 |  |  |  |  |  |  |
| Примечания:  1 За измеряемую длину принимают номинальное расстояние между измерительными поверхностями губок.  2 У штангенциркулей с одним нониусом погрешность проверяют по губкам для измерения наружных размеров.  3 При сдвигании губок штангенциркулей до их соприкосновения смещение нулевого штриха нониуса допускается только в сторону увеличения размера.  4 Погрешность штангенциркуля не должна превышать значений, указанных в таблице 12 при температуре (20 ±10)°С при поверке их по плоскопараллельным концевым мерам длины из стали. | | | | | | | | |

Линейки должны изготовляться со следующими пределами измерений: 150; 300; 500; 1000; 1500; 2000; 3000 миллиметров. Началом шкалы линейки должна быть торцовая грань, перпендикулярная к продольному ребру линейки. Линейки за последней сантиметровой отметкой шкалы должны иметь не менее пяти добавочных миллиметровых делений. Закругленный конец линейки должен иметь для подвешивания отверстие диаметром не менее 5 миллиметров для линеек с пределами измерений 150, 300 и 500 миллиметров и не менее 8 миллиметров для линеек с пределом измерения 1000 миллиметров и более.

Линейки с пределом измерения 1000 миллиметров и более с двумя шкалами должны иметь вторую торцовую грань, перпендикулярную к продольному ребру линейки, и не должны иметь добавочных миллиметровых делений. Торцовая грань или торцовые грани, служащие началом линейки, должны быть прямолинейны и перпендикулярны к продольному ребру линейки. Отклонение от перпендикулярности не должно превышать плюс-минус 10 ¢. Отклонение от прямолинейности торцовой грани не должно превышать 0,04 миллиметра для линеек с пределами измерений 150, 300 и 500 миллиметров и 0,08 миллиметра для линеек с пределом измерения 1000 миллиметров и более. Отклонения от номинальных значений длины шкалы и расстояний между любым штрихом и началом или концом шкалы не должны превышать значений, указанных в таблице 13.

Таблица 13 – Отклонения от номинальных значений длины шкалы

|  |  |
| --- | --- |
| Общая длина шкалы и расстояние между любым штрихом и началом или концом шкалы, мм | Допускаемые отклонения, мм |
| До 300 | ± 0,10 |
| Св. 300 до 500 | ± 0,15 |
| » 500» 1000 | ± 0,20 |
| » 1000» 1500 | ± 0,25 |
| » 1500» 2000 | ± 0,30 |
| » 2000» 3000 | ± 0,60 |

Отклонения от номинальных значений длин сантиметровых делений шкалы линеек не должны превышать 0,10 миллиметра, а отклонения от номинальных значений длин миллиметровых делений шкалы линеек не должны превышать плюс-минус 0,05 миллиметра. Основные размеры линеек, штрихов и числовых обозначений должны соответствовать указанным в таблице 14.

Таблица 14 – Основные размеры линеек, штрихов и числовых обозначений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование основных размеров | Пределы измерений, мм | |
| До 500 | До 3000 |
| Ширина линеек | 18,0 – 22,0 | 36,0 – 40,0 |
| Толщина линеек | 0,4 – 0,6 | 0,8 – 2,0 |
| Длина миллиметровых штрихов, не менее | 3,5 | 5,0 |
| Длина полусантиметровых штрихов, не менее | 5,0 | 7,0 |
| Длина сантиметровых штрихов, не менее | 6,5 | 9,0 |
| Высота числовых обозначений, не менее | 3,0 | 3,0 |
| Ширина штрихов | 0,20 ± 0,05 | |

**4. Выбор и обоснование автоматизированных средств контроля (испытаний)**

Автоматизация испытаний предусматривает: минимальное участие человека-оператора в процесс испытаний, уменьшение трудоемкости, повышение объективности получаемых результатов, исключение погрешности, вносимых оператором; управление в соответствии с заданной программой процессами испытаний в одной или одновременно в нескольких испытательных установках; регистрацию, обработку данных испытательных режимов и представление их в удобной форме. В современные испытательные установки встраиваются специальные мини-ЭВМ, в результате чего повышается точность и достоверность измерений значений параметров испытательных режимов. Поэтому для проведения испытаний на растяжение, испытаний на изгиб в холодном состоянии, испытаний на изгиб с разгибом необходимо использовать современные автоматизированные средства. В соответствии с требованиями, предъявляемые к средствам испытаний, были выбраны следующие современные автоматизированные средства.

