

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»  
Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева  
Кафедра «Электротехника и электрооборудование»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА

по дисциплине

**ВНУТРИЗАВОДСКОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И РЕЖИМЫ**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электрооборудование и электрохозяйство  
предприятий, организаций и учреждений

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, заочная

Тула 2020

УДК 621.311.1

Полевой В.Е. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Внутризаводское электроснабжение и режимы». – 2020. – 33 с.

Авторская редакция

Методические указания по выполнению курсового проекта обсуждены на заседании кафедры «Электротехника и электрооборудование» Института высокоточных систем им. В.П. Грязева.

Протокол № 1 от «31» августа 2019 г.

Зав. кафедрой

Соловьёв А.Э.

## Оглавление

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Оглавление .....                                                                                                    | 3  |
| Введение .....                                                                                                      | 4  |
| 1 Цель и задачи выполнения курсового проекта .....                                                                  | 4  |
| 2 Основные требования к курсовому проекту .....                                                                     | 4  |
| 2.1 Исходные данные и выбор варианта курсового проекта .....                                                        | 4  |
| 2.2 Исходные данные и задание к курсовому проекту .....                                                             | 5  |
| 2.3 Объём курсового проекта .....                                                                                   | 6  |
| 3 Работа над курсовым проектом и его защита .....                                                                   | 6  |
| 3.1 Содержание пояснительной записки курсового проекта .....                                                        | 6  |
| 3.2 Защита курсового проекта .....                                                                                  | 8  |
| 4 Методические указания по выполнению отдельных разделов курсового проекта ...                                      | 8  |
| 4.1 Краткая характеристика производства и электроприёмников электрической энергии .....                             | 8  |
| 4.1.1 Описание технологического процесса .....                                                                      | 8  |
| 4.1.2 Характеристика электроприёмников электрической энергии цеха .....                                             | 8  |
| 4.1.3 Характеристика производственной среды и микроклимата помещений .....                                          | 9  |
| 4.2 Расчёт электрических нагрузок .....                                                                             | 9  |
| 4.3 Выбор количества, типа и мощности трансформаторов .....                                                         | 4  |
| Библиографический список .....                                                                                      | 7  |
| Приложение А (справочное) Характеристика механического цеха и его электрооборудования .....                         | 10 |
| Приложение Б (справочное) Характеристика ремонтно-механического цеха и его электрооборудования .....                | 14 |
| Приложение В (справочное) Характеристика кузнечно-прессового цеха и его электрооборудования .....                   | 17 |
| Приложение Г (справочное) Характеристика механического цеха тяжёлого машиностроения и его электрооборудования ..... | 20 |
| Приложение Ж (справочное) Характеристики арматурного цеха и его электрооборудования .....                           | 23 |
| Приложение Л (справочное) Форма титульного листа курсового проекта .....                                            | 27 |
| Приложение М (справочное) Форма бланка задания на курсовой проект .....                                             | 28 |
| Приложение Н (справочное) Образец оформления аннотации .....                                                        | 29 |
| Приложение П (справочное) Порядок заполнения основной надписи документов курсового проекта .....                    | 30 |

## **Введение**

Курсовое проектирование является формой учебного процесса, которая направлена на приобретение студентами навыков самостоятельной исследовательской и творческой работы. Курсовой проект по дисциплине «Внутри заводское электроснабжение и режимы» способствует формированию у обучаемых готовности применять основы инженерного проектирования систем электроснабжения (СЭС) предприятий, организаций и учреждений; выбирать серийное электрооборудование; способности управлять проектами электроэнергетических и электротехнических установок различного назначения.

Настоящие методические указания предназначены для помощи студентам в организации самостоятельной работы по выполнению и оформлению курсового проекта на основе содержащихся в них основных требований и рекомендаций.

### **1 Цель и задачи выполнения курсового проекта**

Целью курсового проекта является разработка типовой системы электроснабжения цеха промышленного предприятия.

В процессе выполнения курсового проекта решаются следующие задачи:

- краткая характеристика участков цеха;
- определение расчетных электрических нагрузок групп потребителей (единиц электрооборудования) и цеха в целом;
- выбор места расположения и типа цеховой подстанции, выбор числа и мощности трансформаторов цеховой понизительной подстанции с учётом полной компенсации реактивной мощности на них;
- разработка схемы системы электроснабжения цеха;
- расчёт компенсации реактивной мощности;
- расчёт сечений кабельных линий внутрицеховой электрической сети;
- расчёт токов короткого замыкания, выбор и проверка коммутационно-защитной аппаратуры и проводников.

### **2 Основные требования к курсовому проекту**

#### **2.1 Исходные данные и выбор варианта курсового проекта**

Тематика проекта посвящена разработке типовой системы электроснабжения цеха (или участка крупного цеха) промышленного предприятия, где установлены определённые группы единиц промышленного оборудования, являющихся потребителями электроэнергии.

Объектом курсового проектирования является электрическая сеть и электрооборудование цеха промышленного предприятия.

Перечень тем курсового проектирования представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Перечень тем курсового проекта

| №<br>п.п. | Наименование темы                                                   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|
| 1         | Механический цех машиностроительного завода (приложение А)          |
| 2         | Ремонтно-механический цех машиностроительного завода (приложение Б) |
| 3         | Кузнечно-прессовый цех механического завода (приложение В)          |
| 4         | Механический цех тяжёлого машиностроения (приложение Г)             |
| 5         | Механический цех машиностроительного завода (приложение А)          |
| 6         | Ремонтно-механический цех машиностроительного завода (приложение Б) |
| 7         | Арматурный цех завода железобетонных конструкций (приложение Ж)     |
| 8         | Кузнечно-прессовый цех механического завода (приложение В)          |
| 9         | Механический цех тяжёлого машиностроения (приложение Г)             |
| 10        | Арматурный цех завода железобетонных конструкций (приложение Ж)     |

Тема и вариант задания выбирается студентом в соответствии с тремя последними цифрами XYZ своей зачётной книжки, где X – наименование цеха (таблица 2.1); Y – план цеха с расположением производственных участков и электрооборудования (приложения А-К); Z – мощности электроприёмников (ЭП) (таблица 1 приложений А-К).

Например, для номера зачётной книжки – 000145. Выбор варианта производится следующим образом:

X = 1, выбирается механический цех машиностроительного завода;

Y = 4, выбирается план цеха, представленный на рисунке А.1, в с соответствующим размещением электрооборудования на производственных участках (рисунок А.2);

Z = 5, выбирается 6 столбец таблицы А.1, где представлены мощности электроприёмников механического цеха для 5 варианта.

## 2.2 Исходные данные и задание к курсовому проекту

Исходными данными для проекта являются план расположения электрооборудования цеха и паспортные данные потребителей (агрегатов) для каждой условной единицы оборудования. Отдельные потребители определяются номинальными значениями мощности и напряжения. Характеристики цехов и паспортные данные электропотребителей представлены в приложениях А-К.

Титульный лист и задание на курсовой проект оформляются студентом в

установленной форме (приложения *Л-М*) в соответствии со своим вариантом.

## 2.3 Объем курсового проекта

Проект должен состоять из пояснительной записки объемом 35-45 страниц текста (формат *A4*) и графической части объемом 2 листа (формат *A3*), которая включает план расположения электрооборудования с центром электрических нагрузок, трассами кабельных (проводных) линий, трансформаторной подстанцией (ТП) и распределительными устройствами (РУ) и принципиальной (однолинейной) схемы системы электроснабжения цеха.

## 3 Работа над курсовым проектом и его защита

### 3.1 Содержание пояснительной записки курсового проекта

Курсовой проект выполняется студентами в строгом соответствии с пунктами задания. Последовательность пунктов задания соответствует плану работы над проектом. По результатам выполнения указанных пунктов составляются и оформляются разделы пояснительной записки, а на заключительном этапе – графическая часть проекта.

Пояснительная записка оформляется в соответствии с существующими нормативными требованиями к текстовым документам (ГОСТ 2.105-2019) и должна содержать следующие структурные элементы:

- титульный лист (приложение *Л*);
- задание на курсовой проект (приложение *М*);
- аннотация (пример изложения в приложении *Н*);
- оглавление;
- перечень сокращений и условных обозначений (при наличии);
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- библиографический список;
- приложения (при наличии).

**Аннотация** курсового проекта должна содержать:

- сведения об объеме проекта (количестве страниц), количестве иллюстраций, таблиц, приложений, использованных источников нормативной и технической литературы;

- перечень ключевых слов;
- текст аннотации (не более 1000 знаков).

Перечень ключевых слов должен включать от 3 до 5 слов или словосочетаний

из текста КП, которые в наибольшей мере характеризуют содержание КП и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ в строку через запяты.

Текст аннотации должен содержать: цель работы, объект разработки или исследования, метод или методологию проведения расчётов, полученные результаты, основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики, область применения, возможности модернизации или развития объекта разработки (исследования).

Если КП не содержит сведений о какой-либо части аннотации, то в тексте она пропускается, сохраняя при этом дальнейшую структуру изложения. Пример составления аннотации приведен в приложении *Н*.

**Оглавление** включает введение, наименование всех разделов и подразделов, заключение, библиографический список, приложения с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы КП.

**Перечень сокращений и условных обозначений** содержит применяемые в данном КП принятые аббревиатурные сокращения и условные обозначения часто используемых терминов и словосочетаний. Запись сокращений и обозначений приводят в алфавитном порядке.

**Введение** должно содержать оценку современного состояния решаемой технической задачи, её проблемные стороны, обоснование необходимости разработки, актуальность темы; исходные данные; планируемый (предполагаемый) уровень технического решения.

В **основной части** последовательно излагается выполнение всех пунктов задания на курсовой проект, этот материал снабжается необходимыми иллюстрациями и ссылками на источники литературы.

Типовое содержание основной части пояснительной записки:

- 1) краткая характеристика производства и электроприёмников электрической энергии;
- 2) расчёт электрических нагрузок, построение картограммы и определение центра электрических нагрузок;
- 3) расчёт освещения цеха;
- 4) выбор места расположения цеховой трансформаторной подстанции, количества, типа и мощности трансформаторов;
- 5) разработка схемы внутрицехового электроснабжения, выбор способов прокладки кабелей;
- 6) выбор средств компенсации реактивной мощности и мест их размещения;
- 7) выбор и расчёт сечений кабелей (проводов);

8) расчёт токов короткого замыкания, выбор аппаратов защиты токоведущих частей.

### **3.2 Защита курсового проекта**

Срок представления проекта к защите указывается в специальной графе задания. Законченный проект (пояснительная записка и графическая часть) должен быть подписан студентом лично. Защита курсового проекта является формой проверки овладения студентом соответствующими профессиональными компетенциями основной образовательной программы.

Защита проводится в присутствии комиссии, назначаемой кафедрой, и включает: устное сообщение автора проекта (5-7 минут) о сути проделанной им работы; обсуждение проекта (ответы на вопросы комиссии). В процессе защиты студенту рекомендуется активнее использовать для иллюстрации соответствующие разделы пояснительной записки и графической части проекта.

## **4 Методические указания по выполнению отдельных разделов курсового проекта**

### **4.1 Краткая характеристика производства и электроприёмников электрической энергии**

#### **4.1.1 Описание технологического процесса**

В данном подразделе пояснительной записки необходимо указать тип здания, его этажность, габаритные размеры, а также дать краткое содержание технологического процесса (характеристику основному производству) цеха. А также пояснить какой характер работ имеет место в цехе, относится он к основному или вспомогательному производству в структуре технологического процесса предприятия. Определить какие последствия повлечёт за собой отключение электрической энергии в цехе, как в кратковременном, так и в длительном режимах. Это послужит в дальнейшем основанием для выбора категории надёжности электроснабжения отдельных групп электроприёмников и цеха в целом.

#### **4.1.2 Характеристика электроприёмников электрической энергии цеха**

Необходимо выбрать электрооборудование в соответствии со своим вариантом и исходными данными (приложения *A-E*), составить в табличной форме сводную ведомость электроприёмников производственного цеха с указанием их имеющихся параметров. Недостающие параметры (коэффициент мощности, коэффициент использования) необходимо найти в соответствующих справочниках.

В дальнейшем провести анализ приёмников электроэнергии цеха по

характерным признакам и распределить их по технологическим группам или участкам, характеризуя их по роду тока, напряжению, режиму работы и требованиям, предъявляемым к ним с точки зрения надёжности электроснабжения. Обосновать согласно ПУЭ распределение электроприёмников по различным категориям и определить их процентное содержание.

#### 4.1.3 Характеристика производственной среды и микроклимата помещений

В данном подразделе необходимо дать характеристику помещений (участков) согласно классификатору производственных сред и помещений ПУЭ. Это послужит основанием для последующего выбора исполнения путей канализации для электропроводников и кабелей линий электроснабжения.

Здесь же следует указать высоту потолка цеха (основных и вспомогательных участков), нормируемый уровень освещенности рабочих поверхностей, коэффициенты отражения потолка, стен, рабочих поверхностей.

#### 4.2 Расчёт электрических нагрузок

В курсовом проекте расчёт электрических нагрузок производится на следующих уровнях СЭС:

- второй уровень (2УР) системы электроснабжения – шины распределительных устройств (РУ) 0,4 кВ;

- третий уровень (3УР) системы электроснабжения – шины низшего напряжения цеховой ТП 10(6)/0,4 кВ.

Для приведенных уровней возможно использование детерминированных методов расчёта нагрузок, основывающихся на статистических данных. Расчёт ведётся, начиная с низших уровней к высшим уровням.

При проектировании систем электроснабжения возможно определение силовых нагрузок *по коэффициенту расчётной нагрузки* согласно «Указаниям по расчёту электрических нагрузок» РТМ 36-18-32-4–92 ВНИПИ «Тяжпромэлектропроект» (г. Москва) по активной и реактивной мощностям и расчётный ток. Для единичных электроприёмников в качестве расчётных нагрузок принимаются их номинальные активные и реактивные мощности. Расчётная нагрузка группы электроприёмников всегда меньше установленной мощности. Исходной информацией для выполнения расчётов является перечень электроприёмников с указанием их номинальных мощностей, технологических установок или наименований механизмов. Для каждого электроприёмника подбираются средние значения коэффициентов использования  $k_H$  и активной мощности  $\cos\phi$ . При наличии в справочных таблицах интервальных значений  $k_H$

рекомендуется брать большее. Результаты занести в таблицу 4.1.

В дальнейшем расчёт электрических нагрузок ЭП напряжением до 1 кВ производится для каждого узла питания (распределительного устройства: пункта, шкафа, сборки, шинпровода, щита станций управления, цеховой трансформаторной подстанции), а также по цеху, корпусу в целом. Исходные данные для расчёта заполняются на основании таблиц-заданий на проектирование и согласно справочным материалам (графы 6, 7), в которых приведены значения коэффициентов использования ( $K_u$ ) и реактивной мощности для индивидуальных ЭП. Причём все ЭП группируются по характерным категориям с одинаковыми  $K_u$  и  $\text{tg}\varphi$ . В каждой строке указываются ЭП одинаковой номинальной мощности. В графах 2 и 4 указываются данные только рабочих ЭП.

Для многодвигательных приводов учитываются все одновременно работающие электродвигатели данного привода. Если в числе этих двигателей имеются одновременно включаемые (с идентичным режимом работы), то они учитываются в расчёте как один ЭП номинальной мощностью, равной сумме номинальных мощностей одновременно работающих двигателей.

При включении однофазного ЭП на фазное напряжение он учитывается в графе 2 как эквивалентный трёхфазный ЭП номинальной мощностью:

$$p_n = 3p_{n.o}; \quad q_n = 3q_{n.o}.$$

При включении однофазного ЭП на линейное напряжение он учитывается как эквивалентный ЭП номинальной мощностью

$$p_n = \sqrt{3} \cdot p_{n.o}; \quad q_n = \sqrt{3} \cdot q_{n.o}.$$

В графе 6:

$$\text{tg}\varphi = \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \varphi} - 1}.$$

В графах 7 и 8 соответственно записываются построчно величины  $K_{\text{ирн}}$  и  $K_{\text{ирнтг}\varphi}$ . В итоговой строке определяются суммы этих величин.

Таблица 4.1 – Сводная ведомость электрооборудования (форма Ф636-92)

| Исходные данные                          |                   |                                           |                     |       |                             | Расчётные величины |           |                                     |           |             | Расчётная мощность |                      |                         | Расчётный ток $I_p$ , А |                    |
|------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------|---------------------|-------|-----------------------------|--------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|-------------|--------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| По заданию                               |                   |                                           |                     |       | По справочным данным        |                    | $K_u p_n$ | $K_u p_n \operatorname{tg} \varphi$ | $n p_n^2$ | $n_\varphi$ | $K_p$              | активная $P_p$ , кВт | реактивная $Q_p$ , кВАр |                         | полная $S_p$ , кВА |
| Номер позиции по плану и наименование ЭП | Кол-во ЭП, $n$ шт | Номинальная (установленная) мощность, кВт |                     | $K_u$ | $\operatorname{tg} \varphi$ |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |
|                                          |                   | одного ЭП, $p_n$                          | общая $P_n = n p_n$ |       |                             |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |
| 1                                        | 2                 | 3                                         | 4                   | 5     | 6                           | 7                  | 8         | 9                                   | 10        | 11          | 12                 | 13                   | 14                      | 15                      |                    |
| <u>1-я тех. группа (РУ-1)</u>            |                   |                                           |                     |       |                             |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |
|                                          |                   |                                           |                     |       |                             |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |
|                                          |                   |                                           |                     |       |                             |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |
|                                          |                   |                                           |                     |       |                             |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |
| Итого за РУ-1                            |                   |                                           |                     |       |                             |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |
| <u>2-я тех. группа (РУ-2)</u>            |                   |                                           |                     |       |                             |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |
|                                          |                   |                                           |                     |       |                             |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |
|                                          |                   |                                           |                     |       |                             |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |
|                                          |                   |                                           |                     |       |                             |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |
| Итого за РУ-1                            |                   |                                           |                     |       |                             |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |
| Всего за цех                             |                   |                                           |                     |       |                             |                    |           |                                     |           |             |                    |                      |                         |                         |                    |

Примечание:

При расчёте электрических нагрузок для магистральных шинопроводов, на шинах цеховых трансформаторных подстанций, в целом по цеху, корпусу, предприятию:

допускается определять  $n$ , по выражению  $n = 2 \Sigma P_n / p_{n.\max}$

расчётная реактивная мощность принимается равной  $Q_p = K_p K_u P_n \operatorname{tg} \varphi$ .

Значение группового коэффициента использования для данного узла питания ( $K_u$ ) заносится в графу 5 итоговой строки.

$$K_u = \frac{\sum K_u p_n}{\sum p_n}.$$

Для определения эффективного числа электроприёмников  $n_{\text{э}}$  можно воспользоваться следующими выражениями:

-  $n_{\text{э}}$  для итоговой строки определяется по выражению:

$$n_{\text{э}} = \frac{\left( \sum_{i=1}^n p_{n,i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n n p_n^2}.$$

- при значительном числе ЭП (магистральные шинопроводы, шины цеховых трансформаторных подстанций, в целом по цеху, корпусу, предприятию)  $n_{\text{э}}$  может определяться по упрощенной формуле:

$$n_{\text{э}} = \frac{2 \sum_{i=1}^n p_{n,i}}{p_{n,\max}}.$$

Найденное значение округляется до ближайшего меньшего целого числа.

Коэффициент расчётной нагрузки  $K_p$  определяется из [9] (таблицы 1 и 2) и заносится в графу 11 таблицы 4.1.

Расчетная активная мощность подключенных к узлу питания ЭП напряжением до 1 кВ (графа 12) определяется по выражению:

$$P_p = K_p \sum K_u p_n.$$

В случаях, когда расчётная мощность  $P_p$  окажется меньше номинальной наиболее мощного электроприёмника, следует принимать

$$P_p = p_{n,\max}.$$

Расчётная реактивная мощность (графа 13) определяется следующим образом:

- для питающих сетей напряжением до 1 кВ в зависимости от  $n_{\text{э}}$ :

$$\text{при } n_{\text{э}} < 10 \quad Q_p = 1,1 K_u p_n \operatorname{tg} \varphi;$$

$$\text{при } n_{\text{э}} > 10 \quad Q_p = K_u p_n \operatorname{tg} \varphi;$$

- для магистральных шинопроводов и на шинах цеховых трансформаторных подстанций, а также при определении реактивной мощности в целом по цеху,

корпусу, предприятию

$$Q_p = K_p \sum K_u p_n \operatorname{tg} \varphi = P_p \operatorname{tg} \varphi.$$

К расчётной активной и реактивной мощности силовых ЭП напряжением до 1 кВ должны быть при необходимости добавлены осветительные нагрузки  $P_{p.o}$  и  $Q_{p.o}$ .

Значение токовой расчётной нагрузки, определяется по выражению (графа 15):

$$I_p = \frac{S_p}{U_n},$$

где  $S_p$  – полная расчётная мощность, кВА (графа 14) определяется из выражения:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}.$$

Расчёт электрических нагрузок ЭП напряжением выше 1 кВ приведен в указаниях РТМ 36-18-32-4–92

### 4.3 Выбор количества, типа и мощности трансформаторов

Целью выбора трансформаторов цеховой подстанции (ЗУР) является определение их количества, вида (типа, габаритного размера) и номинальной мощности каждого, места размещения, способа присоединения со стороны высокого напряжения и выхода на щит (шкаф, магистраль) низкого напряжения, выбор вида переключения ответвлений, схем и групп соединения обмоток.

Выбор номинальной мощности *однотрансформаторной подстанции* проводят из условия:

$$S_{ном.т} \geq \Sigma S_{max} \geq S_p,$$

где  $S_{ном.т}$  – номинальная мощность трансформатора;

$\Sigma S_{max}$  – максимальная нагрузка пятого года эксплуатации;

$S_p$  – проектная расчётная мощность подстанции.

Выгодней выбирать номинальную мощность трансформатора близкой к максимальной нагрузке достаточной продолжительности, с полным использованием его перегрузочной способности (с учётом систематических перегрузок) в нормальном режиме.

Номинальная мощность каждого трансформатора *двухтрансформаторной подстанции*, как правило, определяется послеаварийным режимом работы подстанции: при установке двух трансформаторов их мощность выбирается такой,

чтобы при выходе из работы одного из них оставшийся в работе трансформатор с допустимой перегрузкой мог обеспечить нормальное электроснабжение потребителей. В послеаварийных режимах допускается перегрузка трансформаторов на 40 % на время максимума общей суточной продолжительностью не более 6 ч в течение не более 5 суток. При этом коэффициент заполнения суточного графика нагрузки трансформаторов  $k_n$  в условиях его перегрузки должен быть не более 0,75, коэффициент начальной нагрузки  $k_{н.н}$  – не более 0,93. Намечается мощность трансформатора из условия:

$$S_{ном.т} \geq \frac{S_p}{2k_3},$$

где  $S_p$  – расчётная нагрузка всей ТП;

2 – количество трансформаторов на подстанции;

$k_3$  – коэффициент допустимой загрузки; при преобладании ЭП I категории

$k_3 = 0,65-0,7$ ; для II категории  $k_3 = 0,75-0,85$ ; при преобладании ЭП III категории

$k_3 = 0,85-0,9$ .

Выбирается трансформатор и выполняется проверка по перегрузке в послеаварийном (форсированном) режиме:

$$\frac{S_p k_{1-2}}{S_{ном}} \leq 1,4,$$

где  $k_{1-2}$  – коэффициент участия (доля) в нагрузке ЭП I и II категорий по надёжности, т.е. предусматривается отключение неответственных ЭП III категории по надёжности в форсированном режиме.

При выборе цеховых трансформаторов целесообразно сравнить трансформаторы единичной мощностью 630, 1000, 1600, 2500 кВА.

Другой подход выбора мощности трансформаторов основывается на использовании удельной плотности нагрузки, которая для промышленных предприятий растёт во времени.

При этом число трансформаторов  $N_{тр}$  связано с их номинальной мощностью следующим соотношением:

$$N_{тр} = \frac{S_p}{k_3 S_{ном.э}},$$

где  $k_3$  – коэффициент загрузки трансформатора, который может отличаться от оптимального;

$S_{ном.э}$  – экономически целесообразная номинальная мощность

трансформатора.

Величину  $N_{тр}$  округляют до целого числа.

Значение  $S_{ном.э}$  принимается в зависимости от удельной плотности расчётной нагрузки в цеху  $S_{уд}$  (для напряжения 380 В):

- при  $S_{уд}$  до 0,2 кВА/м<sup>2</sup>  $S_{ном.э}$  принимается равной 630 кВА;
- при  $S_{уд}$  от 0,2 до 0,3 кВА/м<sup>2</sup>  $S_{ном.э}$  принимается равной 1000 кВА;
- при  $S_{уд}$  от 0,3 до 0,4 кВА/м<sup>2</sup>  $S_{ном.э}$  принимается равной 1600 кВА;
- при  $S_{уд}$  более 0,4 кВА/м<sup>2</sup>  $S_{ном.э}$  принимается равной 2500 кВА, при этом независимо от категории надёжности электроснабжения обязательно применение двухтрансформаторных подстанций.

### Библиографический список

1. Кудрин Б.И. Системы электроснабжения: учебное пособие для вузов. – Москва: Академия, 2011. – 352 с.
2. Кудрин Б.И. Электрооборудование промышленности: учебник для вузов / Б.И. Кудрин. – М.: Академия, 2008 – 425 с.
3. Фёдоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. – М., Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.
4. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: справочник: учебное пособие / Г.Н. Ополева – М.: Форум: Инфа-М, 2008. – 480 с.
5. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т. Том 1. Электроснабжение. / Под ред. Фёдорова А.А. – М., Энергоатомиздат, 1986. – 568 с.
6. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т. Том 2. Электрооборудование. / Под ред. Фёдорова А.А. – М., Энергоатомиздат, 1986. – 596 с.
7. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Барыбина Ю.Г. и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
8. Герасименко А.Н и др. Передача и распределение электрической энергии. – М., «Феникс», 2006, – 718 с.
9. РТМ 36.18.32.4-92 Указания по расчёту электрических нагрузок / Технический циркуляр ВНИПИ Тяжпромэлектропроект № 359-92 от 30 июля 1992 г.

Приложение А (справочное)

**Характеристика механического цеха  
и его электрооборудования**

Механический цех (МЦ) предназначен для механической обработки заготовок и изготовления различных деталей, Он является одним из основных цехов машиностроительного завода.

Цех имеет четыре участка, на которых установлено необходимое для производства оборудование: токарные, строгальные, фрезерные, сверлильные станки и т.п. Продукция участков №№ 1-3 является основной для сборочных единиц изделий выпускаемых заводом. В цехе предусмотрены также помещения для вентиляторной, инструментальной, администрации и комнаты отдыха.

МЦ получает электроэнергию от главной понизительной подстанции (ГПП), расположенной от цеха на расстоянии 3 км. Напряжение на ГПП 10 кВ.

Количество рабочих смен – 2.

Грунт в районе МЦ – суглинок с температурой +15 °С.

Каркас здания смонтирован из блоков-секций длиной 6 м каждая и высотой 9 м. Обеспечивающие и вспомогательные помещения одноэтажные высотой 4 м.

Перечень оборудования МЦ приведён в таблице А.1. Мощность электроприёмников  $P_{ЭП}$  указана для одного потребителя.

План здания и расположение основного оборудования представлены на рисунках А.1.(а-д)-А.2.

Таблица А.1 – Перечень электропотребителей механического цеха

| №<br>пози-<br>ции | Наименование и тип<br>электрооборудования | Кол-во<br>ЭП, ед. | Номера вариантов согласно<br>последней цифре в зачётке (Z) |           |           |           |           | Прим.    |
|-------------------|-------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|                   |                                           |                   | 1и2                                                        | 3и4       | 5и6       | 7и8       | 9и0       |          |
|                   |                                           |                   | Мощность ЭП (кВт)                                          |           |           |           |           |          |
| 1                 | Вентиляторная установка                   | 2                 | 55                                                         | 40        | 30        | 25        | 38        |          |
| 2                 | Вентиляторы                               | 1                 | 1,0                                                        | 1,2       | 0,85      | 1,15      | 0,9       | 1-фазный |
| 3                 | Сверлильные станки                        | 6                 | 3,4                                                        | 2,5       | 3,6       | 4,0       | 3,0       | 1-фазные |
| 4                 | Токарные автоматы                         | 6                 | 10                                                         | 12        | 14        | 16        | 18        |          |
| 5                 | Токарные станки                           | 6                 | 12                                                         | 15        | 14        | 17        | 13        |          |
| 6                 | Фрезерные станки                          | 6                 | 7,5                                                        | 6,5       | 7,0       | 6,0       | 6,8       |          |
| 7                 | Вертикальный токарный<br>центр            | 4                 | 20                                                         | 24        | 22        | 18        | 26        |          |
| 8                 | Заточные станки                           | 2                 | 1,5                                                        | 2,2       | 2,0       | 2,5       | 1,8       | 1-фазные |
| 9                 | Строгальные станки                        | 6                 | 4,5                                                        | 4,2       | 4,7       | 4,0       | 5,2       |          |
| 10                | Станки с ЧПУ                              | 3                 | 20                                                         | 24        | 22        | 18        | 26        |          |
| 11                | Шлифовальные станки                       | 5                 | 4                                                          | 4,5       | 5,5       | 6         | 5         |          |
| 12                | Сварочный стенд                           | 3                 | 14<br>кВА                                                  | 14<br>кВА | 16<br>кВА | 10<br>кВА | 12<br>кВА |          |

| №<br>пози-<br>ции | Наименование и тип<br>электрооборудования | Кол-во<br>ЭП, ед. | Номера вариантов согласно<br>последней цифре в зачётке (Z) |            |            |            |            | Прим.    |
|-------------------|-------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|----------|
|                   |                                           |                   | 1и2                                                        | 3и4        | 5и6        | 7и8        | 9и0        |          |
|                   |                                           |                   | Мощность ЭП (кВт)                                          |            |            |            |            |          |
| 13                | Сварочный агрегат                         | 2                 | 4,4<br>кВА                                                 | 6,5<br>кВА | 5,0<br>кВА | 4,5<br>кВА | 5,5<br>кВА | ПВ=40%   |
| 14                | Краны мостовые                            | 2                 | 30                                                         | 25         | 37,5       | 27,5       | 32,5       | ПВ=50%   |
|                   | Администрация                             | 4                 | 2                                                          |            |            |            |            | 1-фазные |
|                   | Инструментальная                          | 2                 | 2                                                          |            |            |            |            | 1-фазные |
|                   | Комната отдыха                            | 3                 | 2                                                          |            |            |            |            | 1-фазные |

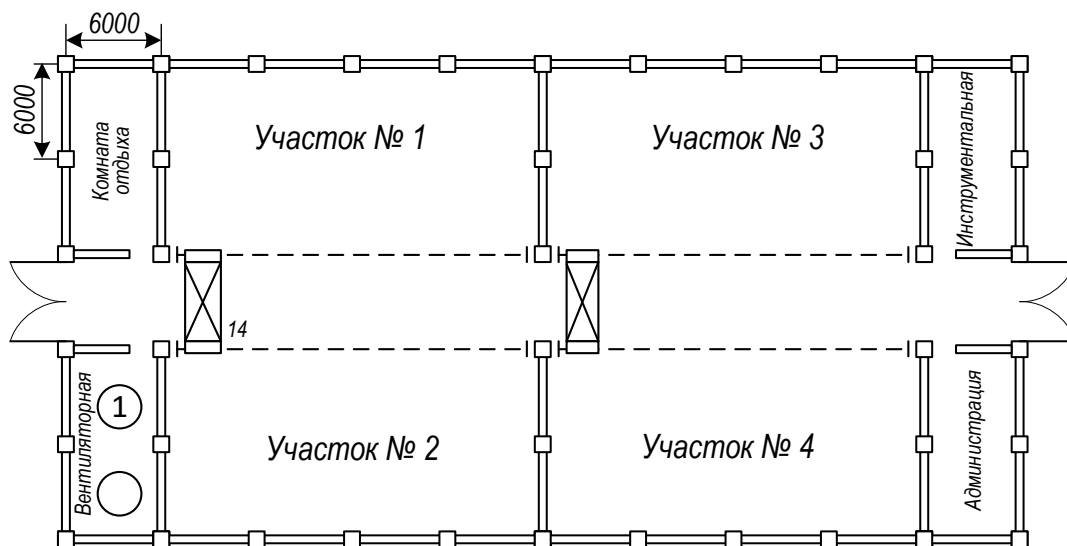


Рисунок. А.1.а – Схема механического цеха для вариантов Y = 0, 1 из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

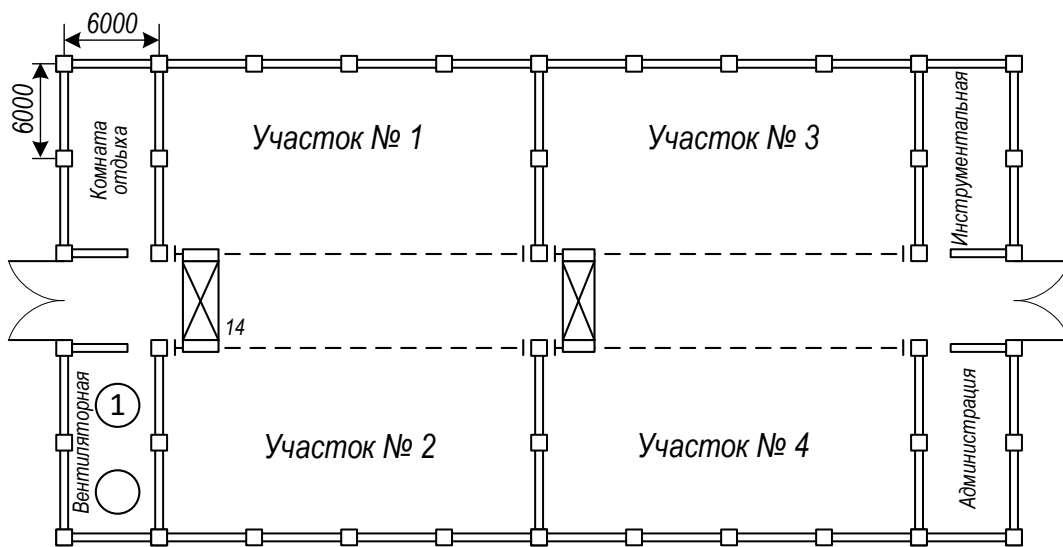


Рисунок. А.1.б – Схема механического цеха для вариантов Y = 2, 3 из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

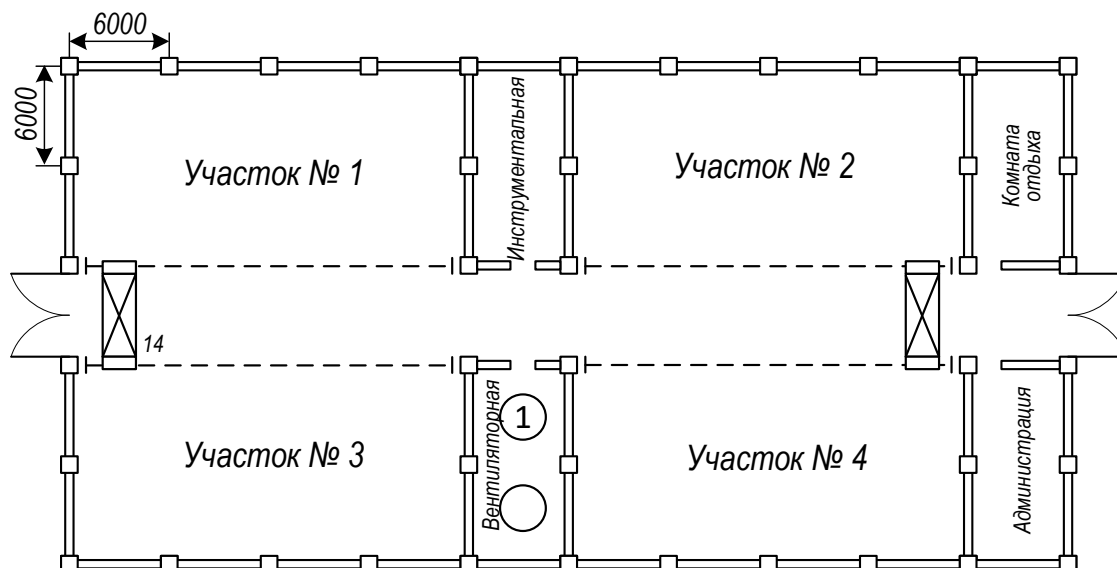


Рисунок А.1.в – Схема механического цеха для вариантов  $Y = 4, 5$   
из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

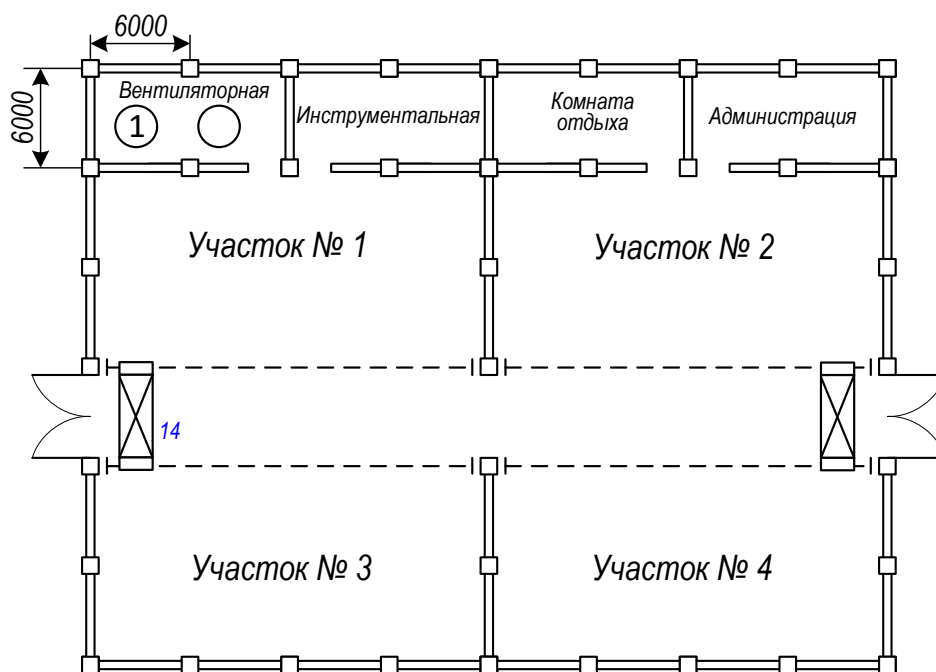


Рисунок. А.1.г – Схема механического цеха для вариантов  $Y = 6, 7$   
из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

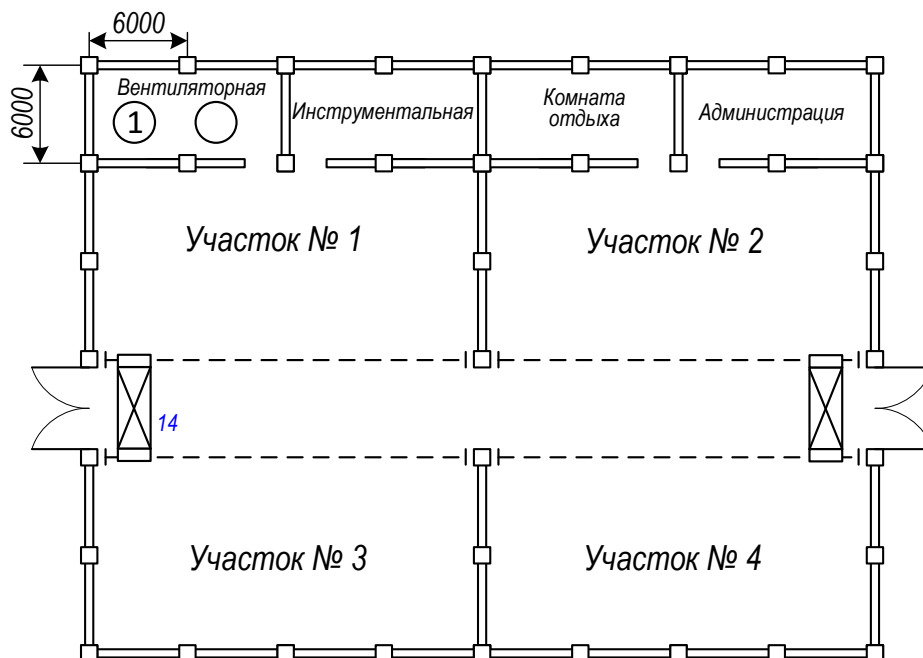
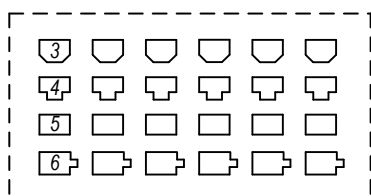
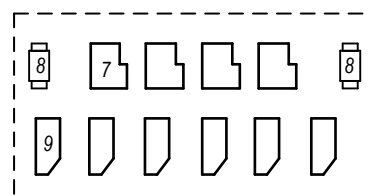


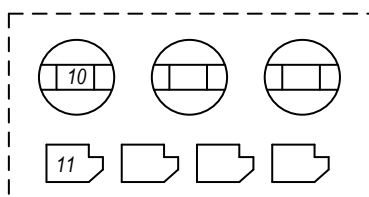
Рисунок. А.1.д – Схема механического цеха для вариантов  $Y = 8, 9$   
из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки



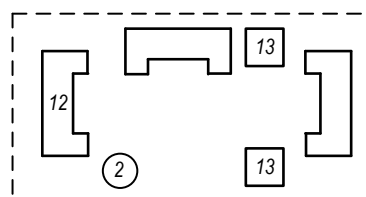
а – участок № 1



б – участок № 2



в – участок № 3



г – участок № 4

Рисунок А.2 – Размещение электрооборудования на участках  
механического цеха: а, б – металлорежущие станки; в – станки с ЧПУ;  
г – сварочное оборудование

Приложение Б (справочное)  
**Характеристика ремонтно-механического цеха  
и его электрооборудования**

Ремонтно-механический цех (РМЦ) (рисунок Б.1) предназначен для ремонта электромеханических изделий и другого оборудования, вышедшего из строя. Он является одним из цехов машиностроительного завода.

Цех имеет производственные участки, на которых установлено необходимое для ремонта оборудование: токарные, строгальные, фрезерные, сверлильные станки и т.п. Кроме того, в цехе предусмотрены вспомогательные помещения для вентиляторной, инструментальной, сварочных постов, администрации, а также бытовой, душевой, комнаты отдыха.

Во всех помещениях (за исключением душевой) микроклимат нормальный. В душевой – влажный.

РМЦ получает электроэнергию от главной понизительной подстанции (ГПП), расположенной от цеха на расстоянии 2,5 км. Напряжение на ГПП 6 и 10 кВ.

Количество рабочих смен – 1. Потребители цеха имеют категорию надёжности электроснабжения: станочный участок № 1 – вторая, остальные участки – третья.

Грунт в районе РМЦ – суглинок с температурой +15 °С. Каркас здания цеха смонтирован из блоков-секций длиной 6 м каждый.

Вспомогательные помещения высотой 4 м.

Перечень оборудования РМЦ приведен в таблице Б.1. Мощность электроприёмников  $P_{ЭП}$  указана для одного потребителя. Во вспомогательных помещениях (комната отдыха, бытовое, администрация, инструментальное) предусмотрено подключение дополнительного оборудования  $P_{дон}$  4,0 кВт.

План здания и расположение основного электрооборудования представлены на рисунках Б.1(а,б)-Б.2.

Таблица Б.1 – Перечень электропотребителей ремонтно-механического цеха

| №<br>пози-<br>ции | Наименование<br>электрооборудования   | Кол-во<br>ЭП,<br>ед | Номера вариантов согласно<br>последней цифре в зачётке (Z) |           |             |             |             | Прим.  |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------|
|                   |                                       |                     | 1и2                                                        | 3и4       | 5и6         | 7и8         | 9и0         |        |
|                   |                                       |                     | Мощность ЭП (кВт)                                          |           |             |             |             |        |
| 1-2               | Вентиляторы                           | 2                   | 55                                                         | 40        | 30          | 25          | 38          |        |
| 3-5               | Сварочные агрегаты                    | 3                   | 14                                                         | 14        | 16          | 10          | 12          | ПВ=40% |
| 6-8               | Токарные автоматы                     | 3                   | 10                                                         | 12        | 14          | 16          | 18          |        |
| 9-11              | Вертикальный токарный<br>центр VL-66F | 3                   | 20                                                         | 24        | 22          | 18          | 26          |        |
| 12-14             | Шлифовальные станки                   | 3                   | 5                                                          | 4         | 4,5         | 5,5         | 6           |        |
| 15-16             | Краны мостовые                        | 2                   | 30<br>кВА                                                  | 25<br>кВА | 37,5<br>кВА | 27,5<br>кВА | 32,5<br>кВА | ПВ=60% |

| №<br>пози-<br>ции | Наименование<br>электрооборудования | Кол-во<br>ЭП,<br>ед | Номера вариантов согласно<br>последней цифре в зачётке (Z) |     |     |     |     | Прим.    |
|-------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|
|                   |                                     |                     | 1и2                                                        | 3и4 | 5и6 | 7и8 | 9и0 |          |
|                   |                                     |                     | Мощность ЭП (кВт)                                          |     |     |     |     |          |
| 17-19             | Заточные станки                     | 3                   | 1,5                                                        | 2,2 | 2,0 | 2,5 | 1,8 | 1-фазные |
| 20-25             | Токарные станки                     | 5                   | 12                                                         | 15  | 14  | 17  | 13  |          |
| 26-27             | Сверлильные станки                  | 2                   | 3,4                                                        | 2,5 | 3,6 | 4,0 | 3,0 | 1-фазные |
| 28-33             | Фрезерные станки                    | 6                   | 7,5                                                        | 6,5 | 7,0 | 6,0 | 6,8 |          |
| 34-35             | Строгальные станки                  | 2                   | 4,5                                                        | 4,2 | 4,7 | 4,0 | 5,2 |          |
|                   | Бытовое помещение                   | 2                   | 4,0                                                        |     |     |     |     | 1-фазные |
|                   | Комната отдыха                      | 1                   | 4,0                                                        |     |     |     |     | 1-фазные |
|                   | Администрация                       | 2                   | 4,0                                                        |     |     |     |     | 1-фазные |
|                   | Инструментальная                    | 1                   | 4,0                                                        |     |     |     |     | 1-фазные |

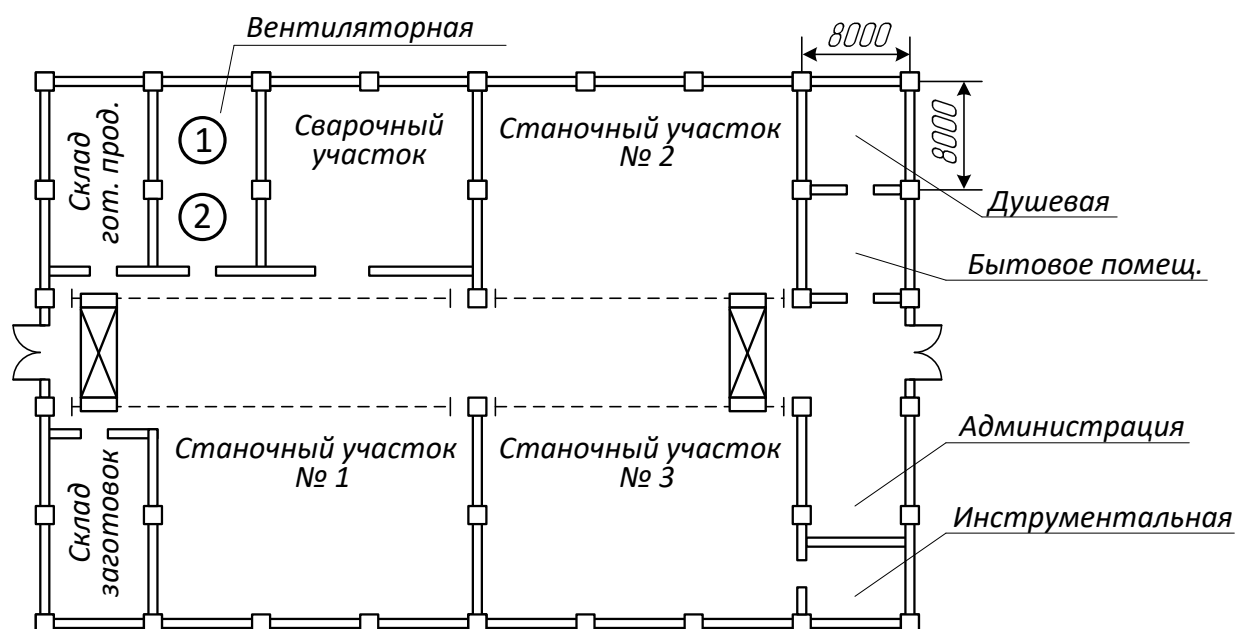


Рисунок Б.1.а – Схема ремонтно-механического цеха для вариантов  
Y = 1, 2, 3, 4, 5 из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

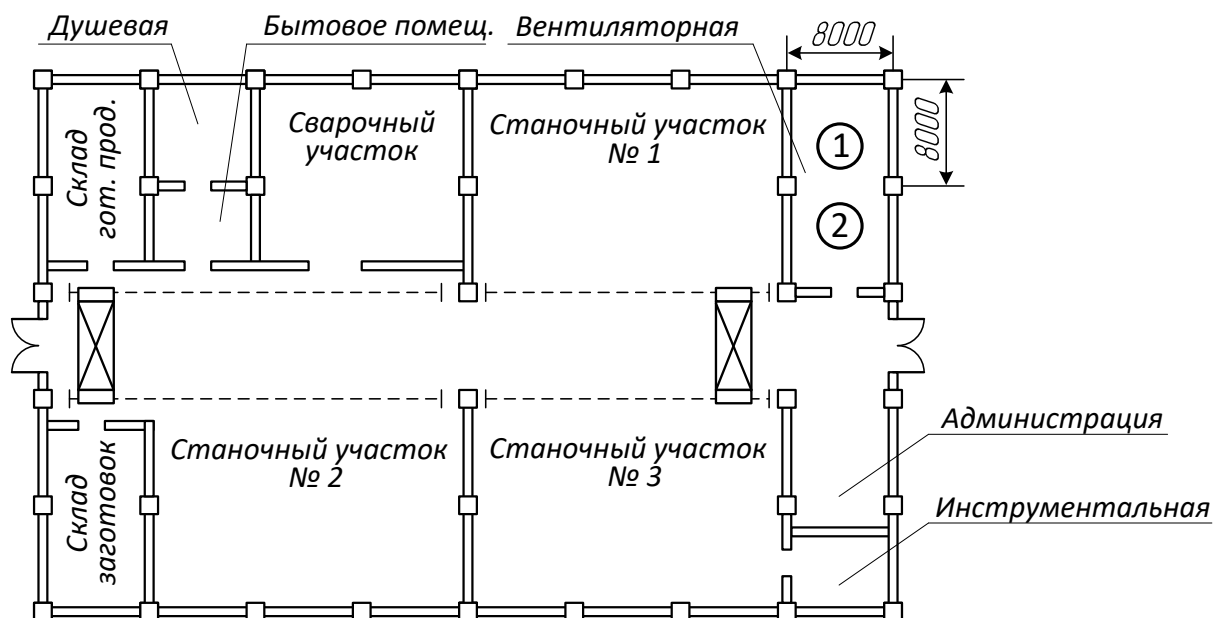


Рисунок Б.1.б – Схема ремонтно-механического цеха для вариантов  
Y = 6, 7, 8, 9, 0 из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

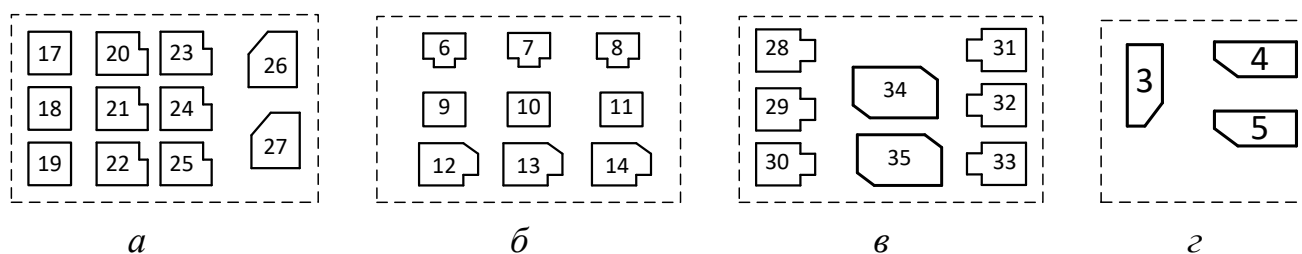


Рисунок. Б.2 – Размещение электрооборудования на участках  
ремонтно-механического цеха: а – участок № 1; б – участок № 2;  
в – участок № 3; г – сварочный участок

Приложение В (справочное)  
**Характеристика кузнечно-прессового цеха  
и его электрооборудования**

Кузнечно-прессовый цех (КПЦ) предназначен для подготовки металла к обработке. Он имеет станочный участок, на котором установлено необходимое оборудование: обдирочные станки типов РТ-21001, РТ-503, электротермические установки, кузнечно-прессовые машины (КПМ), мостовые краны. Цех имеет вспомогательные помещения: вентиляторная, склад, инструментальная, администрация, а также бытовую комнату и душевую.

Все помещения цеха (за исключением душевой) считаются нормальными.

Электроснабжение цеха осуществляется от ГПП, расположенной на удалении 1,4 км. Напряжение на ГПП – 6 и 10 кВ.

Количество рабочих смен – 1. Режим работы – равномерный. Продукция участков №№ 1-4 является основной для сборочных единиц изделий, выпускаемых заводом.

Предполагается расширение и модернизация станочного парка. Дополнительная нагрузка цеха в перспективе составит: активная мощность  $P_{дон} = 725$  кВт; реактивная мощность  $Q_{дон} = 850$  кВАр;  $K_u = 0,5$ .

Грунт в районе цеха – чернозём с температурой  $+15$  °С. Каркас здания смонтирован из блоков-секций длиной 8 м, высотой 9 м каждая. Обеспечивающие и вспомогательные помещения одноэтажные высотой 4 м.

Перечень оборудования КПЦ приведен в таблице В.1. Мощность электроприёмников  $P_{эл}$  указана для одного потребителя.

План здания и расположение основного электрооборудования представлены на рисунках В.1.(а,б)-В.3).

Таблица В.1 – Перечень электропотребителей кузнечно-прессового цеха

| №<br>пози-<br>ции | Наименование и тип<br>электрооборудования | Кол-во<br>ЭП,<br>ед | Номера вариантов согласно<br>последней цифре в зачётке (Z) |      |      |      |      | Прим. |
|-------------------|-------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|------|------|------|------|-------|
|                   |                                           |                     | 1и6                                                        | 2и7  | 3и8  | 4и9  | 5и0  |       |
|                   |                                           |                     | Мощность ЭП (кВт)                                          |      |      |      |      |       |
| 1                 | Вентилятор вытяжной                       | 1                   | 55                                                         | 40   | 50   | 45   | 35,5 |       |
| 2                 | Вентилятор приточный                      | 1                   | 55                                                         | 50   | 70   | 35   | 35,5 |       |
| 3-6               | Электротермические<br>установки           | 4                   | 20                                                         | 15   | 18   | 17,5 | 25   |       |
| 7-10              | Кривошипные КПМ                           | 4                   | 15                                                         | 18,5 | 15,0 | 16,0 | 20   |       |
| 11-20             | Обдирочные станки РТ-503                  | 10                  | 37                                                         | 40,0 | 35,0 | 30   | 32   |       |
| 21-23             | Фрикционные КПМ                           | 3                   | 7,5                                                        | 7,5  | 5,5  | 5,0  | 6,5  |       |
| 24-35             | Обдирочные станки РТ-21001                | 12                  | 21                                                         | 20   | 24   | 18   | 15   |       |

| №<br>пози-<br>ции | Наименование и тип<br>электрооборудования | Кол-во<br>ЭП,<br>ед | Номера вариантов согласно<br>последней цифре в зачётке (Z) |           |           |           |           | Прим.    |
|-------------------|-------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|                   |                                           |                     | 1и6                                                        | 2и7       | 3и8       | 4и9       | 5и0       |          |
|                   |                                           |                     | Мощность ЭП (кВт)                                          |           |           |           |           |          |
| 36-37             | Краны мостовые                            | 2                   | 30<br>кВА                                                  | 28<br>кВА | 32<br>кВА | 35<br>кВА | 32<br>кВА | ПВ=25%   |
|                   | Администрация                             | 4                   | 2,0                                                        |           |           |           |           | 1-фазные |
|                   | Склад                                     | 1                   | 2,0                                                        |           |           |           |           | 1-фазные |
|                   | Бытовая                                   | 2                   | 2,0                                                        |           |           |           |           | 1-фазные |
|                   | Инструментальная                          | 2                   | 2,0                                                        |           |           |           |           | 1-фазные |

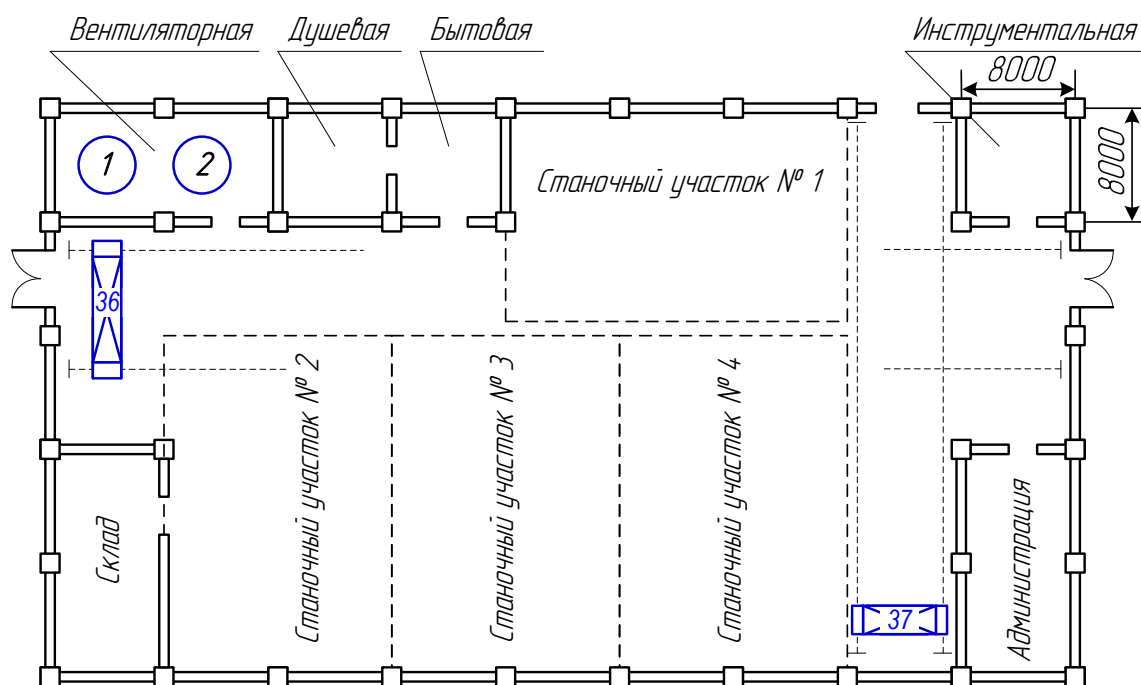


Рисунок. В.1.а – План здания кузнечно-прессового цеха для вариантов:  
Y = 1, 3, 5, 7, 9 из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

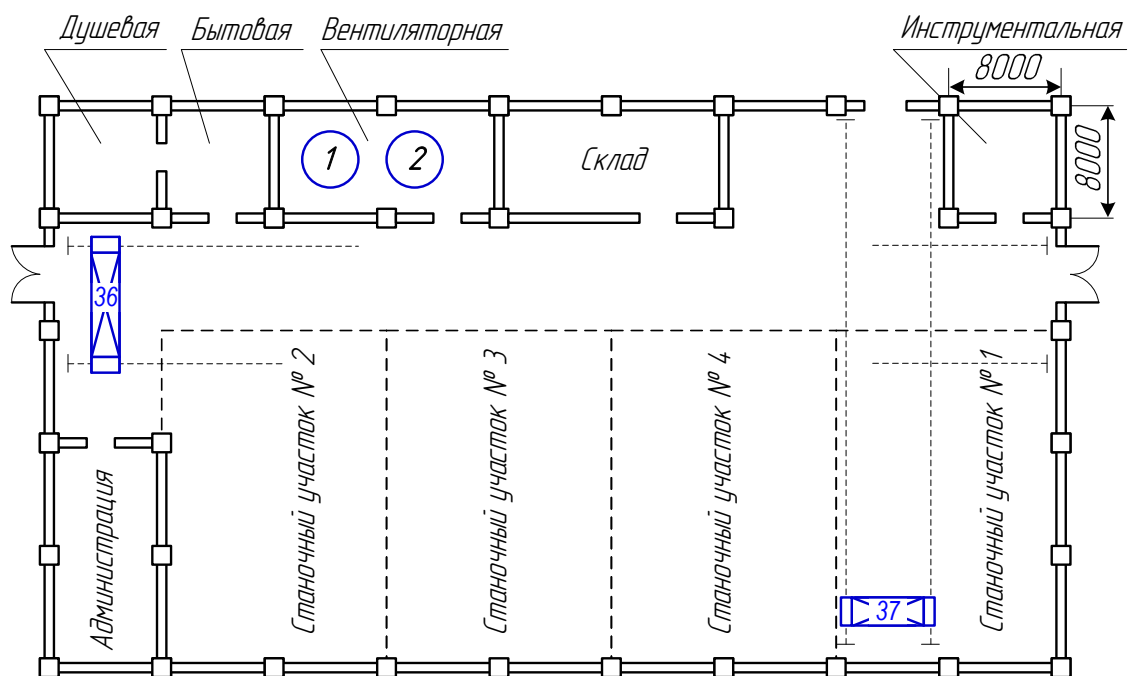


Рисунок. В.1.б – План здания кузнечно-прессового цеха для вариантов:  
 $Y = 2, 4, 6, 8, 0$  из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

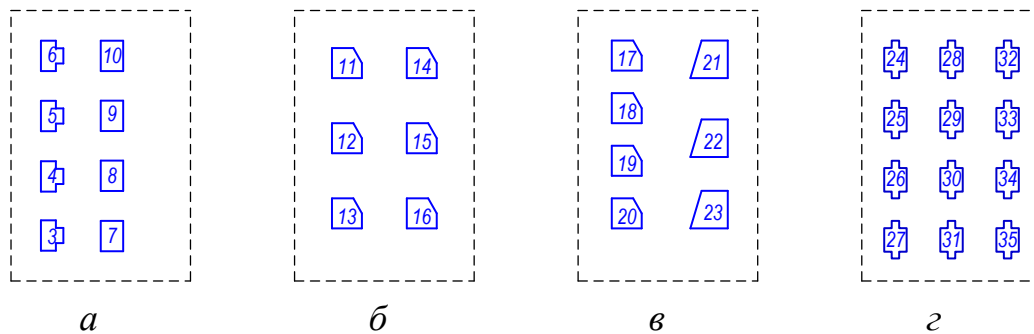


Рисунок. В.2 – Размещение электрооборудования на участках кузнечно-прессового цеха: а – участок № 1; б – участок № 2;  
 в – участок № 3; г – участок № 4

## Приложение Г (справочное)

### Характеристика механического цеха тяжёлого машиностроения и его электрооборудования

Механический цех тяжёлого машиностроения (МЦТМ) предназначен для серийного производства сборочных единиц, входящих в состав изделий, относящихся к основной продукции выпускаемой предприятием. Он является крупным цехом машиностроительного завода и выполняет заказы основных цехов. Цех имеет станочный участок, на котором размещено оборудование для подготовки (обдирки) изделий и дальнейшей их обработки на анодно-механических станках.

Кроме станочного участка, на котором размещено основное производственное оборудование, в цехе предусмотрены вспомогательные помещения: администрация, вентиляторная, склад заготовок, склад готовой продукции, инструментальная и бытовая комната.

Все помещения цеха считаются нормальными.

Электроснабжение цеха осуществляется от ГПП, расположенной на удалении 1,2 км. Напряжение на ГПП – 6 и 10 кВ.

Количество рабочих смен – 1. Режим работы – равномерный.

Грунт в районе цеха – суглинок с температурой +15 °С.

Предполагается расширение и модернизация станочного парка. Дополнительная нагрузка цеха в перспективе составит:

- активная мощность  $P_{дон} = 225$  кВт;
- реактивная мощность  $Q_{дон} = 350$  кВАр;
- $K_u = 0,5$ .

Каркас здания смонтирован из блоков-секций длиной 8 м, высотой 12 м каждая. Обеспечивающие и вспомогательные помещения одноэтажные высотой 4 м.

Перечень оборудования МЦТМ приведен в таблице Г.1. Мощность электроприёмников  $P_{эл}$  указана для одного потребителя. Расположение основного оборудования представлено на схеме цеха (рисунок Г.1).

Таблица Г.1 – Перечень электропотребителей механического цеха тяжёлого машиностроения

| №<br>пози-<br>ции | Наименование и тип<br>электрооборудования | Кол-во<br>ЭП,<br>ед | Номера вариантов согласно<br>последней цифре в зачётке (Z) |     |     |     |     | Прим. |
|-------------------|-------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|
|                   |                                           |                     | 1и6                                                        | 2и7 | 3и8 | 4и9 | 5и0 |       |
|                   |                                           |                     | Мощность ЭП (кВт)                                          |     |     |     |     |       |
| 1-6               | Шлифовальные станки                       | 6                   | 89                                                         | 65  | 50  | 75  | 55  |       |
| 7-13              | Обдирочные станки РТ-341                  | 7                   | 35                                                         | 28  | 32  | 35  | 32  |       |
| 14-21,            | Анодно-механические                       | 16                  | 18                                                         | 20  | 22  | 24  | 26  |       |

| №<br>пози-<br>ции | Наименование и тип<br>электрооборудования | Кол-во<br>ЭП,<br>ед | Номера вариантов согласно<br>последней цифре в зачётке (Z) |      |      |      |      | Прим.    |
|-------------------|-------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|
|                   |                                           |                     | 1и6                                                        | 2и7  | 3и8  | 4и9  | 5и0  |          |
|                   |                                           |                     | Мощность ЭП (кВт)                                          |      |      |      |      |          |
| 22-29             | станки МЭ-12                              |                     |                                                            |      |      |      |      |          |
| 30-37             | Анодно-механические<br>станки МЭ-31       | 8                   | 9                                                          | 10   | 8    | 7,5  | 8,5  |          |
| 38-39             | Кран мостовой                             | 2                   | 60                                                         | 58   | 75   | 66   | 64   |          |
| 40                | Вентилятор вытяжной                       | 1                   | 28                                                         | 27,5 | 25,5 | 25,0 | 26,5 |          |
| 41                | Вентилятор приточный                      | 1                   | 30                                                         | 28   | 27   | 28   | 30   |          |
|                   | Администрация                             | 4                   | 4,0                                                        |      |      |      |      | 1-фазные |
|                   | Инструментальная                          | 2                   | 4,0                                                        |      |      |      |      | 1-фазные |
|                   | Склад заготовок                           | 2                   | 4,0                                                        |      |      |      |      | 1-фазные |
|                   | Склад готовой продукции                   | 2                   | 4,0                                                        |      |      |      |      | 1-фазные |

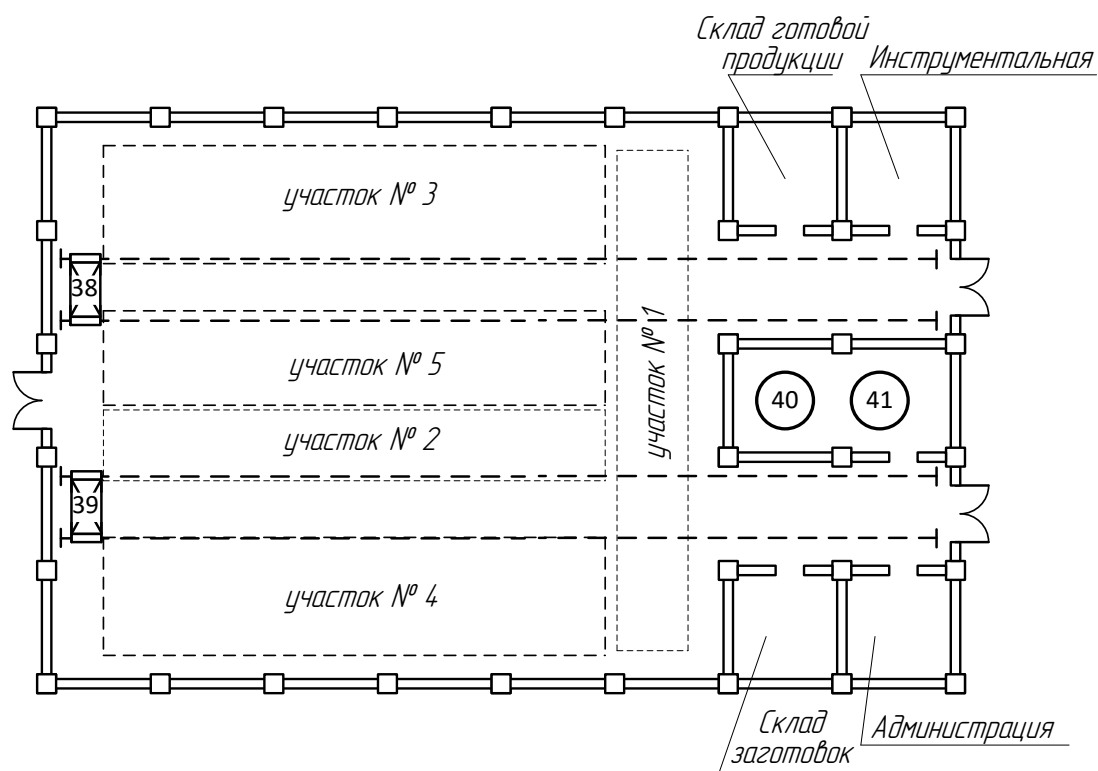


Рисунок. Г.1.а – Схема механического цеха тяжёлого машиностроения для вариантов  $Y = 1, 2, 3, 4, 5$  из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

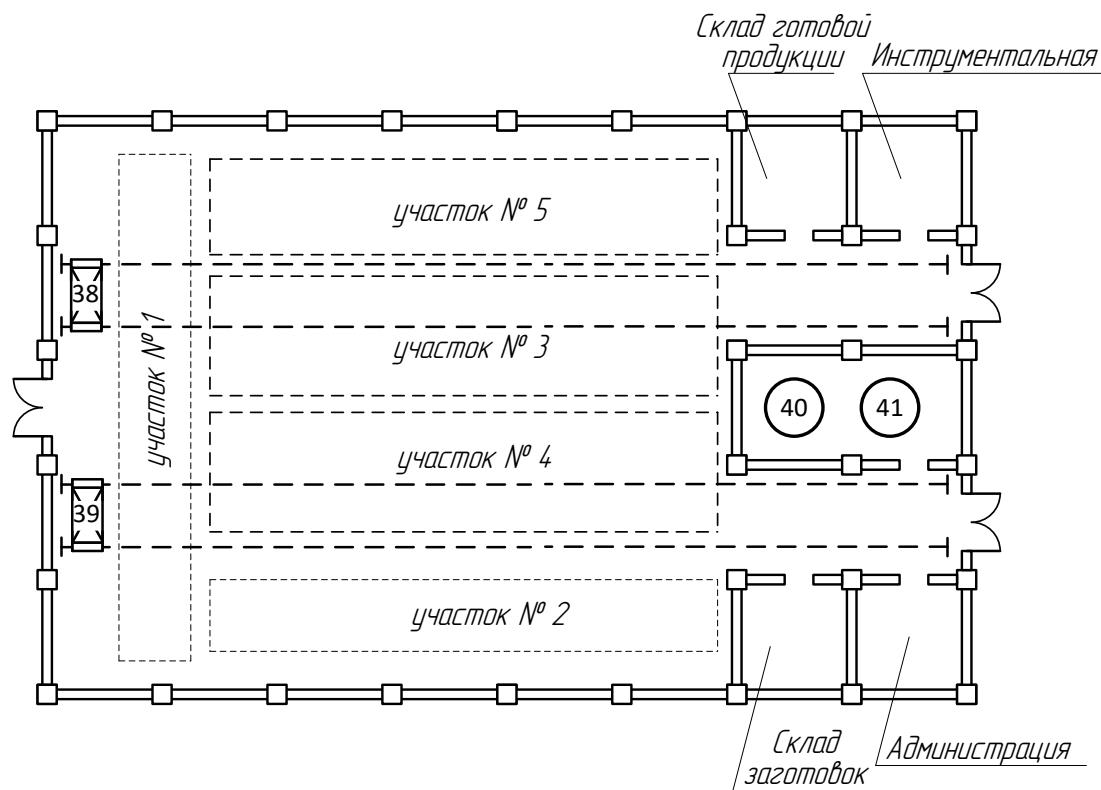


Рисунок. Г.1.б – Схема механического цеха тяжёлого машиностроения для вариантов  $Y = 6, 7, 8, 9, 0$  из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

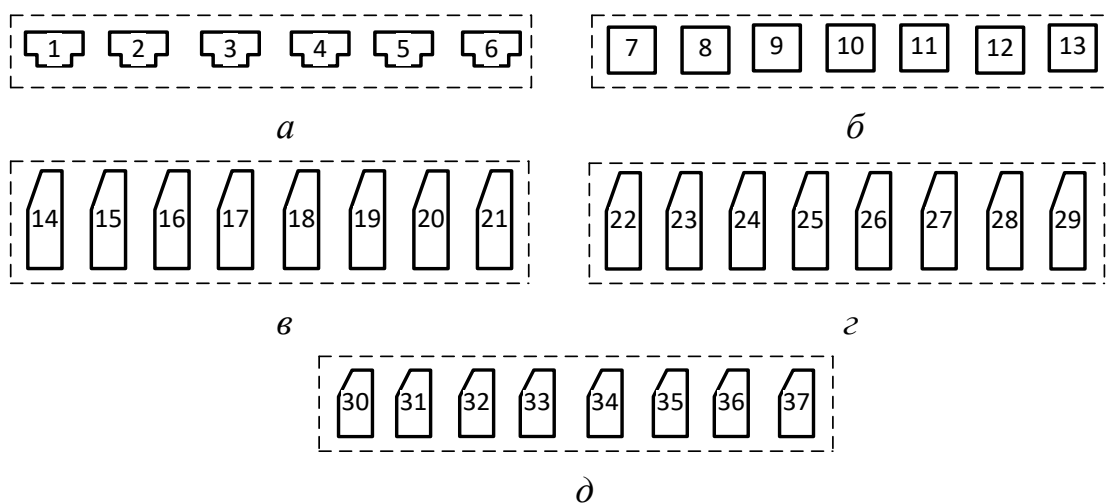


Рисунок. Г.2 – Размещение электрооборудования на участках цеха тяжёлого машиностроения: а – участок № 1; б – участок № 2; в – участок № 3; г – участок № 4; д – участок № 5

Приложение Ж (справочное)  
**Характеристики арматурного цеха  
и его электрооборудования**

Арматурный цех (АЦ) предназначен для подготовки арматурных каркасов бетонных блоков, плит и других конструкций. Он является одним из основных цехов завода железобетонных конструкций (ЖБК).

Цех имеет четыре участка, на которых установлено необходимое для производства оборудование: установки для правки, резки, гибки арматурной стали, изготовления арматурных каркасов и сварочные машины. В цехе также предусмотрены помещения для вентиляторной, администрации и бытовой комнаты.

АЦ получает электроэнергию от главной понизительной подстанции (ГПП), расположенной от цеха на расстоянии 8 км. Напряжение на ГПП 6 и 10 кВ.

Количество рабочих смен – 2.

Грунт в районе АЦ – суглинок с температурой +10 °С.

Каркас здания смонтирован из блоков-секций длиной 9 м и высотой 9 м каждая. Обеспечивающие и вспомогательные помещения одноэтажные высотой 4 м.

Перечень оборудования АЦ приведён в таблице Ж.1. Мощность электроприёмников  $P_{ЭП}$  указана для одного потребителя.

Расположение основного оборудования и план здания представлены на рисунках Ж.1-Ж.3.

Таблица Ж.1 – Перечень электропотребителей арматурного цеха

| №<br>пози-<br>ции | Наименование и тип<br>электрооборудования | Кол-во<br>ЭП,<br>ед. | Номера вариантов согласно<br>последней цифре в зачётке (Z) |             |            |             |            | Прим. |
|-------------------|-------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------|
|                   |                                           |                      | 1и2                                                        | 3и4         | 5и6        | 7и8         | 9и0        |       |
|                   |                                           |                      | Мощность ЭП (кВт)                                          |             |            |             |            |       |
| 1                 | 2                                         | 3                    | 4                                                          | 5           | 6          | 7           | 8          | 9     |
| 1, 2              | Установка правки и резки<br>арматуры      | 2                    | 5                                                          | 7           | 6          | 5,5         | 7,5        |       |
| 3, 4              | Станок правильно-отрезной<br>ГД-162       | 2                    | 8                                                          | 6           | 6,5        | 7           | 8          |       |
| 5                 | Станок для резки арматуры                 | 1                    | 2,5                                                        | 3           | 3,5        | 2           | 1,75       |       |
| 6-9               | Станок для гибки<br>арматурных стержней   | 3                    | 1,5                                                        | 2           | 1,5        | 2,5         | 3          |       |
| 10-12             | Установка для сварки<br>стержневых плетей | 3                    | 7,5<br>кВА                                                 | 7,0<br>кВА  | 6,5<br>кВА | 5,5<br>кВА  | 6,0<br>кВА |       |
| 13, 14            | Машина сварочная МТ1818                   | 2                    | 10,5<br>кВА                                                | 10,2<br>кВА | 9,5<br>кВА | 12,0<br>кВА | 9,0<br>кВА |       |
| 15, 16            | Машина сварочная МТ2827                   | 2                    | 22,5<br>кВА                                                | 24<br>кВА   | 22<br>кВА  | 20<br>кВА   | 21<br>кВА  |       |
| 17, 18            | Машина сварочная                          | 2                    | 24                                                         | 15          | 20         | 22          | 25         |       |

| №<br>пози-<br>ции | Наименование и тип<br>электрооборудования                  | Кол-во<br>ЭП,<br>ед. | Номера вариантов согласно<br>последней цифре в зачётке (Z) |             |             |             |             | Прим.    |
|-------------------|------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
|                   |                                                            |                      | 1и2                                                        | 3и4         | 5и6         | 7и8         | 9и0         |          |
|                   |                                                            |                      | Мощность ЭП (кВт)                                          |             |             |             |             |          |
| 1                 | 2                                                          | 3                    | 4                                                          | 5           | 6           | 7           | 8           | 9        |
|                   | многоэлектродная                                           |                      | кВА                                                        | кВА         | кВА         | кВА         | кВА         |          |
| 19, 20            | Машина сварочная<br>многоэлектродная МТМ                   | 2                    | 17,5<br>кВА                                                | 17,0<br>кВА | 15,0<br>кВА | 15,5<br>кВА | 18,0<br>кВА |          |
| 21                | Установка вертикальная для<br>сварки арматурных каркасов   | 1                    | 60,0<br>кВА                                                | 70<br>кВА   | 65<br>кВА   | 62<br>кВА   | 68<br>кВА   |          |
| 22-25             | Машина сварочная<br>подвесная                              | 4                    | 6,5<br>кВА                                                 | 6<br>кВА    | 7<br>кВА    | 8<br>кВА    | 6,25<br>кВА |          |
| 26                | Установка горизонтальная для<br>сварки арматурных каркасов | 1                    | 4,5<br>кВА                                                 | 5,0<br>кВА  | 4,2<br>кВА  | 5,25<br>кВА | 4,25<br>кВА |          |
| 27, 28            | Станок для изготовления<br>арматурных каркасов             | 2                    | 3                                                          | 5           | 4           | 7           | 5,5         |          |
| 29, 30            | Кран мостовой                                              | 2                    | 15                                                         | 15          | 15          | 15          | 15          | ПВ=50%   |
| 31                | Вентилятор вытяжной                                        | 1                    | 12                                                         | 15          | 14          | 17          | 13          |          |
| 32                | Вентилятор приточный                                       | 1                    | 12                                                         | 16          | 14          | 17          | 13          |          |
|                   | Администрация                                              | 4                    | 2                                                          |             |             |             |             | 1-фазные |
|                   | Бытовая                                                    | 2                    | 2                                                          |             |             |             |             | 1-фазные |
|                   |                                                            |                      |                                                            |             |             |             |             |          |

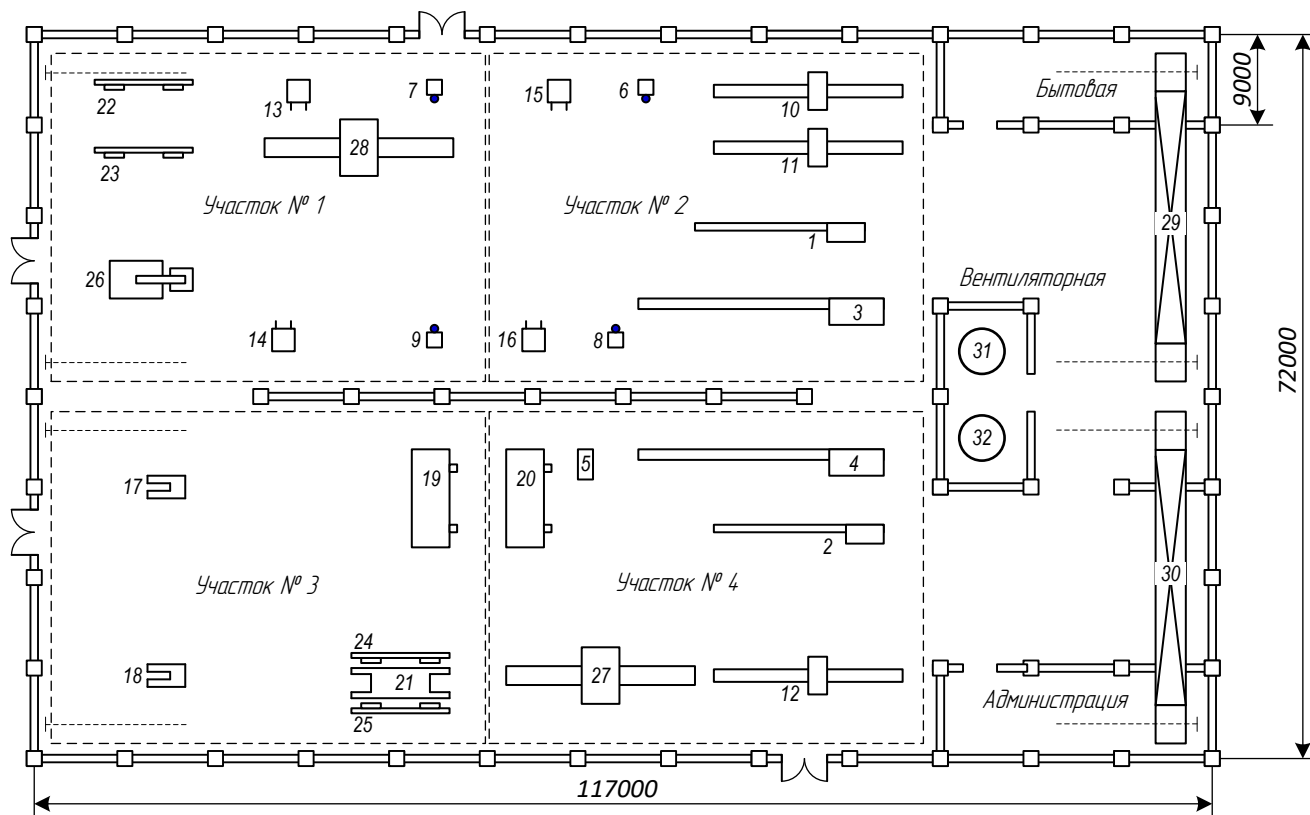


Рисунок Ж.1.а – Схема арматурного цеха завода ЖБК для вариантов  $Y = 0, 2, 4$  из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

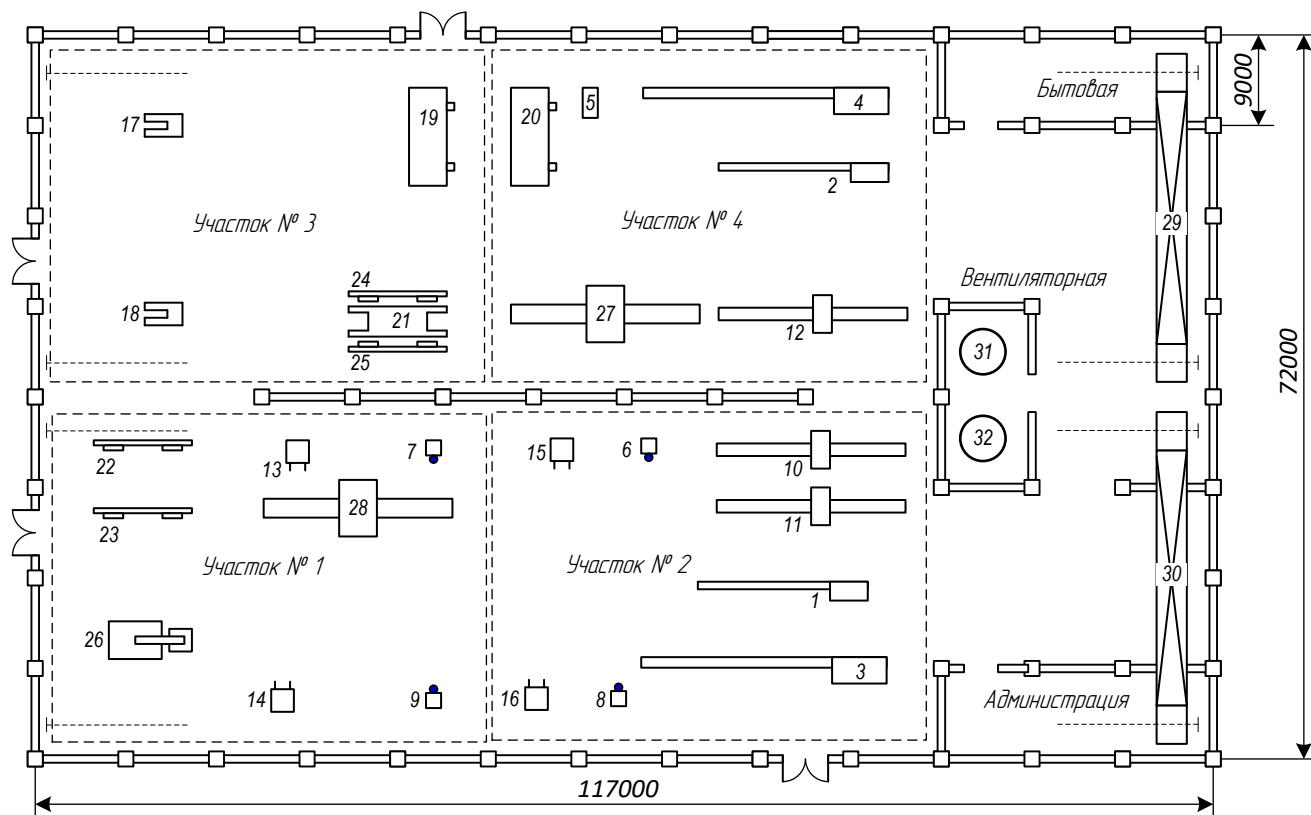


Рисунок Ж.1.б – Схема арматурного цеха завода ЖБК для вариантов  $Y = 1, 3, 5$  из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

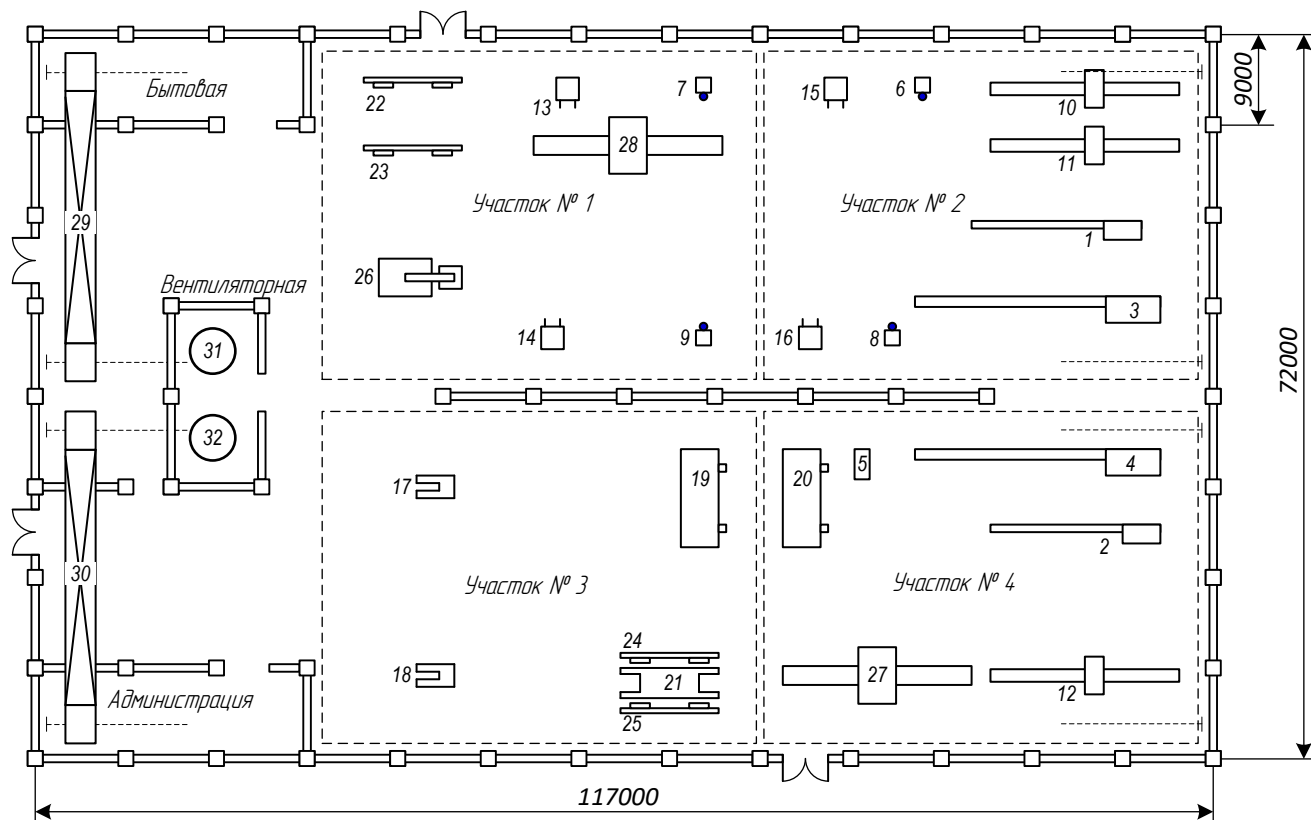


Рисунок Ж.1.в – Схема арматурного цеха завода ЖБК для вариантов  $Y = 6, 8$  из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

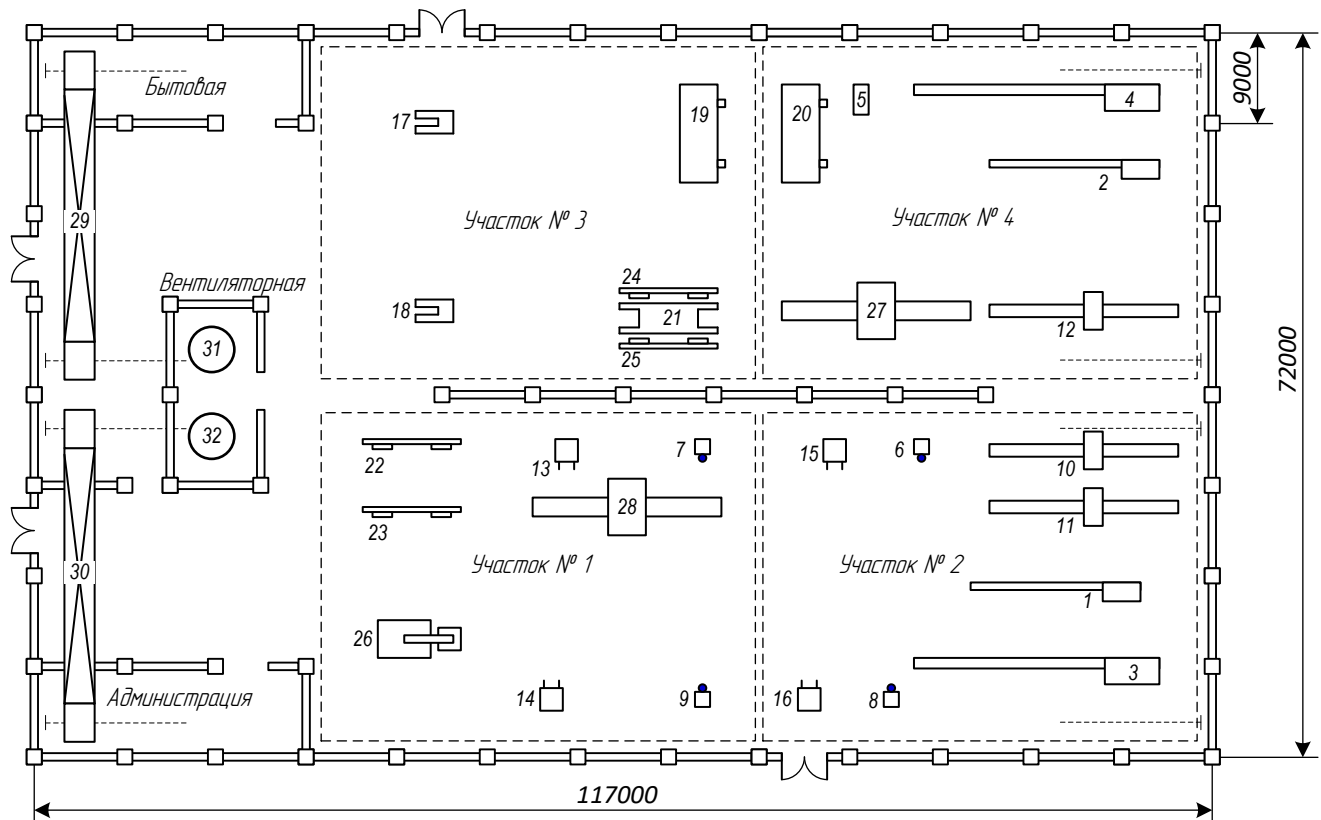


Рисунок Ж.1.2 – Схема арматурного цеха завода ЖБК для вариантов  $Y = 7, 9$  из 3-х последних цифр XYZ зачётной книжки

Приложение Л (справочное)

**Форма титульного листа курсового проекта**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева

Кафедра «Электротехника и электрооборудование»

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА****КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

по дисциплине

«Внутризаводское электроснабжение и режимы»

Тема: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_Автор проекта: \_\_\_\_\_  
(Фамилия, имя, отчество)

Учебная группа \_\_\_\_\_ Дата выполнения \_\_\_\_\_

Руководитель проекта: \_\_\_\_\_  
(Фамилия, инициалы) (Подпись) (Дата)Проект защищён \_\_\_\_\_ Оценка \_\_\_\_\_  
(Дата)Члены комиссии: \_\_\_\_\_  
(Фамилия, инициалы) (Подпись)\_\_\_\_\_  
(Фамилия, инициалы) (Подпись)

Тула 2020

Приложение М (справочное)  
**Форма бланка задания на курсовой проект**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева

Кафедра «Электротехника и электрооборудование»

**ЗАДАНИЕ**  
**на курсовой проект**

Студенту \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

Учебная группа \_\_\_\_\_ Вариант \_\_\_\_\_

1. Тема проекта: \_\_\_\_\_

2. Срок представления работы к защите \_\_\_\_\_

3. Исходные данные для проектирования:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Содержание КП (пояснительной записки и графической части):  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Перечень графического материала:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Руководитель КП \_\_\_\_\_  
(подпись) (фамилия, инициалы)

Задание получил \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » 20\_\_ г  
(подпись)

Приложение *H* (справочное)  
**Образец оформления аннотации**

**Аннотация**

Курсовой проект содержит пояснительную записку и графическую часть. Объём пояснительной записки – 50 с., в том числе, 14 рис., 12 табл., 15 источников литературы, 2 прил. Графическая часть выполнена на 1 листе формата А1.

**«СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА  
АО «ДОРМАШ»**

В работе предлагается техническое решение по выбору источника питания и расчёт электросети механического цеха промышленного предприятия.

Цель работы: на основе анализа электропотребителей цеха, с учётом особенностей технологического процесса провести выбор типа, мощности и количества трансформаторов цеховой подстанции, места её расположения, а также разработать систему электроснабжения электропотребителей цеха.

Выполнен расчёт электрических нагрузок, обоснованный выбор трансформаторов цеховой подстанции с местом её расположения, силовых сетей системы электроснабжения и их канализация, предложены средства компенсации реактивной мощности, компоновка и расположение распределительных устройств.

Выбор основных элементов системы электроснабжения обеспечивает оптимальный режим работы цеха с перспективой роста производственных мощностей.

Курсовой проект может быть взят за основу разработки системы электроснабжения механического цеха промышленного предприятия.

Ключевые слова: ЦЕХОВОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА, ЦЕХОВАЯ ТРАНСФОРМАТОРНАЯ ПОДСТАНЦИЯ.

## Приложение II (справочное)

**Порядок заполнения основной надписи документов  
курсового проекта**

В графах основной надписи (рисунки II.1, II.2, II.3) (номера графов на рисунках показаны в овалах) указывают значения следующих реквизитов:

|          |      |         |         |      |   |        |       |         |   |
|----------|------|---------|---------|------|---|--------|-------|---------|---|
|          |      |         |         |      | 2 |        |       |         |   |
|          |      |         |         |      |   |        |       |         |   |
| Изм      | Лист | № докум | Подпись | Дата | 1 | Литера | Масса | Масштаб |   |
| Разраб.  |      |         |         |      |   | 4      | 5     | 6       |   |
| Провер.  |      |         |         |      |   | Лист   | 7     | Листов  | 8 |
| Т.контр. |      |         |         |      |   | 3      | 9     |         |   |
| 10       | 11   | 12      | 13      |      |   |        |       |         |   |
| Н.контр. |      |         |         |      |   |        |       |         |   |
| Утв.     |      |         |         |      |   |        |       |         |   |

Dimensions: Total width 185, total height 55. Table width 40, signature width 15, date width 10. Technical specifications section width 50, height 15.

Рисунок II.1 – Основная надпись чертежей и схем  
(форма 1 ГОСТ 2.104-2006)

|          |      |         |         |      |   |        |      |        |
|----------|------|---------|---------|------|---|--------|------|--------|
|          |      |         |         |      | 2 |        |      |        |
|          |      |         |         |      |   |        |      |        |
| Изм      | Лист | № докум | Подпись | Дата | 1 | Литера | Лист | Листов |
| Разраб.  |      |         |         |      |   | 4      | 7    | 8      |
| Провер.  |      |         |         |      |   | 9      |      |        |
| 10       | 11   | 12      | 13      |      |   |        |      |        |
| Н.контр. |      |         |         |      |   |        |      |        |
| Утв.     |      |         |         |      |   |        |      |        |

Dimensions: Total width 185, total height 40. Table width 40, signature width 15, date width 10. Technical specifications section width 50, height 15.

Рисунок II.2 – Основная надпись для текстовых конструкторских  
документов (проектов), первый или заглавный лист  
(форма 2 ГОСТ 2.104-2006)

|     |      |         |         |      |   |  |  |  |
|-----|------|---------|---------|------|---|--|--|--|
|     |      |         |         |      | 2 |  |  |  |
|     |      |         |         |      |   |  |  |  |
| Изм | Лист | № докум | Подпись | Дата | 7 |  |  |  |
| 10  | 11   | 12      | 13      |      |   |  |  |  |

Dimensions: Total width 185, total height 15. Table width 40, signature width 15, date width 10. Technical specifications section width 10, height 7.

Рисунок II.3 – Основная надпись текстовых конструкторских  
документов (проектов) последующих листов (форма 2а)

- в графе 1 – наименование документа, если этому документу присвоен код. Записывается в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: «Схема электроснабжения механического цеха (принципиальная)»;

- в графе 2 – обозначение документа (его код), например,

КП ВЗЭСиР 245.002.01 ЭЗ,

где КП ВЗЭСиР – аббревиатура наименования работы (курсовой проект) и дисциплины (Внутризаводское электроснабжение и режимы);

245 – последние цифры номера зачётной книжки студента;

002 – номер документа курсового проекта (пояснительной записке присваивается номер – 001, чертежам в порядке выполнения – 002, 003 и т.д.);

01 – номер составной (отдельно сброшюрованной) части пояснительной записки или порядковый номер листа иллюстративно-графического документа (чертежа);

ЭЗ – условное обозначение документа по ГОСТ 2.102 и 2.701;

- в графе 3 – тема курсового проекта;

- в графе 4 – литеру, присвоенную данному документу (заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки), например, учебному документу присваивают литеру «У»;

- в графе 5 – массу изделия по ГОСТ 2.109 (в пояснительных записках и схемах не заполняется);

- в графе 6 – масштаб (в соответствии с ГОСТ 2.302 и ГОСТ 2.209);

- в графе 7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

- в графе 8 – общее количество листов документа (указывается только на первом листе);

- в графе 9 – наименование организации и код учебной группы, например, «ТулГУ, гр.121241»;

- в графе 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ;

- в графе 11 – фамилии лиц, подписавших документ;

- в графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11. Подписи лиц, разработавших, проверивших, утвердивших документ и ответственных за нормоконтроль, являются обязательными.

- в графе 13 – дату подписания документа.