



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Производственная безопасность»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к разделу выпускной квалификационной
работы для студентов 4-го курса
направления подготовки 150400
«Технологические машины и оборудование»
всех форм обучения

**«Экологичность и безопасность
работы»**

Авторы
В. Л. Гапонов,
Ю.А. Батищев,
С.Е. Гераськова,
Е.Ю. Гапонова

Ростов-на-Дону, 2014



Аннотация

Методические указания издаются в соответствии с учебным планом кафедры «ПБ». Изложены общие требования к структуре и содержанию раздела «Экологичность и безопасность работы» пояснительной записки выпускной квалификационной работы.

Предназначается для студентов 4-го курса специальности 150400 «Технологические машины и оборудование» всех форм обучения.

Авторы

доктор технических наук, профессор
кандидат технических наук, доцент
ст. преподаватель
ст. преподаватель

В. Л. Гапонов
Ю.А. Батищев
С.Е. Гераськова
Е.Ю. Гапонова





Оглавление

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2. СТРУКТУРА РАЗДЕЛА «БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА»	5
3. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА «БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА»	6
3.1. Выявление социально-экологического эффекта от внедрения проектируемого технологического процесса	6
3.2. Выбор методов и средств обеспечения безопасного выполнения ТП.....	7
4. ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	21
Литература	27
Приложение 1 Варианты для задачи 1	30
Приложение 2 Варианты для задачи 2	32
Приложение 3 Варианты для задачи 3	33
Приложение 4 Варианты для задачи 4	35
Приложение 5 Сопrotивление одной обмотки трансформатора	39
Приложение 6 Варианты для задачи 5	40
Приложение 7 Варианта для задачи 6	42



1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рассматриваемые в разделе «Безопасность проекта» вопросы должны непосредственно относиться к теме ВКР и представляют в виде конкретного анализа и решения. Недопустимо включать в этот раздел определения, общие рассуждения, инструкции, нормативы и т. п. материалы.

Вопросы безопасности должны найти отражение также и в других разделах ВКР.

Получить задание у консультанта-преподавателя кафедры «Производственная безопасность» (ПБ) по разделу «Безопасность проекта» студент-выпускник может при наличии бланка «Задание на ВКР» с заполненными конструкторским и технологическим заданиями.

Перед утверждением заданий по разделу «Безопасность проекта» студент должен ознакомиться с данными методическими указаниями, списком методической и технической литературы, имеющейся в библиотеке. Затем студент должен ориентировочно наметить содержание раздела в соответствии с темой ВКР, а консультант окончательно его утвердить.

Задания по разделу «Безопасность проекта» записываются в бланк «Задание» и подписываются преподавателем-консультантом.

В ходе работы над заданиями студент должен согласовывать выбранные решения, уточнять объем разработок с консультантом (консультации преподавателями кафедры «ПБ» проводятся еженедельно). Выполненные задания студент должен представить консультанту на утверждение первоначально в черновом варианте. При удовлетворительном качестве выполнения разработок консультант ставит свою подпись на титульном листе ВКР. Без подписи консультанта-преподавателя кафедры «ПБ» ВКР к защите не допускается.

При составлении тезисов выступления на защите проекта студент должен предусмотреть время для краткого устного изложения содержания разработок по безопасности проекта.



Раздел должен начинаться с анализа объекта. В этой связи должны быть выявлены и описаны опасные и вредные факторы, негативные влияния объекта на окружающую среду, возможные чрезвычайные ситуации на объекте. По каждому выявленному фактору должна быть дана оценка на соответствие стандартам, нормативно-техническим документам (СНиП), предельно-допустимым концентрациям вещества (ПДК), предельно-допустимым уровням (ПДУ), предельно-допустимым выбросам (ПДВ). Все выявленные опасные и вредные факторы должны быть занесены в таблицы, где должны быть представлены одновременно их фактические и нормативные значения.

(*Исходные данные для расчета задач 1 – 5 приведены в приложениях 1- 6).

2. СТРУКТУРА РАЗДЕЛА «БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА»

1. Текстовая часть раздела — составная часть общей расчетно-пояснительной записки ВКР, оформляется в виде самостоятельного раздела с заглавным листом и помещается за технологическим разделом записки.

Общий объем раздела «Безопасность проекта» — не менее 10 – 15 страниц текста, расчетов, графиков, схем, таблиц.

Анализ следует начинать с краткого описания объекта. При выявлении опасных и вредных факторов следует руководствоваться [1,2], согласно которому эти факторы подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические, психофизиологические. Цель, стоящая непосредственно перед проектантом, сводится к выявлению вредных и опасных факторов, характерных для разрабатываемого им ТП, и формулированию требований к выбору соответствующих защитных методов и средств (табл. 3.1).



Таблица 3.1

Основные задачи

Задачи	Основные документы, необходимые для решения задач	Критерии выбора решения
1. Выявление и анализ вредных и опасных факторов при выполнении проектируемого ТП 2. Определение требований для выбора методов и средств обеспечения безопасного выполнения ТП	— Система стандартов и регламентов по ТБ, ПС, ПБ, БЧС и ЭБ — Описание методов и средств обеспечения безопасности в базовом ТП — Классификаторы процессов переработки ПМ по взрыво-, пожароопасности и санитарным характеристикам, техническим материалам предприятия или отрасли промышленности	Обеспечение нормативных требований безопасности ТП при минимальных затратах на технические средства и организацию необходимых работ

3. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА «БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА»

3.1. Выявление социально-экологического эффекта от внедрения проектируемого технологического процесса

- Системы управления производственными процессами, нацелены на совершенствование автоматизации и механизации, пределами которых являются безлюдные и безотходные технологии. Дипломник должен продемонстрировать, как это достигается при внедрении его проектируемого технологического процесса (ТП), к какому конкретно эффекту оно приводит.



Повышение уровня безопасности труда характеризуется увеличением количества механизмов и производственных помещений, приведённых в соответствие с требованиями стандартов безопасности труда, строительных норм и правил, а также других нормативно-технических документов.

Улучшение санитарно-гигиенических показателей характеризуется уменьшением содержания в воздухе вредных веществ, улучшением микроклимата, снижением уровня шума и вибрации, инфразвуковых и ультразвуковых колебаний, уровня ионизирующих и электромагнитных излучений, улучшением освещённости и т. д.

Изменение состояния производственной среды может оцениваться с помощью критериев по разности абсолютных величин до и после внедрений мероприятий, а также с помощью стандартов путем сопоставления относительных показателей, характеризующих степень соответствия тех или иных факторов ПДК, ПДУ или заданным значениям (показатели, интервалы, диапазоны).

Комплексная оценка состояния условий труда производится по приросту рабочих мест, на которых условия труда в совокупности приведены в соответствие с нормативными требованиями.

- Социальные результаты осуществления мероприятий по улучшению условий и повышению безопасности труда определяются как разность натуральных величин до и после внедрения мероприятий.

3.2. Выбор методов и средств обеспечения безопасного выполнения ТП

Загрязнённость воздуха, его климатические параметры, освещение, шум и вибрация, различные виды излучений и электромагнитных полей оказывают значительное влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда. Поэтому улучшение санитарно-гигиенических показателей способствует снижению уровня профессиональных заболеваний, повышению производительности и эффективности труда.



Требованиями по нормализации санитарно-гигиенических условий в производственных помещениях должны предусматриваться:

3.2.1. Общеобменная приточно-вытяжная вентиляция и местные встроенные отсосы от мест фиксированного выделения вредных веществ, способные не допустить их концентрации в воздухе рабочей зоны выше ПДК.

Объем производственных помещений на одного работающего должен быть не менее 15 м^3 при площади не менее $4,5 \text{ м}^2$.

Нормативами ГН 2.2.5.686 — 98 и ГОСТ 12.1.005 — 98 установлено, что при наличии в воздушной среде смеси вредных веществ, обладающих аддитивным (однонаправленным) действием, должно соблюдаться следующее условие:

$$C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + \dots + C_n/\text{ПДК}_n \leq 1, \quad (3.1)$$

где C_1, C_2, \dots, C_n — концентрации соответствующих вредных веществ в воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ — предельно допустимые концентрации соответствующих вредных веществ, $\text{мг}/\text{м}^3$.

ПДК ряда вредных веществ, применяемых или образующихся в результате производственных процессов, приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе

Вещество	ПДК, $\text{мг}/\text{м}^3$	Класс опасности	Вещество	ПДК, $\text{мг}/\text{м}^3$	Класс опасности
Оксиды азота	5	2	Кальцинированная сода	2	4
Оксид углерода (угарный газ)	20	4	Сероводород	10	2
Углеводороды	300	4	Ртуть	0,01	1
Метилмеркаптан	0,8	2	Известь	5	4
Метанол	0,8	2	Силикат натрия	6	3
Каустическая сода	5	3	Цемент	6	4



	0,5	2	Барит	6	4
			Гематит	5	4
			Сера	2	4
			Серная кислота	1	2

Задача 1. Оценка качества воздушной среды в рабочей зоне (Исходные данные для задачи 1 приведены в прил. 1).

Пример. В воздух рабочей зоны поступают вредные вещества: окись углерода — 2 мг/м³; цементная пыль — 3 мг/м³; пары ртути — 0,001 мг/м³; метанол — 2 мг/м³; пыль извести — 3 мг/м³. С помощью табл. 3.1 определяем сумму отношений фактических концентраций вредных веществ к их ПДК согласно формуле (1):

$$\frac{2}{20} + \frac{3}{6} + \frac{0,001}{0,01} + \frac{2}{5} + \frac{3}{5} = 1,7 > 1.$$

Вывод: Таким образом, несмотря на то, что величина каждого загрязняющего вещества не превышает ПДК, суммарное их значение превышает норму в 1,7 раза. Поэтому необходимо улучшить состояние вентиляции в цехе.

Экономически выгодно в местах образования вредных выбросов устанавливать местную вентиляцию вытяжного типа. Конструктивно вытяжная вентиляция включает воздухозаборники, рукава и вентилятор, устанавливаемый за стеной помещения.

3.2.2. Освещенность на рабочих местах в соответствии с требованиями выполняемой ТО согласно СНиП «Естественное и искусственное освещение».

Правильно спроектированное и выбранное производственное освещение снижает зрительное напряжение, утомляемость и, как следствие, способствует снижению травматизма и повышению производительности труда и является одним из условий обеспечения безопасности труда.

Задачей светотехнического расчёта освещения производственного участка является определение:

- мощности ламп для получения заданного освеще-



ния при выбранном положении светильника;

- числа светильников известной мощности для получения заданной освещённости;
- расчётной освещённости при известном типе, мощности и расположении светильников.

Задача 2. Расчет системы местного освещения зоне (Исходные данные для задачи 2 приведены в прил. 2).

Пример: Определить световой поток и подобрать тип лампы для местного освещения. K — коэффициент запаса — 1,5 (выбирается из прил. 2); E — нормированная освещённость — 220 лк (выбирается из прил. 2); e — величина условной освещённости — 200 (подбирается согласно графикам 2.1, 2.2 и принимается ближайшее значение кривой); a — расстояние от проекции оси светильника — 23 см (выбирается из прил. 2); h — высота установки светильника — 35 см.

Решение:

1. Определяем величину светового потока F , лм

$$F_{\text{л}} = \frac{K \cdot E}{e} \cdot 1000 = \frac{1,5 \cdot 220 \cdot 1000}{200} = 1650 \text{ лм}. \quad (2)$$

2. По данному световому потоку подбираем тип лампы (табл. 2.1, 2.2).

Вывод: Выбираем лампу для местного освещения ЛДЦ 30 со световым потоком 1650 лм.

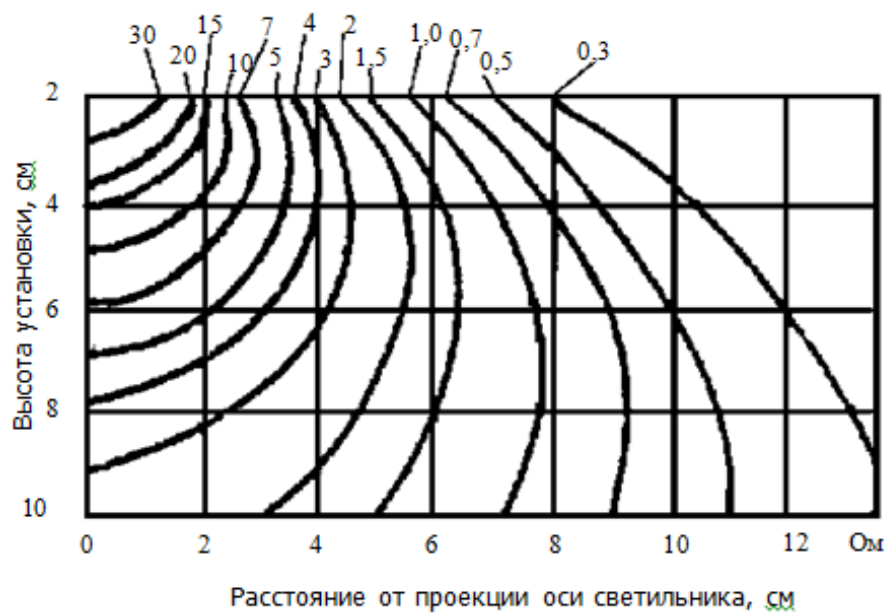


Рис. 2.1



Рис. 2.2

Таблица 2.1

**ПАРАМЕТРЫ ЛН МЕСТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА
НАПРЯЖЕНИЕ 12, 24, 36 В**

Тип ламп	<i>Номинальные значения</i>				
	Φ , лм	$d_{кр}$, мм	l , мм	h , мм	$I_{0,1}$ кД
МО 12–15	200	61	108	73	—
МО 12–25	380	61	108	73	—
МО 12–40	620	61	108	73	—
МО 12–60	1000	61	108	73	—
МО 24–25	350	61	108	73	—
МО 24–40	580	61	108	73	—
МО 24–60	950	61	108	73	—
МО 24–100	1740	66	129	94	—
МО 36–25	345	61	108	73	—
МО 36–40	580	61	108	73	—
МО 36–60	950	61	108	73	—
МО 36–100	1590	66	129	94	—
МОД 12–25	270	71	109	—	—
МОД 12–40	490	71	109	—	—
МОД 12–60	880	71	109	—	—
МОД 24–40	820	71	109	—	—
МОД 24–60	950	71	109	—	—
МОД 24–100	1740	81	128	—	—
МОД 36–25	240	71	109	—	—
МОД 36–40	470	71	109	—	—
МОД 36–60	760	71	109	—	—
МОД 36–100	1380	81	128	—	—
МОЗ 12–40	400	71	109	—	150
МОЗ 12–60	660	71	109	—	245
МОЗ 24–40	420	71	109	—	160
МОЗ 24–60	680	71	109	—	250
МОЗ 24–100	1250	81	128	—	450
МОЗ 36–40	400	71	109	—	135
МОЗ 36–60	650	71	109	—	240
МОЗ 36–100	1200	81	128	—	450



*Примечание: Для ламп накаливания — первые два числа маркировки обозначают диапазон допустимых напряжений, В; третье — мощность, Вт.

Таблица 2.2

**СВЕТОВЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
ЛАМП ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ (ГОСТ 6825—91)**

Люминесцентные лампы		
Тип	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт
ЛДЦ 20	820	41,0
ЛД 20	920	46,0
ЛБ 20	1180	59,0
ЛДЦ 40	1450	48,0
ЛД 30	1640	54,5
ЛБ 30	2100	70,0
ЛДЦ 40	2100	52,5
ЛД 40	2340	58,5
ЛБ 40	3120	78,0
ЛДЦ 80	3740	46,8
ЛД 80	4070	50,8
ЛБ 80	5220	65,3

*Примечание: Для люминесцентных ламп — цифры после типа лампы обозначают мощность, Вт.



Задача 3. Расчет системы общего освещения
(Исходные данные для задачи 3 приведены в прил. 3).

Пример задачи: Определить световой поток F и подобрать стандартную лампу для общего освещения, если E — нормированная минимальная освещенность, $E = 150$ лк; A — ширина помещения, $A = 24$ м; B — длина помещения, $B = 30$ м; H — высота помещения, $H = 8$ м; K — коэффициент запаса, $K = 1,5$; z — коэффициент неравномерности освещения, его значение для ламп накаливания ДРЛ $z = 1,15$, для люминесцентных ламп $z = 1,1$; N — число светильников в помещении; ni — коэффициент использования светового потока лампы (табл. 3.5).

Определим величину светового потока лампы F , лм

$$F = \frac{100 \cdot E \cdot S \cdot K \cdot z}{N \cdot ni}, \quad (3)$$

где S — площадь цеха, м^2 , $S = AB$.

Находим общее число светильников. Получившиеся нецелые значения округлить до целых в большую сторону.

$$N = N_{\text{дл}} \cdot N_{\text{ш}} = 29 \text{ шт.} \quad (4)$$

где $N_{\text{дл}}$ — число светильников по длине; $N_{\text{ш}}$ — число светильников по ширине. $N_{\text{дл}} = B/l$; $N_{\text{ш}} = A/l$.

Находим расстояние между соседними светильниками (или их рядами):

$$l = \lambda h = 0,8 \cdot 6,3 = 5,04 \text{ м.} \quad (5)$$

где λ — отношение длины к высоте; h — высота установки светильника над рабочей поверхностью, м;

Высота установки светильника вычисляется по формуле:

$$h = H - h_{\text{св}} - h_{\text{рп}} = 8 - 0,7 - 1 = 6,3 \text{ м,} \quad (6)$$

где $h_{\text{св}}$ — высота свеса светильника, м; $h_{\text{рп}}$ — высота рабочей поверхности, м.

Находим индекс помещения:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} = \frac{24 \cdot 30}{6,3 \cdot (24+30)} = 2,1. \quad (7)$$

Коэффициент использования светового потока (ni) находится по табл. 3.5 в зависимости от коэффициента отра-



жения стен P_c и потолка P_n (выбирается из задания) и индекса помещения. Получившиеся нецелые значения i округлить до целых в большую сторону.

Подсчитав по формуле (2) световой поток лампы F по табл. 3.2, 3.3 подобрать стандартную лампу и определить электрическую мощность всей осветительной установки. В практике допускается отклонение потока выбранной лампы от расчетного до -10% и $+20\%$, в противном случае выбирают другую схему расположения светильников.

$$F = \frac{100 \cdot 150 \cdot 1,5 \cdot 720 \cdot 1,1}{29 \cdot 58} = 11076 \text{ (лм)}.$$

Вывод: Выбираем лампу для общего освещения ДРЛ 250 со световым потоком 13000 лм.

Таблица 3.2

Световые и электрические параметры ртутных ламп ДРЛ

Тип лампы	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт
ДРЛ 250	13000	52
ДРЛ 400	23000	57,5
ДРЛ 700	40000	57,1
ДРЛ 1000	57000	57



Таблица 3.3

**Световые и электрические параметры ламп
накаливания
(ГОСТ 2239—1979) и люминесцентных (ГОСТ
6825—1991)**

Лампы накаливания			Люминесцентные лампы		
Тип	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Тип	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт
В-125-135-15	135	9,0	ЛДЦ20	820	41,0
В-215-225-15	105	7,0	ЛД20	920	46,0
Б-125-135-40	485	12,0	ЛБ20	1180	59,0
Б-220-230-40	460	11,5	ЛДЦ40	1450	48,0
БК-125-135-100	1630	16,3	ЛД30	1640	54,5
БК-215-225-100	1450	14,5	ЛБ30	2100	70,0
Г-125-135-150	2280	15,3	ЛДЦ40	2100	52,5
Г-215-225-150	2090	13,3	ЛД40	2340	58,5
Г-125-135-300	4900	16,6	ЛБ40	3120	78,0
Г-215-225-300	4610	16,6	ЛДЦ80	3740	46,8
Г-125-135-1000	19100	19,1	ЛД80	4070	50,8
Г-215-225-1000	19600	18,6	ЛБ80	5220	65,3

Таблица 3.4

Рекомендуемые и допустимые значения $\lambda = L/h$

Тип КСС светильника	L/h	
	Рекомендуемые значения	Наибольшие допустимые значения
К	0,4—0,7	0,9
Г	0,8—1,2	1,4
Д	1,2—1,6	2,1
М	1,8—2,6	3,4
Л	1,4—2,0	2,3



Таблица 3.5

Коэффициент использования светового потока η , %

Светильник	НСПО9			ВЗГ20			ЛСП02			ПВЛМ			РСП05		
P_n	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
P_e	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
i															
0,5	14	16	22	12	14	17	23	26	31	11	13	18	19	22	26
0,6	19	21	27	16	18	21	30	33	37	14	17	23	24	27	32
0,7	23	24	29	19	21	24	35	38	42	16	20	27	28	31	36
0,8	25	26	33	21	24	26	39	41	45	19	23	29	31	34	40
0,9	27	29	35	23	25	28	42	44	48	21	27	32	34	37	43
2,0	38	41	48	32	33	35	55	57	60	35	40	46	52	55	59
3,0	44	47	54	35	37	39	60	62	66	41	45	52	58	61	64
4,0	46	50	59	37	39	41	63	65	68	44	48	54	61	64	67
5,0	48	52	61	38	40	42	64	66	70	48	51	57	63	66	69

Задача 4. Расчёт системы зануления (Исходные данные для задачи 4 приведены в прил. 4 и 5).

Средства защиты от поражения электрическим током.

К средствам защиты от поражения электрическим током относятся: оградительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; устройства защитного заземления и зануления; устройства автоматического отключения; устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения; устройства дистанционного управления; предохранительные устройства; молниеотводы и разрядники; знаки безопасности.

Главная характеристика изоляции — сопротивление, во время работы электрооборудования состояние электроизоляции ухудшается вследствие нагрева, механических повреждений, влияния климатических условий и окружающей природной среды. Состояние изоляции характеризуется сопротивлением току утечки. Согласно «Правилам устройства электрооборудования» (ПУЭ) сопротивление изоляции в электроустановках напряжением до 1000 В должно быть не меньше 0,5 МОм. На работающем оборудовании проводится эксплуатационный контроль изоляции электротехническим персоналом в установленные сроки с помощью мегомметров.



Зануление – преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

При выборе для защиты от поражения электрическим током зануления обязательно знать режим нейтрали вторичной обмотки питающего участка трансформатора на подстанции: при изолированной нейтрали применяется заземление, при глухозаземлённой нейтрали — зануление. *Конструктивно зануление выполняется путём присоединения корпуса к нулевому проводу, который проходит внутри цеха и присоединяется к нейтрали вторичной обмотки питающего трансформатора на подстанции.* При пробое изоляции ток короткого замыкания по нулевому проводу возвращается в нейтраль и по фазным проводам — на автоматический выключатель станка, на котором произошло короткое замыкание, и разрывает цепь питания, важно, чтобы ток уставки автомата не превышал 1,2 — 1,3 номинального тока повреждённого электродвигателя станка. Иначе автомат может не отключиться, что может привести к человеческим жертвам. Недопустимо в режиме глухозаземлённой нейтрали применение заземления вместо зануления, поскольку в этом случае ток короткого замыкания уменьшается в разы и автомат не отключит повреждённое электрооборудование и на корпусе станка будет длительное время сохраняться опасное напряжение.

Пример задачи: Коэффициент надежности $k = 3$; мощность электродвигателя $P_3 = 15 \cdot 10^3$ Вт; длина провода в пределах участка $\ell = 50$ м; фазное напряжение $U_\phi = 220$ В; диаметр провода в подводящем кабеле $D = 6 \cdot 10^{-3}$ м; удельное сопротивление алюминиевого проводника $\rho_{\text{пров}} = 2,53 \cdot 10^{-8}$ Ом·м; удельное сопротивление стали $\rho_{\text{ст}} = 1 \cdot 10^{-7}$ Ом·м; мощность трансформатора — 25 кВА, нулевой проводник — труба.



1. Определить номинальный и пусковой ток электродвигателя, и ток короткого замыкания:

$$I_{\text{н}} = \frac{P_{\text{э}}}{3U_{\text{ф}}} = \frac{15 \cdot 10^3}{3 \cdot 220} \approx 22,7 \text{ А};$$

(8)

$$I_{\text{пуск.}} = 3I_{\text{н}} = 3 \cdot 22,7 = 68,1 \text{ А};$$

(9)

$$I_{\text{к.з.}} = 1,5I_{\text{пуск.}} = 1,5 \cdot 68,1 = 102,15 \text{ А.}$$

(10)

2. Рассчитаем активное сопротивление фазного алюминиевого провода:

$$R_{\text{ф}} = \frac{2,53 \cdot 10^{-8} \cdot 50}{2,8 \cdot 10^{-5}} = 0,045 \text{ Ом.} \quad (11)$$

где $S = \pi D^2/4 = (3,14 \cdot 36 \cdot 10^{-6})/4 \approx 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ — площадь сечения кабеля, м^2 .

3. Вычисляем активное сопротивление нулевого проводника:

$$R_{\text{н}} = \frac{\rho_{\text{ст}} \cdot l}{S_{\text{тр}}} = \frac{1 \cdot 10^{-7} \cdot 50}{3,73 \cdot 10^{-6}} = 13,4 \cdot 10^{-1} = 1,34 \text{ Ом.} \quad (12)$$

4. Рассчитываем площадь поперечного сечения трубы:

$$S_{\text{тр}} = \frac{\pi}{4}(D_{\text{тр}}^2 - d_{\text{тр}}^2) = \frac{3,14}{4} \left((5 \cdot 10^{-3})^2 - (4,5 \cdot 10^{-3})^2 \right) = 3,73 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2. \quad (13)$$

5. Определяем сопротивление взаимной индукции между проводами:

$$X_{\text{II}} = \frac{\omega \mu_0 l}{\pi \ln(2\delta/D)} = \frac{314 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 50}{\pi} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-3}} \right) = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ Ом,} \quad (14)$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ — абсолютная магнитная проницаемость вакуума, Гн/м; δ — расстояние между проводами (≈ 5 мм), м; $\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314$ рад/с — циклическая частота.



6. Вычисляем полное сопротивление петли «фаза-нуль»:

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(R_{\Phi} + R_{\Pi})^2 + X_{\Pi}^2} = \sqrt{(0,045 + 1,34)^2 + (3,2 \cdot 10^{-3})^2} = 1,39 \text{ Ом.} \quad (15)$$

7. Определяем ток короткого замыкания:

$$I_{к.з.} = \frac{U_{\Phi}}{Z_T / 3 + Z_{\Pi}} = \frac{220}{1,037 + 1,39} = 90,65 \text{ А,} \quad (16)$$

где величину $Z_T / 3$ берем из приложения 6.

8. Определяем соответствие условию $I_{к.з.} \geq k I_{\Pi}$; $90,65 \text{ А} \geq 3 \cdot 22,7 \text{ А}$.

Принимаемая система зануления удовлетворяет условию: $90,65 \text{ А} \geq 3 \cdot 22,7 \text{ А}$. ($90,65 \geq 68,1$)

Вывод: Принимаемая система зануления удовлетворяет условию $I_{к.з.} \geq k I_{\Pi}$.

Если условие не выполняется, то оборудование нельзя будет использовать, в виду частого ложного срабатывания автомата.

При подключении технологического оборудования к трансформатору, работающему в режиме изолированной нейтрали, для защиты от поражения электрическим током применяется заземление корпусов и нетоковедущих частей станков и оборудования.

4. ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

В процессе написания ВКР необходимо провести экологическую экспертизу работы, под которой понимается всесторонний анализ возможных негативных экологических последствий при реализации работы, соблюдение в проектных разработках установленных нормативных требований к допустимому воздействию анализируемых технологий и технических средств на окружающую среду.

Выполнение данного раздела должно обеспечить соблюдение требований к защите атмосферы от вредных выбросов, очистке промышленных стоков, к утилизации, нейтрализации и вторичному использованию сырья; к за-



щите от энергетических выбросов (шум, вибрация, излучения и др.)

К основным загрязнителям загрязнителям водоемов в нефтегазовой отрасли относятся буровые растворы, особо опасны на нефтяной основе, химические реагенты и диспергированные глины, смазочные масла, буровой шлам, содержащий химические соединения серной и азотной кислот, синтетические акриловые полимеры, цинк, хром, ионы железа и др.

Предельно допустимый сброс (ПДС) рассчитывается в целях обеспечения норм качества воды водного объекта в контрольном створе.

Задача 5. Определение ПДС загрязняющих веществ в водоеме, которым пользуются для хозяйственно-питьевого водоснабжения (Исходные данные для расчета приведены в прил. 6).

Пример задачи. Определите ПДС загрязняющих веществ в водоем, который используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Дано: Объем сточных вод $q = 200 \text{ м}^3/\text{ч}$; показатели состава сточных вод: содержание взвешенных веществ – 30 мг/л (в водоеме содержание взвешенных веществ $C_B = 25 \text{ мг/л}$); биохимическое потребление кислорода (БПК_п) – 20 мг/л; содержание цинка – 0,4 мг/л; содержание хрома – 1,4 мг/л; содержание ионов железа – 1 мг/л, ПДК_{БПК} = 3 мг/л, ПДК_{Zn} = 3 мг/л, ПДК_{Cr} = 160 мг/л, ПДК_{Fe} = 0,5 мг/л.

Общие требования к составу сточной воды должны удовлетворяться по первым двум показателям, а по ПДК – по остальным трем.

Решение.

1. Определим ПДС для взвешенных веществ.

В соответствии с санитарными нормами в сточной воде концентрация взвешенных веществ не должна превышать

$$C_{ст} = C_B + 0,25 = 30,25 \text{ мг/л.}$$

(17)

Сравнение полученной концентрации взвешенных веществ (30,25 мг/л) с концентрацией в сточных водах предприятия (25,25 мг/л) свидетельствует о необходимости



сти улучшения очистки. Поэтому ПДС для взвешенных веществ

$$\text{ПДС} = q \cdot C_{\text{ст}} = 200 \cdot 30,25 = 6050 \text{ г/ч.} \quad (18)$$

2. Определим предельно допустимый сброс сточных вод по показателю БПК_п. Учитывая категорию водопользования, биохимическое потребление кислорода в сточной воде не должно превышать 3 мг/л, что указывает на необходимость улучшения очистки сточных вод, поскольку в сточной воде предприятия БПК_п равно 20 мг/л. Для этого показателя

$$\text{ПДС} = 200 \cdot 3 = 600 \text{ г/ч.}$$

3. Определим ПДС для цинка, хрома и ионов железа. Для соблюдения ПДК, учитывая, что цинк, хром и железо нормируются по санитарно-токсикологическому показателю вредности, определим сумму

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3}{\text{ПДК}_3} = \frac{0,4}{1,0} + \frac{1,4}{0,1} + \frac{1}{0,5} = 16,4. \quad (19)$$

которая должна быть не менее 1, но фактически превышает ее в 16,4 раза. Поэтому установим дополнительную очистку для каждого вещества и найдем предельное значение в сточной воде концентрации цинка $C_{\text{Zn}} = 0,3$ мг/л, хрома $C_{\text{Cr}} = 0,02$ мг/л и ионов железа $C_{\text{Fe}} = 0,25$ мг/л.

Проверим сумму отношений концентраций загрязняющих веществ:

$$\frac{0,3}{1,0} + \frac{0,02}{0,1} + \frac{0,25}{0,5} = 1,$$

т. е. предельные значения концентраций цинка, хрома и ионов железа найдены правильно.

4. На основании установленных расчетом значений предельно допустимых концентраций цинка, хрома и ионов железа определим ПДС для каждого загрязняющего вещества:

$$\text{для цинка: ПДС} = 200 \cdot 0,3 = 60 \text{ г/ч;}$$

$$\text{для хрома: ПДС} = 200 \cdot 0,02 = 4 \text{ г/ч;}$$

$$\text{для ионов железа: ПДС} = 200 \cdot 0,25 = 50 \text{ г/ч.}$$

Вывод: ПДС для взвешенных веществ равен 6050 г/ч; по показателю БПК_п ПДС = 600 г/ч; для цинка – 60 г/ч; для хрома – 4 г/ч и для ионов железа – 50 г/ч.



5. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

В этом подразделе освещаются следующие вопросы:

- Прогнозирование возможных ЧС на анализируемом объекте;
- Анализ сценариев;
- Управление объектом в ЧС;
- Защита населения и работающих;
- Ликвидация последствий ЧС;
- Определение остаточных последствий;
- Разработка мероприятий, повышающих устойчивость объекта в ЧС.

Задача 6. Оценка зон теплового воздействия при горении зданий и др. промышленных объектов (Исходные данные для расчета задачи 6 приведены в прил. 7).

Пример задачи.

Исходные данные для расчета:

№ варианта	Характеристика горящего промышленного объекта				Характеристика объекта или вещества подверженного тепловому воздействию
	Деревянное здание		Резервуар с нефтепродуктами		
	высота	длина	диаметр	вещество	
31	9	180	16	бензин	Безопасное нахождение людей

Решение:

Расчет протяженности зон теплового воздействия R , м, при горении зданий и промышленных объектов производится по формуле:

$$R = 0,282R \cdot \sqrt{\frac{q^{соб}}{q_{кр}}},$$

где $q^{соб}$ — плотность потока собственного излучения пламени пожара, кВт/м², (табл. 10); $q_{кр}$ — критическая плотность потока излучения пламени пожара, падающего на облучаемую поверхность и приводящую к тем или иным по-



следствиям, kВт/м^2 (табл. 3.6); R — приведенный размер очага горения, м, равный: $\sqrt{l \cdot h}$ — для горящих зданий; $0,8 \cdot D_{\text{рез}}$ — для горения нефтепродуктов в резервуаре; l, h — длина и высота объекта горения, м; $D_{\text{рез}}$ — диаметр резервуара, м.

Таблица 3.6

Теплотехнические характеристики материалов и веществ

Плотность потока пламени пожара, $q^{\text{собр}}$, kВт/м^2						
Ацетон	Бензол	Бензин	Керосин	Мазут	Нефть	Древесина
1200	2500	1780–1220	1520	1300	874	260

Таблица 3.7

Критические значения плотностей потока, падающего излучения

Критические значения плотностей потока, $q_{\text{кр}}$, kВт/м^2				
Безопасное нахождение человека	возгорание древесины через 10 минут	возгорание древесины через 5 минут	возгорание ЛВЖ через 3 минуты	возгорание ГЖ через 3 минуты
1,5	14,0	17,5	35,0	41,0

Примечание: ГЖ – горючие жидкости и вещества (мазут, торф, масло и т.п.); ЛВЖ – легковоспламеняемые жидкости (ацетон, бензол, спирт).

Рассчитаем протяженность зоны теплового воздействия R , м безопасного нахождения людей при горении деревянного здания и резервуара с бензином:

При горении деревянного здания:

$$R = 0,282R \cdot \sqrt{\frac{q^{\text{собр}}}{q_{\text{кр}}}} = 0,282 \cdot \sqrt{9 \cdot 180} \cdot \sqrt{\frac{260}{1,5}} = 149,48 \text{ м.}$$

При горении резервуара с бензином:



Экологичность и безопасность работы

$$R = 0,282R * \sqrt{\frac{q^{cob}}{q_{кр}}} = 0,282 \cdot 16 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{\frac{1750}{1,5}} = 123,29 м$$



ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.0.003 — 74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. М., 1974.
2. ОСТ 39 – 022 – 85 Опасные и вредные производственные факторы на объектах нефтяной промышленности. Классификация
3. ГОСТ 17.0.01 — 76. Основные положения охраны окружающей среды. М., 1976.
4. ГОСТ 17.1.01 — 77. Гидросфера, использование и охрана вод. Основные термины и определения. М., 1977.
5. ГОСТ 17.1.5. 01 – 80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб данных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. М., 1980.
6. ГОСТ 17.2.1.02 — 76. Атмосфера, Выброс вредных веществ автомобилями, тракторами и двигателями. Термины и определения. М., 1976.
7. ГОСТ 17.2.1.01 — 76. Атмосфера. Классификация выбросов по составу. М., 1976.
8. ГОСТ 17.2.3.01 — 77. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населённых пунктов. М., 1977.
9. СанПиН 2.2.4.548 — 96, 01.10.96, ГК СЭН России. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
10. Р2.2.013 — 94, 12.07.94, ГК СЭН. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряжённости трудового процесса.
11. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. СПб.: изд-во ДЕАН, 2001.— 320 с.
12. ПБ 08 – 624 – 03 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности., М., 2003.
13. Безопасность жизнедеятельности: Безопасность технологических процессов и производств. В 2 ч. Ч.1. Охрана труда на предприятии: Учеб. пособие для студентов вузов / Под ред. проф. В.Л. Гапонова. — РГАСХМ, Ростов н/Д, 2000. — 261 с.
14. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда:



Учеб. пособие для вузов / И.П. Кукин, В.Л. Лапин, Е.А. Подгорных и др. — М.: Высш. шк., 1999. — 318 с.

15. Безопасность жизнедеятельности. Ч.3. Чрезвычайные ситуации: Учеб. пособие / Под ред. А.В. Непомнящего, Г.П. Шилякина. Таганрог: Таг. гос. радиотехн. ун-т., 1994. — 384 с.

16. Безопасность технологических процессов и производств. Расчёты: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. В.Л. Гапонова. — Рост. гос. акад. с.-х. машиностроения, Ростов н/Д, 2005. — 128 с.

17. ГОСТ 12.2.003 — 91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

18.ГОСТ 12.2.072 — 82 ССБТ. Роботы промышленные, роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности.

19. ГОСТ 12.3.003 — 75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

21. ГОСТ 12.4.011 — 89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

22. Правила пожарной безопасности. — 3-е изд. — М.: ИНФРА-М, 2001. —240 с.

23. Об охране окружающей среды : федер. закон от 2002 г. № 7 — ФЗ: изменен 5 февр. 2007 г.// Парламент. газ. — 2007, 8 февр. — № 20.

24. Мальцев В.А. Методики оценки обстановки на промышленном предприятии при чрезвычайных ситуациях: Учеб. —метод. пособие. — М., 1993.

25. Демиденко Г.П. и др. Справочник. Защита ОНХ от ОМП. — Киев: Высш. шк., 1987.

26. Шадский И.П. Чрезвычайные ситуации в промышленности: Учеб. пособие. — М., 2001.

27. ГОСТ Р 22.0.08 — 96 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Взрывы. Термины и определения. Издание официальное Госстандарт. Введен 29.05.96 № 333 — М, 1996.

28. ГОСТ Р 22.0.05 — 94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. Издание официальное Госстандарт России. Введен 26.12.95 № 362 — М, 1995.



29. ГОСТ Р 22.0.07 — 95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров. Издание официальное Госстандарт России. Введен 02.04.95 № 561 — М, 1996.

30. ГОСТ Р 22.1.02 — 95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения. Издание официальное Госстандарт России. Введен 21.12.95 № 625 — М, 1996.



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ВАРИАНТЫ ДЛЯ ЗАДАЧИ 1

№ вар.	C_1	ПДК ₁	C_2	ПДК ₂	C_3	ПДК ₃
1	12,1	20	1,4	2	3,5	6
2	0,1	0,2	3,8	5	1,2	2
3	12	20	3,4	5	0,7	1
4	0,3	0,5	5,4	6	3,9	6
5	1,5	5	17	20	3,1	4
6	0,8	5	1,9	4	4,2	5
7	4,2	6	0,06	0,1	0,1	0,2
8	8	20	1,2	2	0,7	1
9	1,4	5	0,5	1	2,3	4
10	0,09	0,1	3,1	6	1,8	5
11	1,7	2	2,3	4	2,1	5
12	0,5	1	4,7	5	1,1	2
13	3,2	6	1,1	0,2	19	20
14	2,7	4	14	20	7	10
15	1,9	5	6,3	10	2,3	4
16	0,12	0,2	2,7	5	4,3	6
17	3,4	6	4,9	5	2,2	4
18	7	10	3,9	6	3,1	5
19	3,8	5	11	20	0,15	0,2
20	3,9	5	2,5	4	3,1	6
21	5,7	6	2,2	4	4	10
22	13	20	1,7	2	3,1	5
23	3,8	5	0,8	1	1,7	4
24	2,4	4	2,7	6	0,8	1
25	1	2	2	4	14	20
26	0,6	1	3,8	5	4	6
27	2,7	6	0,18	0,2	1,5	4
28	1,8	4	18	20	3,9	5
29	2,9	5	1,8	4	0,1	0,2
30	0,16	0,2	3,4	5	18	20



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ВАРИАНТЫ ДЛЯ ЗАДАЧИ 2

№ п/п	Коэф. запаса мощности, K	Наимен. освещ. E , лк	Высота установки светил., h , см	Расст. от проекции оси светильника, a , см	№ п/п	Коэф. запаса мощности, K	Наимен. освещ. E , лк	Высота установки светил., h , см	Расст. от проекции оси светильника, a , см
1	1,5	220	35	24	16	1,3	300	30	17
2	1,7	225	35	18	17	1,5	800	30	14
3	1,5	550	30	25	18	1,7	500	25	13
4	1,7	400	30	13	19	1,3	400	30	12
5	1,7	700	35	7	20	1,3	200	40	34
6	1,5	100	25	28	21	1,7	150	30	30
7	1,5	150	30	18	22	1,3	100	200	1,8
8	1,3	200	30	25	23	1,5	100	300	1,6
9	1,7	300	20	17	24	1,5	200	40	24
10	1,5	400	18	35	25	1,3	300	28	9
11	1,5	200	30	16	26	1,3	200	37	10
12	1,7	500	30	25	27	1,3	400	30	13
13	1,3	400	20	17	28	1,5	300	40	12,5
14	1,7	150	20	19	29	1,5	200	30	13,5
15	1,5	200	35	15	30	1,3	150	30	25



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ВАРИАНТЫ ДЛЯ ЗАДАЧИ 3

№ п/п	Размеры помещения, м			Коэффициент отражения, %		Коэффициент запаса, К	$\lambda = \frac{L}{h}$	$h_{св},$ м	$h_{р.п.},$ м	Освещенность, Е, лк	Светильник	
	А	В	Н	ρ_n	ρ_c						тип	ИС
1	12	18	6	50	30	1,3	0,5	0,5	1,5	500	ЛСП02	ЛЛ
2	10	15	6	50	30	1,3	0,5	0,5	1,5	500	ЛСП02	ЛЛ
3	12	24	12	50	30	1,7	0,8	0,6	1,0	100	РСР05	ДРЛ
4	14	26	12	30	10	1,7	0,4	0,6	1,0	200	РСР05	ДРЛ
5	12	12	8	70	50	1,3	0,5	0,5	1,5	200	ЛСП02	ЛЛ
6	12	18	5	30	10	1,5	1	0,4	1,6	100	ПВЛМ	ЛЛ
7	20	20	8	70	50	1,3	0,5	0,5	1,5	200	ЛСП02	ЛЛ
8	18	30	9	50	30	1,7	0,9	0,6	1,4	200	РСР05	ДРЛ
9	20	32	6	30	10	1,3	1,2	0,8	1,2	100	ЛСП02	ЛЛ
10	22	28	8	50	30	1,3	0,5	0,7	1,3	150	ПВЛМ	ЛЛ
11	20	15	8	30	10	1,3	0,4	0,5	1,5	220	НСР09	ЛН
12	20	34	9	50	30	1,7	0,8	0,6	1,4	400	РСР05	ДРЛ
13	20	38	8	70	50	1,7	0,9	0,5	1,5	300	РСР05	ДРЛ



14	12	12	6	70	50	1,6	0,7	0,7	1,3	150	НСП09	ЛН
15	15	15	6	50	30	1,6	1,2	0,6	1,4	150	ВЗГ20	ЛН
16	24	30	8	30	10	1,5	0,8	0,7	1	150	РСП05	ДРЛ
17	25	35	8	30	10	1,5	0,8	0,7	1	150	РСП05	ДРЛ
18	24	36	12	30	10	1,5	0,8	0,5	1,5	100	РСП05	ДРЛ
19	20	30	12	30	10	1,5	0,8	0,5	1,5	100	РСП05	ДРЛ
20	40	15	6	70	50	1,4	1,44	0,6	1,4	200	НСП09	ЛН
21	12	34	9	30	10	1,3	0,4	0,6	1,4	250	ЛСП02	ЛЛ
22	22	44	6	30	10	1,7	0,9	0,6	1	100	ЛСП02	ЛЛ
23	12	18	12	70	50	1,4	0,8	0,5	2	200	РСП05	ДРЛ
24	10	15	12	70	50	1,4	0,4	0,5	1,5	200	НСП09	ЛН
25	12	18	8	30	10	1,4	0,5	0,5	1,5	150	ЛСП02	ЛЛ
26	15	20	8	30	10	1,4	0,53	0,3	1,7	200	ЛСП02	ЛЛ
27	10	15	8	70	50	1,6	0,4	0,5	1,5	100	ЛСП02	ЛЛ
28	24	46	12	50	30	1,7	0,8	0,6	1	200	РСП05	ДРЛ
29	26	48	12	50	30	1,7	0,8	0,6	1	100	РСП05	ДРЛ
30	30	56	12	50	30	1,7	0,8	0,6	1	200	РСП05	ДРЛ



ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ВАРИАНТЫ ДЛЯ ЗАДАЧИ 4

Вариант	k , коэф фици ци- ент наде жно- сти	Мощ- ность транс- форма- тора, для опреде- ления $Z_T/3$, кВ А	P_{Σ} , мощ- ность электро Двига- теля, Вт	l , длина прово- да в преде- лах участ- ка, м	U_{ϕ} , фазное напря- жение, В	D , диа- метр про- вода в под- под- водя- щем кабе- ле, м	$\rho_{\text{пров}}$, удельное сопротив- ление алюминие- вого про- водника, Ом·м	$\rho_{\text{ст.}}$, удель- ное сопро- тивле- ние стали, Ом·м	Нулевой проводник	Примеча- ние, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3	25	$15 \cdot 10^3$	50	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{\text{тр.}} = \frac{\pi}{4} (D^2_{\text{ТР.}} - d^2_{\text{ТР.}})$	$D = 5 \cdot 10^{-3}$ $d = 4,5 \cdot 10^{-3}$
2	3	30	$25 \cdot 10^3$	45	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_n = a \cdot b$	$a = 5 \cdot 10^{-3}$ $b = 12 \cdot 10^{-3}$
3	3	40	$10 \cdot 10^3$	20	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{\text{пр.}} = c^2$	$c = 6 \cdot 10^{-3}$
4	3	50	$5 \cdot 10^3$	15	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{\text{пр.}} = \frac{\pi}{4} (D^2_{\text{ТР.}} - d^2_{\text{ТР.}})$	$D = 6 \cdot 10^{-3}$ $d = 5 \cdot 10^{-3}$



Экологичность и безопасность работы

5	3	63	$20 \cdot 10^3$	25	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_n = a \cdot b$	$a=6 \cdot 10^{-3}$ $b=14 \cdot 10^{-3}$
6	3	100	$35 \cdot 10^3$	10	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{np.} = c^2$	$c=7 \cdot 10^{-3}$
8	3	250	$30 \cdot 10^3$	40	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_n = a \cdot b$	$a=8 \cdot 10^{-3}$ $b=16 \cdot 10^{-3}$
9	3	320	$25 \cdot 10^3$	35	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{np.} = c^2$	$c=8 \cdot 10^{-3}$
10	3	400	$10 \cdot 10^3$	65	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{mp.} = \frac{\pi}{4} (D^2_{TP.} - d^2_{TP.})$	$D=10 \cdot 10^{-3}$ $d=8,2 \cdot 10^{-3}$
11	3	560	$5 \cdot 10^3$	12	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_n = a \cdot b$	$a=9 \cdot 10^{-3}$ $b=18 \cdot 10^{-3}$
12	3	630	$20 \cdot 10^3$	31	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{np.} = c^2$	$c=9 \cdot 10^{-3}$
13	3	750	$35 \cdot 10^3$	60	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{mp.} = \frac{\pi}{4} (D^2_{TP.} - d^2_{TP.})$	$D=12 \cdot 10^{-3}$ $d=9,9 \cdot 10^{-3}$
14	3	1000	$30 \cdot 10^3$	42	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_n = a \cdot b$	$a=10 \cdot 10^{-3}$ $b=20 \cdot 10^{-3}$
15	3	25	$15 \cdot 10^3$	17	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{np.} = c^2$	$c=10 \cdot 10^{-3}$
16	3	30	$25 \cdot 10^3$	24	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{mp.} = \frac{\pi}{4} (D^2_{TP.} - d^2_{TP.})$	$D=14 \cdot 10^{-3}$ $d=11,5 \cdot 10^{-3}$



Продолжение прил. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	3	40	$10 \cdot 10^3$	39	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_n = a \cdot b$	$a=11 \cdot 10^{-3}$ $b=22 \cdot 10^{-3}$
18	3	50	$5 \cdot 10^3$	48	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{np.} = c^2$	$c=11 \cdot 10^{-3}$
19	3	63	$20 \cdot 10^3$	11	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{mp.} = \frac{\pi}{4} (D^2_{TP.} - d^2_{TP.})$	$D=16 \cdot 10^{-3}$ $d=13,2 \cdot 10^{-3}$
20	3	100	$35 \cdot 10^3$	62	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_n = a \cdot b$	$a=12 \cdot 10^{-3}$ $b=25 \cdot 10^{-3}$
21	3	160	$15 \cdot 10^3$	23	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{np.} = c^2$	$c=12 \cdot 10^{-3}$
22	3	250	$25 \cdot 10^3$	51	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{mp.} = \frac{\pi}{4} (D^2_{TP.} - d^2_{TP.})$	$D=18 \cdot 10^{-3}$ $d=15 \cdot 10^{-3}$
23	3	320	$10 \cdot 10^3$	5	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_n = a \cdot b$	$a=13 \cdot 10^{-3}$ $b=30 \cdot 10^{-3}$
24	3	400	$5 \cdot 10^3$	13	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{np.} = c^2$	$c=14 \cdot 10^{-3}$
25	3	560	$20 \cdot 10^3$	56	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{mp.} = \frac{\pi}{4} (D^2_{TP.} - d^2_{TP.})$	$D=20 \cdot 10^{-3}$ $d=17 \cdot 10^{-3}$



26	3	630	$35 \cdot 10^3$	9	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_n = a \cdot b$	$a = 18 \cdot 10^{-3}$ $b = 35 \cdot 10^{-3}$
27	3	750	$30 \cdot 10^3$	21	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{np.} = c^2$	$c = 15 \cdot 10^{-3}$
28	3	1000	$15 \cdot 10^3$	34	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{mp.} = \frac{\pi}{4} (D^2_{TP.} - d^2_{TP.})$	$D = 22 \cdot 10^{-3}$ $d = 18,8 \cdot 10^{-3}$
29	3	63	$10 \cdot 10^3$	46	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_n = a \cdot b$	$a = 20 \cdot 10^{-3}$ $b = 40 \cdot 10^{-3}$
30	3	400	$5 \cdot 10^3$	8	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{np.} = c^2$	$c = 16 \cdot 10^{-3}$



ПРИЛОЖЕНИЕ 5

СОПРОТИВЛЕНИЕ ОДНОЙ ОБМОТКИ ТРАНСФОРМАТОРА

Мощность трансформатора, кВ А	$Z_T/3$, Ом	Мощность трансформатора, кВ А	$Z_T/3$, Ом
25	1,037	250	0,104
30	1,11	320	0,0847
40	0,649	400	0,060
50	0,722	560	0,071
63	0,412	630	0,040
100	0,266	750	0,0364
160	0,162	1000	0,042



ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ВАРИАНТЫ ДЛЯ ЗАДАЧИ 5

№ вар-та	Объем сточных вод, q , $\text{м}^3/\text{ч}$	Состав сточных вод, мг/л									
		Содерж. взв. вещ.	C_b	БПК _п		Zn		Cr		Fe	
				$C_{\text{БПК}}$	ПДК	C_{Zn}	ПДК	C_{Cr}	ПДК	C_{Fe}	ПДК
1	200	30	25	20	3	0,4	1,0	1,4	0,1	1	0,5
2	300	40	33	24	3	2,9	1,0	0,8	0,1	1,5	0,5
3	400	50	26	32	3	1,4	1,0	2,7	0,1	2,0	0,5
4	500	60	48	40	3	3,8	1,0	5,1	0,1	2,5	0,5
5	600	70	49	52	3	12,6	1,0	9,0	0,1	3,0	0,5
6	700	80	51	60	3	7,2	1,0	3,4	0,1	3,5	0,5
7	800	90	39	72	3	2,3	1,0	8,5	0,1	4,0	0,5
8	900	100	60	80	3	0,9	1,0	2,7	0,1	4,5	0,5
9	1000	120	87	90	3	4,4	1,0	4,1	0,1	5,0	0,5
10	1200	130	75	96	3	9,1	1,0	8,2	0,1	5,5	0,5
11	1300	140	36	46	3	6,5	1,0	0,64	0,1	6,0	0,5
12	1400	75	94	66	3	3,4	1,0	3,2	0,1	0,4	0,5
13	1500	85	35	120	3	0,2	1,0	1,3	0,1	1,7	0,5



Экологичность и безопасность работы

14	1600	95	84	48	3	1,8	1,0	0,4	0,1	0,3	0,5
15	1700	54	42	54	3	2,4	1,0	0,9	0,1	2,7	0,5
16	350	30	25	20	3	2,9	1,0	0,8	0,1	1,5	0,5
17	650	40	33	24	3	1,4	1,0	2,7	0,1	2,0	0,5
18	750	50	26	32	3	3,8	1,0	5,1	0,1	2,5	0,5
19	850	60	48	40	3	12,6	1,0	9,0	0,1	3,0	0,5
20	950	70	49	52	3	7,2	1,0	3,4	0,1	3,5	0,5
21	1100	80	51	60	3	2,3	1,0	8,5	0,1	4,0	0,5
22	1150	90	39	72	3	0,9	1,0	2,7	0,1	4,5	0,5
23	1250	100	60	80	3	4,4	1,0	4,1	0,1	5,0	0,5
24	1350	120	87	90	3	9,1	1,0	8,2	0,1	5,5	0,5
25	1450	130	75	96	3	6,5	1,0	0,6	0,1	6,0	0,5
26	1550	140	36	46	3	3,4	1,0	3,2	0,1	0,4	0,5
27	1650	75	94	66	3	0,2	1,0	1,3	0,1	1,7	0,5
28	1750	85	35	120	3	1,8	1,0	0,4	0,1	0,3	0,5
29	1850	95	84	48	3	2,4	1,0	0,9	0,1	2,7	0,5
30	1900	54	42	54	3	9,1	1,0	4,1	0,1	2,5	0,5



ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ВАРИАНТА ДЛЯ ЗАДАЧИ 6

№ варианта	Характеристика горящего промышленного объекта				Характеристика объекта или вещества подверженного тепловому воздействию
	Деревянное здание		Резервуар с нефтепродуктами		
	Высота, м	Длина, м	Диаметр, м	вещество	
1	8	80	15	ацетон	Безопасное нахождение людей
2	10	90	25	мазут	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
3	12	60	20	нефть	возгорание ГЖ через 3 минуты
4	16	75	16	керосин	возгорание древесины через 5 минут
5	12	100	18	бензин	возгорание древесины через 10 минут
6	10	120	21	бензол	Безопасное нахождение людей
7	9	90	25	ацетон	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
8	12	85	22	керосин	возгорание ГЖ через 3 минуты
9	10	95	20	мазут	возгорание древесины через 5 минут
10	8	120	12	нефть	возгорание древесины через 10 минут



Экологичность и безопасность работы

11	9	110	10	керосин	Безопасное нахождение людей
12	12	90	14	бензин	возгорание ГЖ через 3 минуты
13	8	150	20	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
14	9	130	24	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты
15	10	90	20	бензин	возгорание древесины через 5 минут
16	8	100	15	мазут	возгорание древесины через 10 минут
17	6	120	21	нефть	Безопасное нахождение людей
18	12	90	12	керосин	возгорание древесины через 5 минут
19	10	160	10	бензин	Безопасное нахождение людей
20	15	100	15	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
21	12	140	24	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты



Окончание прил. 7

№ варианта	Характеристика горящего промышленного объекта				Характеристика объекта или вещества подверженного тепловому воздействию
	Деревянное здание		Резервуар с нефтепродуктами		
	Высота, м	Длина, м	Диаметр, м	вещество	
22	10	120	22	нефть	возгорание древесины через 5 минут
23	8	140	16	мазут	возгорание древесины через 10 минут
24	9	105	15	нефть	Безопасное нахождение людей
25	10	80	18	керосин	возгорание древесины через 10 минут
26	12	160	20	бензин	Безопасное нахождение людей
27	10	85	24	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
28	8	100	28	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты
29	9	140	26	бензол	возгорание древесины через 5 минут
30	10	110	18	керосин	возгорание древесины через 10 минут
31	9	180	16	бензин	Безопасное нахождение людей