Микрометр электронный МЛЦ. Микрометры оснащены электронным цифровым отсчетным устройством, более удобным и быстрым при считывании показаний, а также позволяющим проводить относительные измерения за счет установки нулевого значения на любом размере в диапазоне измерений. Функции электронного блока: кнопочное управление, метрическая и дюймовая система исчисления, кнопка выключения / автоматическое отключение, установка абсолютного нуля, абсолютные и относительные измерения, установка пределов допуска и классифицированное измерение, функция удержания данных на экране, разъем для вывода данных. Измерительные поверхности микрометров оснащены твердым сплавом. Технические характеристики:

Предел измерений: 0–25 мм

Цена деления: 0,001 мм

**Штангенциркуль электронный ШЦЦ-III.** Штангенциркули изготовлены из высококачественных сталей. Измерительные поверхности губок закалены. Изготавливаются из углеродистой и нержавеющей сталей, со значением отсчета 0,05 миллиметра и 0,1 миллиметра, 1 и 2 классов точности, с дюймовой и метрическими шкалами. Технические характеристики:

Предел измерений: 0–500 мм

Цена деления: 0,01 мм

Длина губок: 100/125/150/200/250 мм

«Линейки электронные» Цифровая система измерения перемещений  
Тип АT 115. Кабель жестко соединен с измерителем. Технические характеристики:

Диапазон измерений: 100 – 1500 мм

Цена деления: 20 мкм

Рабочая температура: от 3 до 40 °С

Макс. скорость перемещения рабочих органов: 50 м/м

Вспомогательные (контрольные) точки: каждые 50 мм

**Универсальные испытательные машины** ИС 6056–1000–4. Предназначены для испытания образцов металлов и сплавов на много- и малоцикловую усталость при ассиметричных и симметричных циклах напряжений и деформаций, изменяющихся по периодическому закону. Машины могут использоваться для статических испытаний на растяжение и сжатие. Испытательная машина может применяться в лабораториях заводов при приемке и сдаче металлов, для научных исследованиях в лабораториях учебных заведений, НИИ. Технические особенности: машина состоит из нагружающего устройства, пульта управления, насосной установки блока аккумулятора, гидропульсатора, шкафа, гидро- и электрокоммуникаций, в машине предусмотрен выход на ЭВМ, обеспечивающий управление процессом испытаний и выполнение различных операций, управление параметрами нагружения осуществляется системой автоматического регулирования электронной системой измерения, предусмотрено программирование испытаний, двухчастотный режим нагружения, запись диаграммы в координатах «нагрузка-перемещение (деформация)», «нагрузка (перемещение, деформация) – время». Технические характеристики:

Наибольшая предельная статическая нагрузка: ±1000 кН

Наибольшая суммарная нагрузка: ±1000 кН

Наибольшая предельная статическая составляющая нагрузка: ±500 кН

Наибольшая амплитуда динамической нагрузки: ±500 кН

Рабочий ход активного захвата: не менее 250 мм

Предел допускаемой погрешности при измерении статической нагрузки от измеряемой величины: ±1%

Потребляемая мощность: 28 кВт

Габаритные размеры: 2400x3500x3500 мм

Масса: 7700 кг

Разрывные машины ИР-6066–500–0. Предназначены для статических испытаний на растяжение стандартных образцов металлов, арматурной стали, образцов из листового и круглого проката. Разрывные машины могут применяться в лабораториях механических испытаний, металлургических и машиностроительных заводов, НИИ, КБ и учебных заведений. Технические особенности: принцип работы заключается в деформировании образцов в статическом режиме с помощью гидравлической системы управления, разрывная машина состоит из нагружающего устройства и пульта управления, машина снабжена электронной системой измерения, перемещения, скорости нагружения и записи диаграммы в координатах «нагрузка-перемещение (деформация)» и «время-перемещение (деформация)». Технические характеристики:

Наибольшая нагрузка: 500 кН

Диапазон измерения нагрузки: 10–500 кН

Высота рабочего пространства, включая ход рабочего пространства: 420 мм

Ширина рабочего пространства: 500 мм

Рабочий ход активного захвата: 400 мм

Пределы допускаемой погрешности измерения нагрузки от измеряемой величины: ±1%

Пределы допускаемой погрешности поддержания скорости нагружения: ±20%

Габаритные размеры: 2175х710х2450 мм

Масса: 1760 кг

Испытательные прессы ИП-2500М-авто. Предназначены для статических испытаний на сжатие и изгиб строительных материалов (бетона, асфальтобетона, цемента, огнеупоров и других) и образцов металлов в пределах своих технических возможностей. Область применения прессов – испытательные лаборатории комбинатов строительных материалов, железобетонных и цементных заводов, строительных и дорожно-строительных организаций, предприятий по производству металла и изделий из него (арматуры, труб и др.), научно–исследовательских центров и институтов. Испытательные прессы ИП-2500М-авто состоят из нагружающего устройства, насосной установки (пульта) и системы измерения / управления ASTM-Digital. Нагружающее устройство и насосная установка устанавливаются на фундамент, закрепляются анкерными болтами и соединяются трубопроводами, сливной трубкой и жгутами (кабелями) в соответствии с маркировкой. Механические испытания осуществляются путем деформирования образцов, устанавливаемых между опорными плитами нагружающего устройства, при контролируемой нагрузке и скорости деформирования, задаваемых в соответствии с требуемой методикой ГОСТ на испытания. Насосная установка обеспечивает питание пресса рабочей жидкостью, а система измерения / управления ASTM-Digital – измерение параметров и управление процессом испытания. Для обеспечения безопасности работы на прессе предусмотрено ограждение, закрепленное на траверсе нагружающего устройства. Технические характеристики:

Наибольшая предельная нагрузка: не менее 2500 кН

Наименьшая предельная нагрузка: не более 25 кН

Цена единицы наименьшего разряда силоизмерителя: Fmax / 10000

Цена единицы наименьшего разряда системы измерения

перемещений и скорости перемещений опорной плиты: 0,01 мм и мм/с

Диапазон скоростей нагружения по силе: 1…100 кН/с

Максимальная скорость перемещений опорной плиты без нагрузки:

60 мм/мин

Относительная погрешность измерения нагрузки и перемещений при прямом ходе от измеряемой величины: не более ±1%

Допускаемая относительная погрешность системы поддержания скорости нагружения: не более ±25 (±5)%

Ход поршня рабочего цилиндра: не менее 100 мм

Высота рабочего пространства, max/min: 1000/ – мм

Ширина рабочего пространства: не менее 530 мм

Размеры опорных плит: 500х500 мм

Потребляемая мощность: не более 3,4 кВт

Габаритные размеры: не более 2100х900х2500 мм

Масса: не более 3350 кг

**Заключение**

Автоматизация – одно из направлений [научно-технического прогресса](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%BE-%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81), применение саморегулирующих технических средств, [экономико-математических методов](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%BE-%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%8B&action=edit&redlink=1) и систем управления, освобождающих [человека](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BA) от участия в [процессах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81) получения, преобразования, передачи и использования [энергии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F), [материалов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB) или [информации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F), существенно уменьшающих степень этого участия или [трудоемкость](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B5%D0%BC%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) выполняемых операций. Требует дополнительного применения [датчиков](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA) ([сенсоров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BE%D1%80)), [устройств ввода](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%B2%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B0), [управляющих устройств](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%8F%D1%8E%D1%89%D0%B5%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE) ([контроллеров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D1%80)), [исполнительных устройств](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE), [устройств вывода](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B0), использующих электронную технику и методы вычислений, иногда копирующие нервные и мыслительные функции человека. Наряду с термином автоматический, используется понятие автоматизированный, подчеркивающий относительно большую степень участия человека в процессе.

В курсовой работе объектом исследования была выбрана сталь арматурная, основные технические характеристики которой установлены в ГОСТ 10884–94 «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические требования». Были рассмотрены назначение и область применения стали арматурной, наличие обязательных требований, номенклатура контролируемых параметров, характеристики условий испытаний, факторы, влияющие на контролируемые параметры.

Были проанализированы нормативная документация по контролю заданных параметров объекта, рекомендуемые нормативно-технической документацией методы и требования к точности средств испытаний и контроля.

Определены требования к точности средств контроля, обоснование требований к погрешности средств контроля по количественному признаку.

Был произведен выбор и обоснование автоматизированных средств контроля (испытаний).

**Список использованной литературы**

1 ГОСТ 10884–94 «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические требования»;

2 ГОСТ 12004–81 «Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение»;

3 ГОСТ 14019–80 «Методы и сплавы. Методы испытаний на изгиб»;

4 ГОСТ 166–89 «Штангенциркули. Технические условия»

5 ГОСТ 427–75 «Линейки измерительные металлические. Технические условия»

6 ГОСТ 1497–84 «Металлы. Методы испытаний на растяжение»

7 ГОСТ 6507–90 «Микрометры. Технические условия»

8 ГОСТ 28840–90 «Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования»