

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт Машиностроения

(институт, факультет)

Управление промышленной и экологической безопасностью

(кафедра)

20.03.01 «Техносферная безопасность»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(наименование профиля, специализации)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Безопасность технологического процесса электроснабжения цеха
по производству циклогексанона ПАО «КуйбышевАзот»

Студент(ка)

А.Д. Липовец

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Резникова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

д.п.н, профессор Л.Н. Горина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2018г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

При написании бакалаврской работы на тему «Безопасность технологического процесса электроснабжения цеха по производству циклогексанона ОАО «КуйбышевАзот» были решены все поставленные перед студентом задачи, изложенные в заданных теме работы и её содержании, по всем пунктам которого представлен анализ существующей ситуации и в необходимых случаях даны рекомендации по её улучшению.

Цель – обеспечение безопасности технологического процесса электроснабжения цеха по производству циклогексанона ПАО «КуйбышевАзот».

Согласно задачам работы, в ней представлены для дальнейшего обсуждения и возможного внедрения два существенных новшества для объекта исследования. Первое касается непосредственно темы работы и заключается во введении дистанционного контроля состояния электродвигателей, заключающегося в выводе на специальный монитор в режиме реального времени получаемых от соответствующих бесконтактных датчиков значений рабочих токов электродвигателей и токов утечек, сравнении их с номинальными и выдаче соответствующих сообщений.

Вторая новинка направлена на улучшение экологической ситуации. Поскольку основной урон окружающей среде в настоящее время причиняется не при производстве химических веществ, а в течение очень длительного времени их утилизации, предлагается законодательно обязать производителей материалов при их производстве в качестве части исходного сырья использовать вторичные ресурсы.

Бакалаврская работа выполнена на 59 листах пояснительной записки, содержащей 14 таблиц и 9 иллюстраций, а также 10 листов графической части, были использованы 27 источников.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Характеристика производственного объекта	7
1.1 Расположение	7
1.2 Производимая продукция.....	7
1.3 Технологическое оборудование.....	8
1.4 Виды выполняемых работ	10
2 Технологический раздел.....	11
2.1 План размещения основного технологического оборудования	11
2.2 Описание технологической схемы	12
2.3 Анализ производственной безопасности на участке	16
2.4 Анализ средств защиты работающих.....	17
2.5 Анализ травматизма на производственном объекте	18
3 Мероприятия по снижению опасных и вредных производственных факторов, по обеспечению безопасных условий труда	21
3.1 Разработка мероприятий по снижению опасных и вредных производственных факторов, по обеспечению безопасных условий труда ...	21
3.2 Результаты разработки мероприятий по снижению опасных и вредных производственных факторов, по обеспечению безопасных условий труда ...	21
4 Научно-исследовательский раздел	23
4.1 Выбор объекта исследования, обоснование	23
4.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения безопасности	24
4.3 Предлагаемое техническое изменение.....	28
4.4 Выбор технического решения.....	31
5 Охрана труда.....	33
5.1 Документированная процедура по охране труда.....	33
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	37
6.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду	37

6.2	Возможные способы снижения антропогенного влияния на природу	41
6.3	Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000	42
7	Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	45
7.1	Анализ возможных аварийных ситуаций на данном объекте	45
7.2	Разработка планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах.....	46
7.3	Планирование на предприятии действий по предупреждению и ликвидации ЧС, а также мероприятий гражданской обороны.....	47
7.4	Распределение и эвакуация из зон ЧС.....	48
7.5	Ведение поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ в соответствии с размером и характером деятельности организации.....	49
7.6	Использование средств индивидуальной защиты в случае угрозы или возникновения аварийной или чрезвычайной ситуации.....	49
8	Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	51
8.1	Разработка плана мероприятий по улучшению условий труда, охраны труда и промышленной безопасности	51
8.2	Расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на ОСС	51
8.3	Оценка снижения травматизма и профессиональной заболеваемости	53
8.4	Оценка снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам организации за вредные и опасные условия труда.....	54
8.5	Оценка производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда в организации	54
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	56

ВВЕДЕНИЕ

По данным МЧС России почти треть всех пожаров в стране возникает в результате нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов, иначе говоря, по причине возгорания электропроводки или электропотребляющих устройств [1].

Глобальный перегрев проводников по всей длине означает чаще всего изначально неправильный расчёт сечения проводника или существенное старение его изоляции в результате нахождения в агрессивной среде. Локальный перегрев проводников помимо ошибок в проектировании может стать следствием неправильного монтажа: перегибов проводников, их перетирания при соприкосновении с движущимися частями оборудования или разбалтывания электрических соединений в результате вибрации, действия других переменных нагрузок, например, ветра и т.д.

Но чаще всего из всех электрических причинами пожаров являются искрение в местах контакта либо горение электрической дуги на каком-либо элементе электрической цепи. Увидеть предпосылки будущего пожара, когда практически вся электрическая проводка и другие элементы электрических цепей расположены в закрытых для взгляда местах, бывает весьма затруднительно. Применительно к химическим производствам, тем более взрывоопасным, к числу которых относится и производство циклогексанона, это особенно имеет место, так как с целью минимизации контакта электрических цепей с взрывоопасной атмосферой их прячут в герметичные монтажные и распределительные каналы, лотки, щиты и другие устройства.

12 марта прошлого года на двух установках по переработке циклогексана на «КуйбышевАзоте» произошёл пожар, который заставил поволноваться почти весь город. Возгорание произошло на открытой площадке. Площадь пожара составила всего 500 квадратных метров, однако ему был присвоен самый высокий третий уровень сложности.

Помимо угрозы возникновения пожара или взрыва любое нарушение в

электроснабжении химического производства может привести к не менее страшным последствиям. Кроме откровенно вредных и опасных для людей аварий, сопровождающихся попаданием химикатов в окружающую среду, любая остановка непрерывного химического производства может послужить причиной для безвозвратной потери не только всего материала, не закончившего полный технологический цикл, но и всего материала, который ещё не отграничился от технологической цепочки и содержится в последнем резервуаре, куда в результате аварии попадает небольшое количество до конца неочищенного или необработанного материала, как в поговорке про ложку дёгтя в бочке мёда, либо который в результате прекращения охлаждения, нагрева, перемешивания превращается в несоответствующую итоговым требованиям субстанцию.

Хуже всего (за исключением человеческих жертв и вреда природе), когда в результате остановки химического процесса из-за проблем с электроснабжением приходят в негодность целые секции технологической цепочки, например, из-за загустения в них реагента, отложения осадков и т.д. Бывают случаи, когда после минутного отключения электричества надо прочищать или вовсе демонтировать и заменять новыми существенные участки гидравлической части химической установки, снова после этого запускать и налаживать непрерывный технологический процесс, что может растягиваться на несколько недель и приводить к колоссальным убыткам.

Дистанционное отслеживание состояния элементов электрических цепей в режиме текущего времени является очень важным способом предотвращения любых аварий на химическом производстве. Развитие систем электроснабжения, возрастание требований к надёжности работы таких систем в совокупности с изменением самих электропотребителей ставят перед нынешними инженерами задачу внедрение устройств контроля потребления электроэнергии на базе современной компьютерной техники.

1 Характеристика производственного объекта

1.1 Расположение

Цех производства циклогексанона ПАО «КуйбышевАзот» расположен на территории промышленной площадки названного предприятия в Северном промузле Центрального района г.Тольятти. Этот цех № 35 занимает площадь 2,5 га, на которой расположено всё оборудование, непосредственно участвующее в технологическом процессе. Оно находится как на открытой площадке, так и в корпусах.

Электрооборудование цеха включает в себя электродвигатели насосов, вентиляционных установок, запорной арматуры, осветительные приборы. Подвод электрической энергии к указанным потребителям осуществляется из технологической подстанции (ТП), расположенной в отдельно стоящем здании в непосредственной близости от цеха. В помещении ТП находится трансформаторная подстанция, снижающая электрическое напряжение с 10 кВ до 0,4 кВ, а также распределительные и защитные устройства.

1.2 Производимая продукция

Циклогексанон (ЦГН) – органическое соединение, типичный кетон, то есть вещество, в молекуле которого карбонильная группа $=C=O$ связана с двумя углеводородными радикалами R (в данном случае это двухвалентный радикал CH_2) Хим. формула циклогексанона $C_6H_{10}O$. По физическим свойствам бесцветная маслянистая жидкость с запахом мяты и ацетона. Применяется в основном для производства капролактама, из которого делают капрон, другие эластичные (упругие) полимеры и твёрдые пластмассы.

Циклогексанон в промышленных масштабах получают в результате реакции окисления циклогексана C_6H_{12} в присутствии катализатора при температуре 140 °С–160 °С и давлении 1 МПа–1,5 МПа, либо путём гидрирования фенола C_6H_5OH в газовой фазе водорода H_2 при 120 °С–140 °С и давлении 0,3 МПа также в присутствии катализатора. На

«КуйбышевАзоте» применяют второй метод. При этом помимо ЦГН получается циклогексанол (ЦГЛ), который надо ещё потом дегидрировать.

1.3 Технологическое оборудование

Цех № 35 «КуйбышевАзота» состоит из следующих отделений:

- 1) окисления ЦГН и ректификации окисленных продуктов;
- 2) дегидрирования ЦГЛ;
- 3) подготовки сырья и выдачи полуфабрикатов и готовых продуктов;
- 4) очистки газов после окисления;
- 5) сбора и утилизации стоков;
- 6) компрессии;
- 7) высотного выхлопа;
- 8) отделения для персонала с пультами управления.

Основное химическое оборудование, расположенное в цехе №35 в порядке технологической цепи следующее:

- 1) колонна ЦГН с тарелками (сосуд $D=1,6$ м, $H=31$ м);
- 2) конденсатор ЦГН (батарея из трубок $20 \times 2 \times 2000$ мм);
- 3) испаритель ЦГН, ЦГЛ (батарея из трубок $25 \times 2 \times 3000$ мм);
- 4) разделяющий сосуд (сосуд $D=1$ м, $L=3$ м);
- 5) колонна ректификации (сосуд $D=3,6/4,5$ м, $H=35$ м);
- 6) испаритель ЦГН, ЦГЛ (батарея из трубок $25 \times 2 \times 4000$ мм);
- 7) конденсатор ЦГН (батарея из трубок $20 \times 2 \times 1500$ мм);
- 8) колонна ректификации (сосуд $D=5,2$ м, $H=43$ м);
- 9) испаритель ЦГН, ЦГЛ (батарея из трубок $25 \times 2 \times 4000$ мм);
- 10) конденсатор ЦГН+спирты (батарея из трубок $20 \times 2 \times 1500$ мм);
- 11) сборник ЦГН+спирты (сосуд $D=2,4$ м, $L=4,3$ м);
- 12) колонна перегонки спиртов (сосуд $D=3,6/4,5$ м, $H=35$ м);
- 13) испаритель ЦГН, ЦГЛ (батарея из трубок $25 \times 2 \times 4000$ мм);
- 14) конденсатор спиртов (батарея из трубок $20 \times 2 \times 1500$ мм);

- 15) сборник спиртов (сосуд $D=2,4$ м, $L=4,0$ м);
- 16) колонна ректификации (сосуд $D=2,6/3,2/3,6$ м, $H=32$ м);
- 17) испаритель ЦГН, ЦГЛ (батарея из трубок $25 \times 2 \times 3000$ мм);
- 18) конденсатор ЦГН (батарея из трубок $20 \times 2 \times 4000$ мм);
- 19) сборник ЦГН (сосуд $D=2,4$ м, $H=4,3$ м);
- 20) колонна ректификации (сосуд $D=2,0/0,8$ м, $H=13$ м);
- 21) испаритель ЦГЛ+масла (батарея из трубок $25 \times 2 \times 3000$ мм);
- 22) конденсатор ЦГЛ (батарея из трубок $20 \times 2 \times 3000$ мм);
- 23) сборник ЦГЛ (сосуд $D=1$ м, $H=3,5$ м);
- 24) колонна отгонки ЦГЛ (сосуд $D=2,0$ м, $H=31$ м);
- 25) конденсатор ЦГЛ (батарея из трубок $25 \times 2,5 \times 3000$ мм);
- 26) сборник ЦГЛ на омыление (сосуд $D=2,0$ м, $L=2,0$ м).

Всё указанное оборудование схематично изображено на рисунке 1, на котором самые крупные элементы цепочки – колонны – обозначены как вертикальные сосуды, подкрашенные серым, конденсаторы схематично изображены как квадраты, а испарители как сосуды с входящими и выходящими безымянными стрелками, символизирующими перегретый пар.

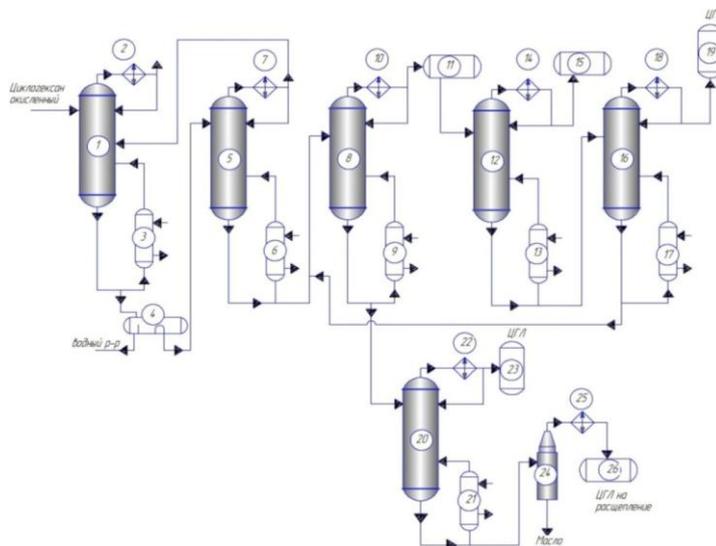


Рисунок 1 – Технологическая цепочка переработки циклогексанона

Работу всех названных и неназванных элементов химического производства в нашем цехе обеспечивают множество электродвигателей, практически весь состав, который помещён в таблицу 1.

Таблица 1 – Перечень электродвигателей цеха циклогексанона

Наименование электрооборудования	Кол-во	Мощность, кВт	Примечание
Насос центробежный 1ЦГ-15/60-К-4-3	5	4,0	Трёхфазный асинхронный
Насос центробежный симга 33СНУ-200-0,3	5	6,6	То же
Насос 1Ц-Г-25/50-К-5,5-3	5	5,5	«»
Насос Ц-НГ-69	5	16	«»
Центробежный фирмы «Клаус»	5	5,5	«»
Насос 1Ц-Г-100/80-К-45-5	5	1,9	«»
Насос центробежный «Сигматулла»	5	1,9	«»
Насос центробежный 1Ц-Г-15/60-К-4-3	5	11	«»
Насос центробежный симга 33С-Н-У-200-0,3	25	2,8	«»
Насос 1Ц-Г-25/50-К-5,5-3	5	40	«»
Газодувка «Шили»	5	30	«»
Вакуумный насос ВКС-15/60-0,2	5	15	«»
Вентилятор Ц-9-55 №12, №13	2	25	«»
Вентилятор Ц-10-52 №8	3	10	«»
Вентилятор Ц-9-45 №7	5	4,5	«»
Вентилятор Ц-7-57 №4	3	0,6	«»
Вентилятор Ц-10-52 №3	2	1,0	«»
Вентилятор Ц-16-40 №8	4	5,5	«»
Вентилятор Ц-12-58 №6	1	10	«»
Вентилятор Ц-12-45 №3	2	1,7	«»
Вентилятор Ц-12-40 №3	3	1,7	«»
Вентилятор Ц-7,5 №6	1	4,5	«»
Вентилятор Ц-4-80 №3	1	0,25	«»
Вентилятор Ц-4-60 № 4	1	0,5	«»

Необходимо отметить, что в цехе № 35 «КуйбышевАзота» пять установок переработки ЦГН. Одновременно работают не более четырёх, тогда как пятая находится в стадии выгрузки продукции, загрузки материалов и подготовки к следующему десятидневному технологическому циклу или на планово-предупредительном ремонте.

1.4 Виды выполняемых работ

Обслуживанием электрического оборудования на «КуйбышевАзоте» занимается энергетическое производство (ЭП). Электромонтёр по обслуживанию и ремонту электрооборудования традиционно выполняет монтаж и демонтаж, пуско-наладку и регулировку электрооборудования, его регулярное обслуживание и плановый ремонт.

2 Технологический раздел

2.1 План размещения основного технологического оборудования

Общее количество электропотребляющих устройств, перечисленных выше в таблице 1, составляет 108 единиц. Общая мощность всех указанных потребителей составляет 928 кВт. Как уже было написано выше, из пяти установок одновременно работает только четыре. Некоторые из названных электропотребителей обслуживают весь цех целиком. В результате из числа условно силовых электродвигателей одновременно работают 88 суммарной мощностью 750 кВт.

К этому необходимо добавить с полсотни маломощных двигателей электроприводов запорной арматуры общей мощностью около 40 кВт. Из них одновременно может работать не более десятка, но чисто теоретически могут быть запущены все разом. Кроме того, освещение цеха и иное электрооборудование административно-бытового корпуса (АБК) при полном его использовании с проектными светильниками также может забирать на себя до 200 кВт.

В итоге получается, что общая единовременная электрическая нагрузка цеха циклогексанона может составлять почти 1000 кВт. Технологическая подстанция (ТП), питающая цех циклогексанона, была рассчитана на номинальную нагрузку – её мощность составляет 1000 кВА.

При этом на подстанции установлены два трансформатора, каждый из которых имеет мощность 1000 кВА. В обычном режиме они работают независимо друг от друга, так сказать, вполсилы. Каждый трансформатор имеет свой отдельный питающий фидер от первой главной понизительной подстанции ГПП-1 «КуйбышевАзота». Это две отдельные секции ТП. Наличие двух трансформаторов и двух отдельных входов в ТП обусловлено необходимостью обеспечения бесперебойной работы цеха. В случае выхода из строя одного из трансформаторов или питающего его фидера, для обслуживания или замены такой трансформатор отсоединяют с одновременным присоединением его потребителей к другому.

2.2 Описание технологической схемы

Схемы расположения электроснабжения цеха и электрическая двухсекционная ТП-1000/10/0,4 изображены ниже на рисунках 2 и 3. Само помещение ТП соответствует всем требованиям электрической и противопожарной безопасности, имеет II степень огнестойкости по СНиП 21-01-97. Оборудовано стальной противопожарной дверью (сертифицированной). В фундаменте, цокольной панели, в наружных и внутренних стенах и перегородках, для прокладки кабелей связи, кабелей электроснабжения, воздуховодов системы вентиляции имеются отверстия. Все подводящие и отходящие кабели сухие, проложены в земле. Первые напряжением 10кВ на глубине 1м...1,2 м, вторые – на 0,7м...0,8 м.

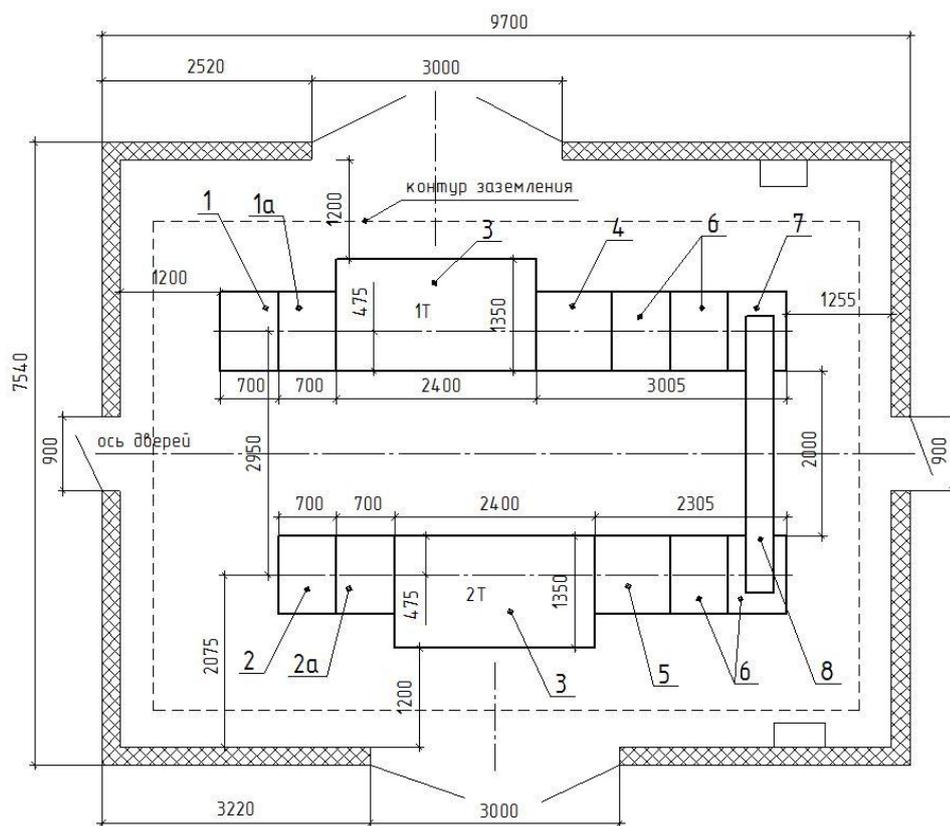


Рисунок 2 –Размещение оборудования технологической подстанции ТП-2

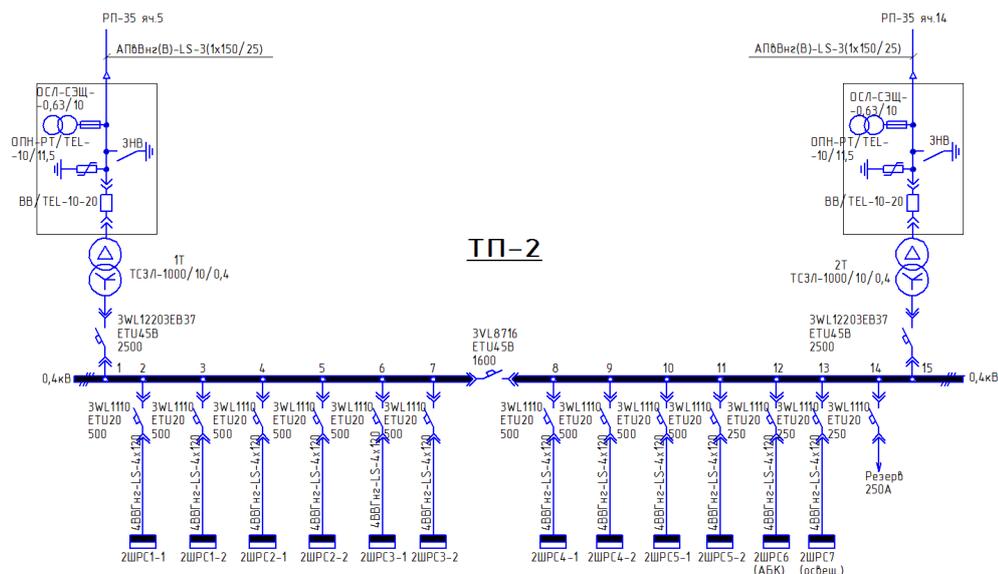


Рисунок 3 – Схема принципиальная электрическая ТП-2

На каждой установке ЦГН имеется по два распределительных силовых шкафа (ШРС), где установлены автоматические выключатели, через которые запитаны отдельные электропотребители, указанные в таблице 1, или группа таких устройств в зависимости от мощности. К каждому шкафу идёт свой кабель от ТП-2, отдельный кабель запитывает АБК.

Система планово-предупредительного ремонта (ППР) включает комплекс работ по контролю, обслуживанию и текущему ремонту. Контроль, применительно к электрооборудованию, это в основном визуальная проверка соответствия оборудования нормам Правил устройства электроустановок (ПУЭ), целостности конструкций, то есть проверка отсутствия повреждений корпусов, креплений, коррозии металлических частей, наличия сколов или трещин в изоляции, её расслоения или химического разложения, повреждения грызунами и т.д., проверка целостности приводных ремней и сальников электрических машин. В порядке контроля производятся замеры изоляции, сопротивления заземления, петли фаза-ноль и прогрузка автоматических выключателей первичным током.

Техническое обслуживание (ТО) электрооборудования это, прежде всего, его очистка от пыли и грязи и контактов от окислов, протяжка всех болтовых соединений, замена смазки в электрических машинах.

Плановый текущий ремонт заключается в замене или восстановлении отдельных деталей и узлов, срок службы которых запланировано меньше устройств, на которых они установлены, либо вышедших из строя по другим причинам. Традиционно в ходе такого ремонта подлежат замене плавкие предохранители (где они ещё сохранились), приводные ремни вентиляторов, подшипники, сальники, прокладки, розетки и выключатели и т.д.

ППР электрооборудования цеха 35 проводится чаще, чем рекомендует, например, справочник Ящура [2] со следующей периодичностью:

- ТП-2 – раз в полгода;
- ШРС – раз в квартал;
- двигатели – раз в два месяца (точнее через 60 дней).

Описание процесса ППР кратко изложено в таблице 2.

Таблица 2 – Описание технологического процесса электроснабжения цеха

Вид работ (операция).	Оборудование (оснастка, инструмент).	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Выполняемые действия (установить, проверить, включить, измерить и т.д.).
1	2	3	4
Наименование вида работ: Планово-предупредительный ремонт (ППР) технологической подстанции (ТП) и распределительных силовых шкафов (ШРС)			
Осмотр.	-	ТП и ШРС.	Осмотреть, не трогая, все элементы, в первую очередь, заземление.
Измерение напряжения, силы тока, температуры токопроводящих конструкций.	Вольтметр, клещи токовые, лазерный термометр.	Кабели и электрические аппараты ТП и ШРС.	Измерить, записать.
Отключение обслуживаемого узла.	Автоматический выключатель.	Кабели, шины и электрические аппараты ТП и ШРС.	Выключить автоматический выключатель, присоединить переносное защитное заземление.
Очистка.	Тряпка, щётка, швабра.	Кабели, шины, лотки для кабелей, корпуса шкафов электрических.	Очистить корпуса шкафов, лотков (кабель-каналов), кабели. Для ТП также трансформатор, шины и полы в помещении. Ликвидировать дефекты прилегания.
Обслуживание защитно-коммутационных аппаратов.	Ручной инструмент (отвёртки, пассатижи, ключи и головки гаечные, напильник, надфиль, нож, обжимки...)	Защитно-коммутационные аппараты (автоматические выключатели).	Осмотреть, целостность, проверить работоспособность, при необходимости заменить. Зачистить, подтянуть болты (винты) всех контактов.
Измерение сопротивления изоляции и защитного напряжения.	Мегомметр, электроизмерительный прибор для заземления.	ТП и ШРС.	Измерить, записать.
Контроль заделки проходов кабелей через стены, пол и потолок ШРС и здания материалами негорючими.	-	ТП и ШРС.	Посмотреть, пощупать, при необходимости уплотнить, заменить...
Наименование вида работ: ППР насосов и вентиляторов			
Осмотр.	-	Насосы, вентиляторы, двигатели.	Осмотреть, не трогая.
Измерение напряжения, силы тока, температуры.	Вольтметр, клещи токовые, лазерный термометр.	Кабели и корпуса.	Измерить, записать.
Отключение обслуживаемого узла.	Автоматический выключатель.	Электродвигатель.	Выключить, присоединить переносное защитное заземление.
Очистка.	Тряпка, щётка.	Кабели, корпуса.	Очистить корпуса.
Контроль вибрации.	Виброметр	Насосы, вентиляторы, двигатели.	Проверить уровень шума и вибрации (инструментом или органолептический).
Обслуживание защитно-коммутационных аппаратов.	Ручной инструмент.	Защитно-коммутационные аппараты (магнитные пускатели).	Осмотреть, целостность, проверить работоспособность. Зачистить, подтянуть болты (винты) всех контактов.
Измерение сопротивления изоляции и защитного напряжения.	Мегомметр, электроизмерительный прибор для заземления.	ТП и ШРС.	Измерить, записать.
Чистка и смазка подшипников.	Ручной инструмент.	Подшипниковые узлы двигателей, насосов и вентиляторов.	Убрать старую смазку, наполнить новой.
Замена ремней приводных	Ручной инструмент.	Вентиляционные установки	Проверить целостность, заменить.

2.3 Анализ производственной безопасности на участке

В зависимости от места выполнения таких работ и их объектов электромонтёры подвержены воздействию разных вредных и даже опасных производственных факторов, набор которых для иллюстрации в таблице 3 был частично позаимствован из Инструкции по охране труда для электромеханика и электромонтера хозяйства связи ОАО «РЖД», утверждённой распоряжением ОАО «РЖД» от 27.12.2016 № 2724р [3]. Их классификация указана в соответствии с введённым в действие с 01/03/2017 Приказом Росстандарта от 09.06.2016 № 602-ст/«ГОСТ 12.0.003-2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [4].

Таблица 3 – Идентификация опасных и вредных производственных факторов

Вид работ (операция).	Оборудование (оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Опасный и (или) вредный производственный фактор и его группы
Наименование вида работ: ППР ТП			
Осмотр.	-	ТП.	Электромагнитное поле промышленной частоты 50 Гц – физический
Наименование вида работ: ППР ТП, ШРС, насосов и вентиляторов			
Измерение напряжения, силы тока.	Вольтметр, клещи токовые.	Кабели и электрические аппараты ТП и ШРС.	Электрический ток, вызванный разницей электрических потенциалов, под действие которого может попасть работающий, включая разряд в виде дуги – физический
Очистка.	Тряпка, щётка, швабра.	Шины, лотки для кабелей, корпуса шкафов электрических.	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) – физический.
Все работы в ШРС, на насосах и вент. установках.	-	-	Повышенный уровень шума и инфразвуковых колебаний – физический.

Продолжение таблицы 3

Вид работ (операция).	Оборудование (оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Опасный и (или) вредный производственный фактор и его группы
Наименование вида работ: ППР ТП, ШРС, насосов и вентиляторов			
Все работы в ШРС, на насосах и вент. установках.	-	-	Пары химических веществ, используемых в производственной деятельности для преднамеренных технологически обусловленных химических реакций, вызывающих возникновение новых веществ и возникающих непреднамеренно в процессе производства новых химических веществ с иными химическими свойствами – химический.
Все работы в ШРС, на насосах и вент. установках.	-	-	Действие силы тяжести, могущее привести к падению твёрдых и жидких объектов на работающего или падение работающего с высоты – физический.

2.4 Анализ средств защиты работающих

Большинство из указанных выше опасных и (или) вредных факторов производства можно нивелировать полностью или уменьшить их воздействие путём использования средств индивидуальной защиты (СИЗ) или средств коллективной защиты. Трудовой кодекс Российской Федерации (ТК РФ) в статье 209 определяет такие средства как “технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения” [5].

Обязанность работодателя обеспечивать своих работников необходимыми от опасных и (или) вредных производственных факторов изложена в пятнадцати статьях ТК РФ. Например, в статье 4 запрещается принудительный труд, к которому, в частности относится работа под угрозой наказания за отказ от неё в случае необеспечения работника необходимыми СИЗ. Статья 210 относит установление порядка обеспечения работников СИЗ

к одному из основных направлений государственной политики в области охраны труда. Более подробно обязанность работодателя обеспечивать работников сертифицированными СИЗ, а последних, в свою очередь, применять их, изложена в статьях 210, 212, 214, 219 – 221 ТК РФ.

В ЭП ПАО «КуйбышеваАзот» строго соблюдают требования закона. Перечень СИЗ, выдаваемых работникам ЭП, занимающимся обслуживанием электрооборудования цеха № 35, изложен в таблице 4.

Таблица 4 – Средства индивидуальной защиты

Наименование профессии	Наименование нормативного документа	Средства индивидуальной защиты, выдаваемые работнику	Оценка выдачи/не выдачи СИЗ
Электромонтёр по обслуживанию и ремонту электрооборудования	Приказ Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 № 290н; Приказ Минтруда России от 09.12.2014 № 997н; Инструкция ОАО «КуйбышевАзот» от 12.12.2009 ОТБ-10.	Личные:	
		полукомбинезон или костюм	Выполняется
		хлопчатобумажный;	Выполняется
		ботинки кожаные или сапоги резиновые;	Выполняется
		куртка утеплённая;	Выполняется
		брюки утеплённые;	Выполняется
		каска защитная;	Выполняется
		очки защитные;	Выполняется
		перчатки с покрытием, противогаз БКФ	Выполняется
		Дежурные:	
перчатки диэлектрические;	Выполняется		
боты или галоши диэлектрические;	Выполняется		
коврик диэлектрический;	Выполняется		
пояс страховочный	Выполняется		

2.5 Анализ травматизма на производственном объекте

В Энергетическом производстве «КуйбышевАзота» за последние пять лет (2013...2017 годы) работники получили 6 зафиксированных травм. Дифференциация по анализируемым в отделе охраны труда признакам представлена в таблицах 5...7.

Таблица 5 – Продолжительность нетрудоспособности после травмы

Вид случая несчастного	Количество дней нетрудоспособности
Разрыв ахиллова сухожилия вследствие падения с лестницы	96
Ожог мягких тканей лица и руки вследствие воздействия электрической дуги	63
Закрытый перелом лодыжки без смещения вследствие падения с лестницы	45
Вывих первого пальца кисти вследствие неправильного монтажа приводного ремня	33
Повреждение связок лучезапястного сустава вследствие перенапряжения мышц	30
Ожог роговицы глаза искрой вследствие обдирки заготовки на станке без защиты глаз	13

Из этой информации можно сделать лишь один вывод – травмы, связанные с электричеством, составляют малую часть (один случай из шести) всех травм, получаемых при обслуживании электрооборудования.

Таблица 6 – Время и дата случая несчастного

Вид случая несчастного	Время и дата случая несчастного
Разрыв ахиллова сухожилия вследствие падения с лестницы	7.45 22.11.2012
Ожог мягких тканей лица и руки вследствие воздействия электрической дуги	8.20 16.06.2013
Закрытый перелом лодыжки без смещения вследствие падения с лестницы	14.00 27.10.2017
Вывих первого пальца кисти вследствие неправильного монтажа приводного ремня	14.30 13.03.2016
Повреждение связок лучезапястного сустава вследствие перенапряжения мышц	10.40 12.06.2014
Ожог роговицы глаза искрой вследствие обдирки заготовки на станке без защиты глаз	12.20 20.02.2015

Из этой информации можно сделать лишь один вывод – несчастные случаи происходят примерно одинаково в начале смены и в конце, то есть ссылаться на усталость нет оснований, а также примерно одинаково в сезоны года, может, только осенью люди менее аккуратны и более суетливы.

Таблица 7 – Возраст и стаж работы травмированных

Вид случая несчастного	Возраст и стаж работы травмированных
Разрыв ахиллова сухожилия вследствие падения с лестницы	28 лет, 0,5 года
Ожог мягких тканей лица и руки вследствие воздействия электрической дуги	48 лет, 24 года
Закрытый перелом лодыжки без смещения вследствие падения с лестницы	25 лет, 2 года
Вывих первого пальца кисти вследствие неправильного монтажа приводного ремня	56 лет, 8 лет
Повреждение связок лучезапястного сустава вследствие перенапряжения мышц	52 года, 28 лет
Ожог роговицы глаза искрой вследствие обдирки заготовки на станке без защиты глаз	46 лет, 18 лет

Из этой информации можно сделать лишь один вывод – несчастные случаи происходят примерно одинаково в разных возрастных группах, пропорционально тому, какое количество работников соответствующего возраста есть в цехе, а также никак не зависит от стажа – невнимательность и другие нарушения требований безопасного производства (трудоохраны) допускают как молодые начинающие работники, так и очень опытные.

3 Мероприятия по снижению опасных и вредных производственных факторов, по обеспечению безопасных условий труда

3.1 Разработка мероприятий по снижению опасных и вредных производственных факторов, по обеспечению безопасных условий труда

Согласно таблице 3 были разработаны мероприятия по снижению опасных и вредных производственных факторов (таблица 8), по обеспечению безопасных условий труда:

- обеспечение работника качественными СИЗ;
- проведение дополнительного инструктажа перед началом работ;
- проверка исправности работы технических средств защиты

3.2 Результаты разработки мероприятий по снижению опасных и вредных производственных факторов, по обеспечению безопасных условий труда

Всё оборудование цеха № 35 соответствует требованиям Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывоопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утверждённых приказом Ростехнадзора от 11.03.2013 № 96 [6] и требованиям Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Требования к технологическим регламентам химико-технологических производств», утверждённых приказом Ростехнадзора от 31.12.2014 № 631 [7].

Электрическое оборудование цеха № 35 соответствует требованиям Правил устройства электроустановок (ПУЭ). Однако, безопасность процесса электроснабжения цеха № 35, как звучит название настоящей работы, это не только безопасность работников, обслуживающих электрооборудование. Это, прежде всего, безопасность самого процесса обеспечения электроэнергией оборудования цеха № 35 и правильного использования этой энергии.

Таблица 8 – Мероприятие по снижению воздействия фактора и улучшению условий труда

Вид работ (операция)	Оборудование (оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Опасный и (или) вредный производственный фактор и его группы	Мероприятие по снижению воздействия фактора и улучшению условий труда
1	2	3	4	5
Наименование вида работ: ППР ТП				
Осмотр.	-	ТП.	Электромагнитное поле промышленной частоты 50 Гц – физический	Обеспечение работника качественными средствами индивидуальной защиты; проведение дополнительного (целевого) инструктажа перед началом работ; проверка исправности работы технических средства пассивной защиты
Наименование вида работ: ППР ТП, ШРС, насосов и вентиляторов				
Измерение напряжения, силы тока.	Вольтметр, клещи токовые.	Кабели и электрические аппараты ТП и ШРС.	Электрический ток, вызванный разницей электрических потенциалов, под действие которого может попасть работающий, включая разряд в виде дуги – физический	Обеспечение работника качественными средствами индивидуальной защиты; проведение дополнительного (целевого) инструктажа перед началом работ; проверка исправности работы технических средства пассивной защиты
Очистка.	Тряпка, щётка, швабра.	Шины, лотки для кабелей, корпуса шкафов электрических.	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) – физический.	Обеспечение работника качественными средствами индивидуальной защиты; проведение дополнительного (целевого) инструктажа перед началом работ; проверка исправности работы технических средства пассивной защиты
Все работы в ШРС, на насосах и вент. установках.	-	-	Повышенный уровень шума и инфразвуковых колебаний – физический.	
Все работы в ШРС, на насосах и вентиляционных установках.	-	-	Пары химических веществ, используемых в производственной деятельности для преднамеренных технологически обусловленных химических реакций, вызывающих возникновение новых веществ и возникающих непреднамеренно в процессе производства новых химических веществ с иными химическими свойствами – химический.	
Все работы в ШРС, на насосах и вент. установках.	-	-	Действие силы тяжести, могущее привести к падению твёрдых и жидких объектов на работающего или падение работающего с высоты – физический.	

4 Научно-исследовательский раздел

4.1 Выбор объекта исследования, обоснование

"Промышленная безопасность – состояние объекта, предприятия, производства, определяемое комплексом технических и организационных мер, обеспечивающее стабильность параметров технологического процесса и исключающее (или сводящее к минимуму) опасность возникновения аварийной ситуации или в случае ее возникновения предотвращается воздействие на людей вызываемых ею опасных и вредных факторов и обеспечивается сохранность материальных ценностей..." – пункт 13 приложения № 2 к Методическим указаниям по организации и осуществлению надзора за конструированием и изготовлением оборудования для опасных производственных объектов в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, утверждённым Приказом Госгортехнадзора РФ от 19.12.1997 № 221 [8].

Производство ЦГН сопровождается переработкой пожаро- и взрывоопасных и ещё и токсичных веществ (циклогексана, гексанола, гексанона), которые могут загораться при наличии источника огня и потом гореть самостоятельно. Самый страшный сценарий для цеха № 35 – это образование волны ударной взрывной вследствие разрушения колонны ЦГН с выбросом смеси всех трёх названных веществ и их взрывом в воздушной среде. Вероятность такого оценивается в миллионную долю процента.

Однако и обычный пожар – это ЧП. На первом же году эксплуатации нынешней установки ректификации ЦГН 12 марта прошлого года две из пяти установок горели вследствие утечки ЦГН в открытое пространство. Из-за чего это произошло, и почему ЦГН загорелся, вряд ли можно точно установить. Но в принципе любая подобная авария может возникнуть из-за полного отказа или некорректной работы какого-нибудь насоса или вентилятора, обеспечивающего технологический цикл.

Бывает, что и сам насос или вентилятор неожиданно разрушается, но чаще они останавливаются из-за отказа их электродвигателей.

4.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения безопасности

Ставя задачу обеспечения бесперебойной работы электродвигателей цеха № 35, необходимо разобрать возможные причины их выхода из строя. Такие причины принципиально можно разделить на две категории: механические и электрические.

К механическим относится, прежде всего, заклинивание подшипников. Грубо говоря, в одном случае из миллиона, это может быть попадание в двигатель посторонних предметов, а также разогревание ротора до температуры явно выше статора либо просаживание вала или корпуса подшипника, в результате которых зазор между ротором и статором нивелируется, и ротор начинает цеплять статор.

К электрическим относятся существенные превышения рабочих токов, провоцирующие срабатывание защиты, и короткие замыкания (КЗ), которые обычно вытекают из дефектов изоляции, замыканий на ноль (на землю) или утечек тока на ноль (на землю). При чём КЗ может произойти как в самом двигателе: в любой части обмотки, в узле контактных колец (для фазного ротора), так и в любой части электрической цепи до двигателя. Впрочем, КЗ в узле контактных колец для нашего случая не актуально, так как в цехе 35, как и должно быть в пожароопасной среде, почти все двигатели имеют короткозамкнутый ротор, не содержащий искрящий узел контактных колец.

Для защиты от коротких замыканий и чрезмерного увеличения рабочих токов давно и повсеместно применяют защиту в виде автоматических выключателей, называемых просторечно “автоматами”. Ресурсы некоторых “автоматов” оценивают в десятки тысяч циклов. При этом включение такого автомата при напряжении до 1000В может осуществляться и не электриком.

В конце прошлого века помимо уже традиционных “автоматов” в нашей стране стали всё чаще применять устройства защитного отключения (УЗО). Эти устройства называют по-разному. Например, УЗО-Д (устройствами защитного отключения, управляемыми дифференциальным

током), УДТ (устройствами дифференциального тока), выключателями дифференциальными (ВД) (применяется чаще всего) или выключателями, управляемыми дифференциальным током (ВДТ).

Принцип работы УЗО можно увидеть на рисунке 4, где продемонстрированы все четыре варианта включения нагрузки в трёхфазную сеть:

а) “звезда”, когда задействованы три фазных проводника и нулевой, а нагрузка подключена между фазными проводниками и нулевым;

б) “треугольник”, когда нагрузка подключена только к трём фазным проводникам, а нулевой не используется;

в) двухпроводное линейное, когда нагрузка подключена к двум фазным проводникам (переменное напряжение на нагрузке в таком случае составляет 380 В, такое подключение практически нигде не используется);

г) двухпроводное однофазное, когда нагрузка подключена к одному из фазных проводников и нулевому (переменное напряжение 220 В, применяемое повсеместно).

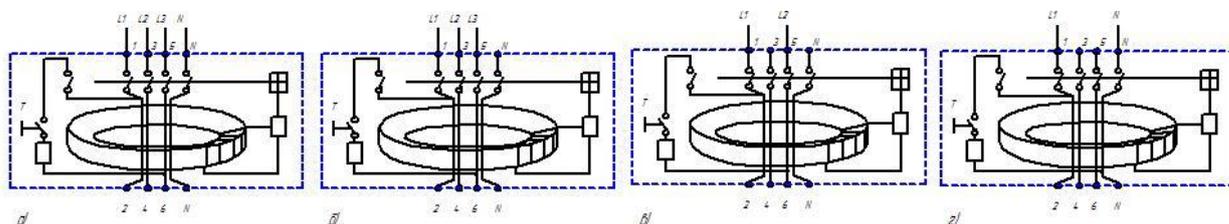


Рисунок 4 – Подключение УЗО в трёхфазную сеть

Если ток, идущий по проводнику (проводникам) к нагрузке равен току, идущему в данный момент в обратном направлении по другому проводнику (проводникам), то в кольцевом сердечнике не наводится магнитный поток. Если часть тока куда-то уходит, например, в землю, в соседний провод другой нагрузки и т.п., или самое плохое – в человека, через которого уже в землю и т.п., то в сердечнике наводится небольшой магнитный поток, пропорциональный току утечки, или дифференциальному току, как его иначе называют, так как он равен разнице токов всех проводников в сердечнике.

Даже небольшой магнитный поток улавливается находящейся на

сердечнике обмоткой, в которой создаётся электродвижущая сила (ЭДС). При подключении этой обмотки к какому-то прибору она даст ему сигнал и через этот прибор потечёт ток. Чаще всего таким прибором является управляющая обмотка реле, отключающего нагрузку.

То есть УЗО срабатывает не из-за превышения рабочего тока нагрузки, а из-за наличия некоего тока утечки (в зарубежной литературе его могут называть “током нулевой последовательности” [9]). Это принципиально другая защита, нежели автоматические выключатели, срабатывающие от превышения рабочего тока над номинальным, и в случае КЗ.

Нередко УДТ объединяют в одном корпусе с автоматическим выключателем. Такое устройство обеспечивает защиту и от тока утечки, и от КЗ или существенного превышения рабочего тока. Их маркируют как АВДТ (автоматический выключатель, управляемый дифференциальным током), ещё их для краткости называют “дифференциальными автоматами”.

Для защиты человека выбирают УЗО с дифференциальным током срабатывания отключающего реле не более 30 мА, для защиты от токов утечки, которые могут вызвать возгорание изоляции – 100 мА и 300 мА. Такие УЗО называют противопожарными.

Первый патент (патент Германии № 552678 от 08.04.28) на УДТ был получен в 1928 году германской фирмой RWE (Rheinisch — Westfälisches Elektrizitätswerk AG). Первый действующий образец был изготовлен этой же фирмой в 1937 году. В качестве датчика использовался маленький дифференциальный трансформатор, а исполнительным элементом служило поляризованное реле с чувствительностью 0,01 А и быстро-действием 0,1с [9].

“Дифференциальный выключатель, в целом, признан (во всех промышленно развитых странах) наилучшим и наиболее надёжным защитным устройством, разработанным для обеспечения защиты от непрямого контакта в сетях низкого напряжения” – слова профессора К.Ф. Далзиэля (Беркли. США), одного из первопроходцев в области изучения воздействия электрического тока на организм человека, который выступал на

пятом международном семинаре AISS (Люцерн, 1978 год) [10].

Блестящей иллюстрацией к этим словам является статистика смертей в результате поражения электрическим током на предприятиях Японии (рисунок 5). Снижение числа погибших в результате электротравмы началось с 1970 года, то есть после того, как в 1969 году был опубликован закон, предписывающий обязательное применение защитных УЗО высокой чувствительности [10].

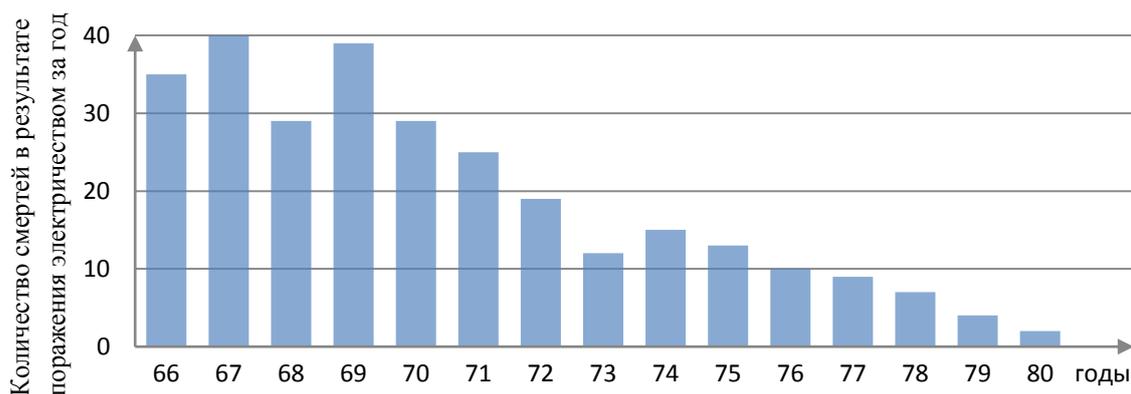


Рисунок 5 – Динамика смертей от поражения током на предприятиях Японии

В России обязательность применения УЗО впервые была предписана только для ванных комнат квартир и номеров гостиниц в разделе 7 ПУЭ “Электрооборудование специальных установок. Главы 7.1, 7.2”, утверждённых Минтопэнерго РФ 06.10.1999 (пункт 7.1.48) [13].

Лишь 2 марта 2017 года Приказом Министра России от 29.08.2016 № 602/пр был введён в действие Свод правил СП 256.1325800.2016 "Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа" [14], включённый Приказом Росстандарта от 30.03.2015 № 365 [15] в Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" [16]. В этом документе (пока ещё носящий рекомендательный порядок) предписано, что в кабинетах и лабораториях школ розетки на столах учеников, а также лабораторные

щитки должны быть подключены через аппарат управления, установленный на столе преподавателя. Линии питания розеток следует подключать через разделительный трансформатор или защищать УЗО дифференциального тока с током отключения до 30 мА (пункт 15.37).

Обязательность применения УЗО на промышленных объектах в России даже не рассматривается. Для нашего случая применение УЗО на освещении и во всех помещениях АБК было бы не лишним как в любом случае, когда человек может касаться электропотребителя или его выключателя.

Однако применение УЗО на электродвигателях может быть излишним. Во время работы электродвигателей насосов и вентиляторов рабочим нечего делать рядом с ними. Наблюдать за их работой при необходимости можно визуально. Замерить температуру подшипникового узла или вибрацию установки, что обычно делается рукой, можно при помощи предназначенных для этого лазерных инструментов. Если таких инструментов нет, то каждый из электромонтёров без труда может заземлить любую установку, которую ему надо потрогать голый рукой, переносным заземлением.

УЗО будет срабатывать не только для защиты человека, но в любом случае возникновения тока утечки, даже если он не опасен ни для людей, ни для оборудования. Нашей задачей стоит не просто безопасность в смысле защиты работников, а общая безаварийность, в том числе бесперебойность работы электродвигателей. Возможность неоправданного срабатывания УЗО не позволяет рекомендовать его для безусловного применения на всех электроустановках. Для примера УЗО запрещены в сетях питания противопожарного оборудования, аварийного и эвакуационного освещения [17].

4.3 Предлагаемое техническое изменение

УЗО, как было описано выше, состоит из двух функциональных частей: датчика дифференциального тока и исполнительного устройства, отключающего нагрузку по сигналу от этого датчика. Отключение нагрузки

незначительных токов утечки, выделяющих небольшую энергию в месте повреждения изоляции.

“В отдельных случаях энергии, выделяемой в месте повреждения изоляции при протекании токов утечки, достаточно для возникновения очага возгорания и, как следствие, пожара. Источники данных о пожарах и исследователи утверждают, что локальное загорание изоляции может быть вызвано и небольшой мощностью, которая выделяется в месте утечки” [18].

Аналогично весьма полезным будет онлайн мониторинг рабочих токов электродвигателей. Далек не всегда они выходят из строя так быстро, что этот процесс невозможно пресечь. Нередко от первых симптомов до полной аварийной остановки проходят часы, дни, недели или даже месяцы.

Например, сгорание обмотки зачастую начинается с простого межвиткового замыкания двух соседних проводников из нескольких десятков, составляющих обмотку. Место такого пробоя неизбежно греется больше других, изоляция проводников под действием температуры разрушается, и процесс идёт по нарастающей. Пробой между соседними по схеме, а не просто по пространственному положению витками обмотки, сразу приведёт к возрастанию тока этой обмотки на 5 % – 20 %. Увидев это на мониторе компьютера можно вовремя сделать соответствующие выводы.

Механические проблемы в электродвигателе, которыми чаще всего бывают разрушения подшипников, также порождают увеличение рабочих токов, так как возрастает сила трения, соответственно, для преодоления дополнительной силы двигатель вынужден потреблять большую мощность. Только в этом случае токи всех обмоток будут расти одинаково. Опять же, вовремя увиденная специалистом ситуация поможет избежать аварии.

Таким образом, второе предложение для обеспечения безопасности электроснабжения цеха № 35 – установка амперметров на электродвигателях.

Точнее и датчики дифференциальных токов и рабочих токов следует устанавливать в ШРС. Причём, чтобы не изменять схему и не создавать лишние контакты и те, и другие желательно выбрать в бесконтактном

варианте – надеваемые на кабели. Их присутствие никак не повлияет на работу сети, не создаст дополнительных проблем при обслуживании ШРС. Пример бесконтактного амперметра ниже на рисунке 7.



Рисунок 7 – Бесконтактный амперметр AMPER

4.4 Выбор технического решения

Сигналы со всех датчиков токов электродвигателей следует по тем же каналам связи, по которым идут сигнальные и управленческие провода к технологическому оборудованию, вывести на ПДУ цеха 35, установив там дополнительный компьютер. Уже с него эта информация по сети “Интернет” может передаваться и в диспетчерский пункт электросилового цеха ЭП.

Наиболее наглядным выводом на экран сигналов состояния электродвигателей представляется следующим (рисунок 8). Весь экран занимает таблица, где в левом столбце перечислено оборудование, на котором установлены электродвигатели: 10 насосов и 7 вентиляторов, далее вправо в ячейках пяти столбцов (по числу установок ЦГН) представлены в одну строку сведения о текущих значениях всех трёх линейных рабочих токов в амперах (А) и дифференциального тока в миллиамперах (мА).

Все видимые значения токов сравниваются с хранящимися в памяти номинальными значениями рабочих токов и допустимыми значениями дифференциальных токов для каждого электродвигателя. Если значения рабочих токов отличаются от номинальных (паспортных) менее чем на 10 %, или значение дифференциального тока находится в пределах допустимого, то соответствующая ячейка окрашивается в бледно зелёный цвет.

Если рабочий ток отличается от номинального на 10 %...20 %, или

дифференциальный ток больше допустимого, но менее чем в два раза, ячейка подкрашивается в бледно жёлтый цвет. Если токи существенно отличаются от номинального (допустимого), то ячейка подкрашивается красным цветом.

При наведении курсора на какую-либо ячейку она становится активной (курсор превращается в изображение кисти руки), и при “клике” на неё кнопкой мыши всплывает новое окно, в котором помимо содержащейся в исходном состоянии информации о токах демонстрируется дополнительная об этом двигателе. Это могут быть сведения о номинальных токах, о токах, зафиксированных при последнем ППР, о дате такого ППР, ещё какие-то сведения из паспорта двигателя или внесённые в базу как комментарий.

Предполагается, что жёлтый цвет означает повод для беспокойства электромонтёров, а красный – для дежурного оператора ПДУ цеха 35, которому придётся принимать решение: останавливать технологический процесс на соответствующей остановке или продолжать его, надеясь на авось.

Указанные выше параметры для сравнения токов с целью классификации опасности выбраны для примера. Опытные инженеры-электрики или электромонтёры могут предложить свои параметры, которые для разных двигателей могут быть разными. Также со временем можно поменять и интерфейс, реализуя предложения пользователей.

ЗНАЧЕНИЯ ТОКОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ УСТАНОВОК ПРОИЗВОДСТВА ЦИКЛОГЕКСАНОНА ЦЕХА № 35																						
Наименование оборудования	Установка № 1				Установка № 2				Установка № 3				Установка № 4				Установка № 5					
	Насос №1	6,16	6,22	6,08	10,24	5,98	5,79	5,86	2,16	6,08	6,22	5,98	5,79					6,16	6,22	6,08	10,24	
Насос №2	10,12	10,23	10,01	5,18	9,96	9,82	9,89	4,22	10,11	10,12	10,06	9,82					10,12	10,23	11,22	5,18		
Насос №3	7,97	7,99	8,03	6,18	8,28	8,23	8,33	5,22	8,42	8,36	8,33	10,82					7,97	7,99	8,03	6,18		
Насос №4	24,02	24,20	24,00	7,18	24,16	24,24	24,15	6,22	24,19	24,85	24,46	11,82					24,02	24,20	24,00	7,18		
Насос №5	8,33	8,44	9,26	8,18	7,97	9,99	8,03	6,18	8,28	8,23	8,33	5,22					8,33	8,44	6,08	8,18		
Насос №6	2,96	2,97	2,89	9,18	2,89	2,84	2,78	8,22	2,00	9,18	13,96	4,40					2,96	2,97	2,89	9,18		
Насос №7	2,89	2,91	2,78	10,18													2,89	2,91	2,78	10,18		
Насос №8	16,24	16,32	16,34	26,14	Насос № 5 АИМЛ100L2 5,5 кВт										16,69	16,47	16,84	11,03				
Насос №9	4,26	4,28	4,24	2,11	3000 об/мин $\eta = 82\%$ $\cos\varphi = 0,88$ $I_{ном} = 8,22$ А										4,15	4,31	4,29	12,03				
Насос №10	60,15	60,28	60,06	24,58											60,52	60,43	60,39	13,03				
Вент. №1	45,12	45,13	45,24	10,24	$I_A=7,97$ А $I_B=9,99$ А $I_C=8,03$ А $I_{диф}=8,28$ МА										45,23	45,21	45,31	14,03				
Вент. №2	22,56	22,57	22,64	8,18	$I_A=8,02$ А $I_B=8,26$ А $I_C=8,08$ А $I_{диф}=8,28$ м - ППР 03.03.2017										22,49	22,61	22,58	7,22				
Вент. №3	37,64	37,66	37,74	9,18											15,32	15,28	15,39	8,22				
Вент. №4	6,88	6,79	6,91	10,18	6,84	6,86	6,82	10,03	6,79	6,71	6,75	5,40					6,84	6,86	6,82	10,03		
Вент. №5	0,97	0,93	0,94	7,18	0,93	0,94	0,91	6,22	0,97	0,96	0,99	9,18					0,93	0,94	0,91	6,22		
Вент. №6	8,41	8,44	8,39	8,18	8,51	8,49	8,47	7,22	8,46	8,48	8,91	10,18					8,51	8,49	8,47	7,22		
Вент. №7	1,55	1,51	1,53	10,24	0,93	0,92	0,91	10,03	0,90	0,94	0,92	2,11					0,93	0,92	0,91	10,03		
Вент. №8В	6,95	6,88	6,84	15,32																		

Рисунок 8 – вид таблицы мониторинга электродвигателей

5 Охрана труда

5.1 Документированная процедура по охране труда

Статья 37 Конституции РФ гарантирует каждому право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены [19].

В ТК РФ [5] целый раздел X (это 23 статьи) посвящён охране труда. В продолжение нормативного регулирования этого вопроса Правительство РФ, министерства, ведомства и отдельные предприятия разрабатывают, соответственно, глобальные и локальные нормативно-правовые акты. Все такие документы в совокупности составляют систему управления охраной труда (СУОТ) конкретной организации, в частности, ПАО «КуйбышевАзот».

Согласно ст.209 ТК РФ “Система управления охраной труда – комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели в области охраны труда у конкретного работодателя и процедуры по достижению этих целей. Типовое положение о системе управления охраной труда утверждается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений”.

Названное выше Типовое положение о СУОТ, действующее нынче, было утверждено приказом Минтруда России от 19.08.2016 № 438н [20]. Это своего рода инструкция по разработке СУОТ в любой организации.

В такой крупной организации, да ещё с аварийно-опасным производством, как ПАО «КуйбышевАзот» СУОТ включает в себя десятки видов разных документов по охране труда (ОТ), в частности:

- положение о СУОТ на предприятии;
- положение об отделе охраны труда и техники безопасности (ООТиТБ);
- положение о комиссии по ОТ (КОТ);
- приказы по ОТ;

- инструкции по ОТ;
- журналы инструктажей;
- журналы учёта инструкций по ОТ;
- журналы выдачи инструкций по ОТ;
- программы обучения по ОТ;
- программы инструктажей по ОТ;
- журнал учёта несчастных случаев (НС) на производстве;
- акты расследования НС;
- журналы прохождения регулярных медосмотров;
- списки или графики прохождения периодических медосмотров;
- журналы выдачи направлений на периодические медосмотры;
- заключения о прохождении периодических медосмотров;
- карточки выдачи СИЗ;
- карточки выдачи моющих и обезвреживающих средств;
- сертификаты или декларации на СИЗ и моющие средства;
- нормы выдачи СИЗ;
- акты приёмки, выдачи, списания, продления сроков носки СИЗ.

Возможно это неполный перечень видов внутренних документов по ОТ, которые существуют в ПАО «КуйбышевАзот». Помимо этого, естественно, в названной организации к СУОТ относятся все соответствующие видам её деятельности городские, областные, общероссийские и международные нормативные акты, как например:

- постановления органов местного самоуправления;
- постановления Правительства Самарской области, приказы отдельных министерств;
- законы Самарской области;
- приказы Минтруда, других соответствующих министерств и иных федеральных государственных органов исполнительной власти;
- постановления Правительства РФ;
- законы РФ;

- указы Президента РФ;
- международные договоры РФ,

и утверждаемые ими всевозможные доктрины, стандарты, регламенты, нормы, правила, нормативы, справочники, классификаторы, инструкции, положения, требования, предписания..., а также методические указания, рекомендации, руководства, письма, пособия...

Основными задачами разработки, применения, совершенствования СУОТ являются сохранение, а может даже улучшение здоровья работников, обеспечение полной безопасности их трудовой деятельности, снижение, а в идеале полное отсутствие несчастных случаев (НС) на производстве. Полнота СУОТ, применяемый на «КуйбышевАзоте» трёхступенчатый контроль за ОТ дают свой результат, видимый в самом объективном показателе эффективности СУОТ – динамике травматизма. Процедура документирования мероприятий по ОТиТБ отражена в таблице 9. Общее количество НС в ПАО «КуйбышевАзот» за последние 10 лет отражено на рисунке 9.



Рисунок 9 – динамика снижения травматизма в ПАО «КуйбышеваАзот»

Таблица 9-Документированная процедура по охране труда

Мероприятия по снижению воздействия фактора и улучшению условий труда	Ответственный за процесс	Исполнитель процесса	Документ на входе	Документ на выходе
Проведение дополнительного (целевого) инструктажа перед началом работ				
Создание списка работников, которым необходим дополнительный инструктаж	Ген. директор	Инженер ООТиТБ, начальник цеха	Списки работников	Приказ
Обучение работников	Ген. директор	Инженер ООТиТБ, мастер смены	Приказ, планы ликвидации аварии	Инструкции по охране труда
Проверка знаний и их применение	Ген. директор	Инженер ООТиТБ, мастер смены	Инструкции по охране труда	Журнал регистрации, запись в личных каточках
Допуск к работе	Ген. директор	Инженер ООТиТБ, мастер смены	Журнал регистрации, запись в личных каточках	На ряд-допуск

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

6.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду

Трудно представить себе химическое производство, безвредное для окружающей среды. Таким точно не является производство циклогексанона. ПАО «КуйбышевАзот» в отчётных документах контрольным и надзорным органам, а также населению через СМИ постоянно декларирует полное соответствие всех своих твёрдых, жидких и газообразных отходов допустимым нормам содержания вредных веществ, а также разрешённым объёмам.

Собственная органолептическая оценка воздуха в выходные дни на Обводном шоссе, где источники выбросов видны невооружённым глазом, и в безветренную погоду (как правило, в периоды длительного (более суток) сохранения высокого давления) практически повсеместно в Автозаводском и Центральном районах города Тольятти позволяет автору усомниться в достоверности такой отчётности. Один взгляд на два отстойника жидких отходов «КуйбышевАзота», располагающихся с восточной стороны этого предприятия, неподалёку от безлюдной улицы Васильевской, ужасает. Эти отстойники якобы герметичны и не дают утечек в почву.

В конце 80-х – начале 90-х годов прошлого века в нашем городе сложилась тяжелейшая экологическая ситуация, немалую роль в создании которой сыграл «КуйбышевАзот». “Особенно тяжёлая санитарно-гигиеническая обстановка отмечалась на ПАО «КуйбышевАзот». Его выбросы вредных веществ в атмосферу в 1989 году составили 9942 тонны, превысив норму на 400 тонн. Через канал Северного промузла предприятием сбрасывалось 18 млн. м³ в год загрязнённых сточных вод. Качество их не соответствовало требуемым нормам и превышало по азоту аммонийному в 10-15 раз, нефтепродуктам в 2-3 раза, взвешенным веществам в 1,5 раза. В результате выполняемых природоохранных мероприятий объём сточных вод не уменьшался, качество не улучшалось” [21].

Положение дел в настоящее время существенно лучше. Это замечают и

простые жители города, помнящие, какие искусственные “туманы” были на Обводном шоссе в районе «КуйбышевАзота» 30 лет назад, и экологи. Например, учёные Института экологии Волжского бассейна РАН, находящегося в г. Тольятти в одном из своих последних исследований в переводе с научного на русский, отмечают следующее.

Гряда так называемых Васильевских озёр, образовавшихся после создания Куйбышевского водохранилища в районе сегодняшней границы г. Тольятти к востоку от Центрального района может служить индикатором гидрологической ситуации в этом районе, в том числе утечек в почву на территориях предприятий Северного промузла. В самых крупных из них наблюдается низкое содержание кислорода в нижних слоях водоёмов и высокая концентрация сульфидов, хотя сероводородное заражение этих озёр не отмечалось. “В целом, представленные данные показывают, что, несмотря на значительное сокращение техногенного воздействия на водосборные территории водоемов, можно констатировать продолжение изменений, связанных с антропогенным воздействием на экосистемы озёр” [22].

Даже при реальном, а не декларируемом, полном соответствии всех отходов «КуйбышевАзота» по количеству и качеству установленным нормам его продукция несёт практически непоправимый вред биосфере. Конкретно циклогексанон, производство которого затронуто в настоящей работе, является промежуточным продуктом в технологии производства уже продаваемого товара – капролактама.

Капролактама – белые кристаллы органического вещества, внешне похожие на сахар или соль крупного помола, которые при нагревании в присутствии некоторых катализаторов полимеризуются и превращаются в полиамидную смолу (ПАС), которая, в зависимости от добавок и способа полимеризации в пространстве, превращается в конечном итоге в конструкционные пластмассы, полиамидные нити и волокна, именуемые обычно капроном, а также в упаковочные плёнки.

Согласно данным самого «КуйбышевАзота» он произвёл в 2017 году

194,5 тыс. тонн капролактама и ещё 147,2 тыс. тонн полиамида-6, также используемого для производства плёнок [23]. Если хотя бы половина объёма этих продуктов (170 тыс. тонн) далее была использована для производства плёнок, то их общая площадь при толщине 15 мкм составит 10тыс. км². При таких объёмах за 5 лет этой плёнкой можно будет покрыть всю Самарскую область. И это повод не для гордости, а для тревоги.

Капрон, полиамид-6, как и другие изготавливаемые из капролактама материалы не подвержены биологическому старению, то есть вообще не гниют, термостойки в пределах обычных температур на поверхности Земли. Они несколько разлагаются только под действием ультрафиолета или кислоты. При этом медленно, но верно выделяются те же компоненты, что и при горении: монооксид углерода, диоксид углерода, аммиак и амины. Типы загрязняющих веществ, описание опасности и нормы ПДК при производстве ЦГН (таблица 10)

Таблица 10 – Загрязняющие вещества при производстве ЦГН

Тип загрязняющего вещества	Описание опасности	Нормы ПДК
Оксид углерода СО – угарный газ	Малоактивен (очень прочная связь). Очень токсичен. Без вкуса, цвета и запаха, так что понять отравление (“угар”) практически невозможно, если не анализировать симптомы: головную боль и головокружение. Тяжёлое отравление приводит к слабости, тошноте и рвоте, иногда к судорогам и потери сознания вплоть до комы, нередко летальные исходы.	В жилой зоне 3,0 мг/м ³ среднесуточное и 5,0 мг/м ³ разовое, в рабочей зоне, соответственно, 20 мг/м ³ и 200 мг/м ³ длительностью до 15 мин
Диоксид углерода СО ₂ – углекислый газ	Не токсичен, выделяется при дыхании растениями и животными. Человек выделяет в среднем около 1 кг СО ₂ в сутки. Преобразуется в чистый кислород в процессе фотосинтеза в клетках растений и бактерий при наличии света и воды.	Избыток СО ₂ в воздухе более 5 % приводит к сонливости, ухудшению реакции, более 10 % – к затруднению дыхания, удушью, слабости до потери сознания.
Аммиак NH ₃	Бесцветный газ с резким запахом. Нейротропный токсичный, удушающий. Вызывает сильные химические ожоги слизистых оболочек и кожи	В жилой зоне 0,04 мг/м ³ среднесуточное и 0,2 мг/м ³ кратковременное, в рабочей зоне без дифференциации по времени 20 мг/м ³
Амины	Органические соединения, производные от аммиака, в которых один, два или все три атома водорода заместили углеводородные радикалы. Некоторые амины очень токсичны аналогично аммиаку. Алифатические амины поражают стенки кровеносных сосудов, печень, нервную систему. Большинство ароматических аминов является канцерогенами – веществами, существенно повышающими риск возникновения рака.	Кратковременное, в рабочей зоне без дифференциации по времени 1 мг/м ³

Если при сжигании капролактама хотя бы половина молекул создаёт молекулу аммиака и молекулу угарного газа, то при ПДК, равной 20 мг/м³, 1 кг сгоревшего вещества отравит 3750 м³ аммиаком и 6200 м³ угарным газом. Это примерно равно объёмам кинозалов кемеровской «Зимней Вишни», где в основном из-за отравления продуктами горения полимерных материалов погибло 60 человек.

Если продукты из капролактама не сжигать, он не будет отравлять Землю. Он её просто задушит вместе с другими полимерными материалами. Более дешёвые, нежели полиамиды пластики не обладают такой уникальной стойкостью, но также не гниют и разлагаются также медленно практически только под действием ультрафиолета.

Общемировые запасы нефти по данным ОПЕК составляют почти 2 трлн. баррелей или 300 тыс. км³. Если хотя бы 1 % нефти пустить на производство упаковочной плёнки, то при её обычной толщине в 15 мкм ею можно будет 400 раз обернуть весь земной шар.

Этот процесс уже идёт. Бытовой мусор, в котором обязательно присутствуют неразлагающиеся упаковочные материалы, стал серьёзнейшей проблемой всех мегаполисов. В России, в среднем, норматив накопления твёрдых бытовых отходов для жителей многоквартирных домов составляет 2,5 м³ (для Тольятти он до сих пор не утверждён). Если весь этот мусор складировать на полигонах высотой 2 м, то для Тольятти на пригородных землях необходимо выделять ежегодно по 1 км² под свалку бытовых отходов. О глобальных масштабах этой проблемы написаны, наверное, уже миллионы статей, сняты сотни тысяч репортажей и тысячи документальных фильмов.

6.2 Возможные способы снижения антропогенного влияния на природу

При производстве ЦГН для снижения влияния выбросов на природу применяют современные методы очистки (таблица 11)

Таблица 11 –Методы снижения воздействия выбросов на природу

Тип загрязняющего вещества	Нормы ПДК	Характер загрязнения	Метод очистки
Оксид углерода СО – угарный газ	В жилой зоне 3,0 мг/м ³ среднесуточное и 5,0мг/м ³ разовое, в рабочей зоне, соответственно, 20 мг/м ³ и 200 мг/м ³ длительностью до 15 мин	Химический	Абсорбция
Диоксид углерода СО ₂ – углекислый газ	Избыток СО ₂ в воздухе более 5 % приводит к сонливости, ухудшению реакции, более 10 % – к затруднению дыхания, удушью, слабости до потери сознания.	Химический	Термическое дожигание
Аммиак NH ₃	В жилой зоне 0,04 мг/м ³ среднесуточное и 0,2 мг/м ³ кратковременное, в рабочей зоне без дифференциации по времени 20 мг/м ³	Химический	Абсорбция
Амины	Кратковременное, в рабочей зоне без дифференциации по времени 1 мг/м ³	Химический	Абсорбция

Остановить прогресс в части изготовления и применения полимеров было бы чрезвычайно неразумно. Эти вещества в твёрдом состоянии обладают множеством качеств, дающих им большие преимущества перед существующими в природе материалами (деревом, камнем, костью) и создаваемыми человеком без применения химических реакций (металлы и сплавы). Самый главный недостаток полимеров, который с другой стороны является и достоинством, – они практически не перерабатываются самой природой.

Из этой ситуации есть выход: перерабатывать их самому создателю – человеку, а конкретно – производителю таких материалов. Некоторые материалы перерабатывать намного дешевле, нежели создавать изначально. Прежде всего, это термопласты, которые при нагревании размягчаются и плавятся, зачастую не имея конкретной температуры этого процесса, и при охлаждении снова твердеют. Полиамиды, и в частности капрон, являются термопластами.

6.3 Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000

Идентификация и оценка значимости экологических аспектов деятельности, продукции и услуг выполняется группой экологического менеджмента (ГЭМ) производства в соответствии с СТП 37.101.9788 «Система экологического менеджмента. Идентификация и оценка значимости экологических аспектов» и СТП 37.101.9791 «Подготовленность к аварийным

ситуациям и реагирование на них».

Идентификация экологических аспектов осуществляется по следующим направлениям:

- выбросы в воздух;
- сбросы в воду;
- образование отходов и загрязнение почвы;
- потребление энергетических и материальных ресурсов;
- экологические опасные аварийные и нештатные ситуации;
- прочие местные экологические проблемы;
- разработка новых видов продукции;
- эксплуатация транспорта;
- планируемые или новые разработки;
- новые или модифицированные виды деятельности и услуг.

Реестр существенных экологических аспектов СКП актуализируется не реже 1 раза в год и утверждается директором производства.

Пример документированной процедуры кратко изложен в таблице 12.

Идентификация и оценка значимости экологических аспектов является начальным процессом деятельности по планированию в системе экологического менеджмента. Аспекты, оказывающие существенное воздействие на окружающую среду являются приоритетными при определении целевых показателей производства, принимаются во внимание при разработке, внедрении и поддержании системы экологического менеджмента.

К нормативным законодательным документам по охране природы относятся стандарты качества природной среды, которые устанавливают оптимальные характеристики природной среды, достигаемые при существующем уровне технического прогресса и обеспечивающие сохранение здоровья населения, развитие животного и растительного мира. Основными задачами системы стандартов в области охраны природы являются: обеспечение сохранности природных комплексов; содействие восстановлению и рациональному использованию природных ресурсов; совершенствование управления качеством окружающей природной среды в интересах человечества.

Таблица 12 - Документированные процедуры организации ПАО «КуйбышевАзот»

Действие	Ответственный за процесс	Исполнитель процесса	Документ на входе	Документ на выходе
Аудит систем экологического менеджмента:	Ген. директор	Руководитель аудиторской организации	Списки состава аудиторской группы	Приказ руководителя аудиторской организации
1.Формирование группы				
2.Плани-рование	Ген. директор, Руководитель ауд. орг.	Аудитор-эколог, технический эксперт	Приказ руководителя аудиторской организации	План-программа, план-график проверки, акт подтверждение полномочий проведения аудита
3.Проведение	Ген. директор, Руководитель ауд. орг.	Руководитель ауд. орг., аудитор-эколог, технический эксперт	Акт подтверждение полномочий проведения аудита, план-программа, план-график проверки	результаты проверки (рабочие записи аудитора), протоколы выявленных отклонений (несоответствий), статус мероприятий по устранению отклонений, протоколы вводного и заключительного совещания аудиторской группы с руководством
4.Оформление выводов	Ген. директор, Руководитель ауд. орг.	Технический эксперт	результаты проверки (рабочие записи аудитора), протоколы выявленных отклонений (несоответствий), статус мероприятий по устранению отклонений, протоколы вводного и заключительного совещания аудиторской группы с руководством	Отчет об аудите, аудиторское заключение, протокол списка присутствующих на совещании,
5.Завершение	Ген. директор	Руководитель ауд. орг.	Отчет об аудите, аудиторское заключение, протокол списка присутствующих на совещании,	Рассылка отчета и эко-аудиторского заключения

7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

7.1 Анализ возможных аварийных ситуаций на данном объекте

Исходным сырьём для производства капролактама на «КуйбышевАзоте» является бензол – один из компонентов бензина, что само по себе показывает опасности, которые содержатся в данном производстве. От сырья через все промежуточные стадии до конечного продукта все элементы технологической цепи являются горючими, токсичными и канцерогенными с разной степенью опасности.

Именно поэтому на «КуйбышевАзоте» все работники, находящиеся на производственной площадке, обязаны иметь при себе фильтрующий противогаз. Несмотря на все предосторожности и соблюдение требований противопожарной безопасности полностью исключить возникновение аварии невозможно. Примером тому является пожар, произошедший 12 марта 2017 года на двух установках переработки ЦГН вследствие его утечки в открытое пространство.

Помимо пожара к аварийным ситуациям, возможным в цехе 35, равно как на всём «КуйбышевАзоте», можно отнести повреждение, разрушение оборудования, вызванного химическими (коррозия) или механическими причинами, в том числе воздействием таких внешних факторов, как например, ураган или падение летательного аппарата. Аварией является нарушение технологического процесса, если при этом произошёл внеплановый выброс жидких или газообразных веществ, создание внеплановых твёрдых отходов.

Причинами нарушения отлаженного химического процесса могут быть выход из строя датчиков, контролирующих ход процесса, регулирующей аппаратуры (клапанов, вентилей, задвижек), управляющего всем дистанционно компьютера или связей между ними. Вопросы надёжности работы электрического оборудования цеха 35, в первую очередь двигателей насосов и вентиляторов, в том числе отчасти предотвращению заклинивания, в основном и посвящена настоящая работа.

7.2 Разработка планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах

Статья 10 Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" предписывает всем организациям, имеющим опасные производственные объекты I, II и III классов опасности, для обеспечения готовности к действиям на случай аварий планировать мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на этих объектах в порядке, устанавливаемом Правительством РФ [24].

Такой порядок содержится в Положении разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах, утверждённом Постановлением Правительства РФ от 26.08.2013 № 730 [25]. Ещё до утверждения названного Положения Ростехнадзор разработал и своим приказом от 26.12.2012 № 781 утвердил рекомендации по реализации названных планов [26]. Эти рекомендации не являются нормативным правовым актом, но очень помогают владельцам производственных объектов в исполнении требований закона.

Ориентируясь на указанные документы, ПАО «КуйбышевАзот» разработало и довело до сведения работников такие планы, в которых прописано, кто, что должен делать на каждой стадии аварии. Глобальные аварии развиваются поэтапно.

На первом этапе авария зарождается на конкретном участке и никак не затрагивает параллельные линии или не связанное с объектом аварии оборудование. В этот момент предотвратить её развитие может и должен обслуживающий этот участок персонал своими грамотными действиями. Если при этом не начался пожар и не произошёл выброс отравляющих веществ, то можно обойтись и своими силами.

На втором этапе авария выходит за пределы участка или цеха. Если было возгорание и его не удалось ликвидировать находящимися рядом

лопатами, песком, водой и огнетушителями, то без МЧС уже не обойтись.

Третий этап аварии, когда она выходит за пределы предприятия, – это уже чрезвычайная ситуация (ЧС). При этом активизируются не только противопожарная служба МЧС, газоспасательная служба местной газоснабжающей организации, станция скорой помощи игнорирует большинство частных вызовов и направляет свои экипажи к терпящему бедствие предприятию, но и подключаются смежные предприятия, чтобы не допустить распространения ЧС на их территорию, а также городские власти.

7.3 Планирование на предприятии действий по предупреждению и ликвидации ЧС, а также мероприятий гражданской обороны

Действия по предупреждению ЧС и по ликвидации принципиально различаются. Для предупреждения ЧС специально предпринимать ничего не требуется, нужно лишь делать то, что положено, и не делать того, что запрещено. В частности, работники в соответствии со своими трудовыми функциями должны обеспечить:

- неукоснительное выполнение технологического регламента по всем его составляющим, начиная от проверки качества исходного сырья до заключительных операций упаковки и отправки готового продукта на склад;
- работу КИПиА, систем связи и управления ПДУ;
- бесперебойное электроснабжение всех электропотребителей и их безаварийную работу;
- бесперебойное снабжение техпроцесса сжатым воздухом, перегретым паром, оборотной охлаждающей водой,

а для этого нужны постоянный контроль за всем оборудованием и материалами, своевременное и качественное проведение ППР, внедрение предложений, изложенных в разделе 4 настоящей работы.

Мероприятия гражданской обороны представлен в таблице 13

Таблица 13 - Мероприятия гражданской обороны

Мероприятие	Ответственный	Время исполнения
При возникновении ЧС		
Сообщить о пожаре по единому телефону МЧС, диспетчеру единой дежурно-диспетчерской службы администрации	Руководитель, ответственный по ПБ, сотрудник обнаруживший угрозу	Ч+15
Безаварийно приостановить все работы, эвакуировать посетителей и сотрудников из помещений, сообщить о возникшей угрозе работникам рядом расположенных организаций	Ответственный руководитель, ответственный по ПБ	Ч+30
Встретить прибывшее подразделение МЧС и обследование территории и помещений. Работу можно возобновить после получения разрешающего документа	Ответственный руководитель, ответственный по ПБ	По прибытию

Поскольку даже полное соблюдение всех инструкций, норм и правил не даёт полной гарантии от серьёзных опасных аварий, то на этот случай заранее разрабатываются и доводятся до персонала инструкции на случаи той или иной ЧС. Каждый работник должен знать, что ему следует делать, и чего не следует.

7.4 Рассредоточение и эвакуация из зон ЧС

Для большинства инструкция на случай ЧС простая – незамедлительно покинуть место ЧС, не предпринимая ничего лишнего по своей инициативе (не закрывать на замок двери, за которыми может кто-то оказаться, не выключать свет, который кому-то мог бы помочь найти выход, не выключать никакие рубильники с благой целью обесточивания электрооборудования, так как это может привести к неправильной остановке технологического цикла, прекращению работы дымоудаления, противопожарной автоматики и т.д.). Если точно не известно, что о случившемся знает МЧС, то необходимо позвонить на единый номер службы спасения “112”.

7.5 Ведение поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ в соответствии с размером и характером деятельности организации.

Отдельные работники, прошедшие обучение в службе ГОиЧС, имеют свои функции для экстренных ситуаций и могут принимать участие в предотвращении развития ЧС, её ликвидации или ликвидации её последствий. Все работники, имеющие доступ к управлению техпроцессом (операторы ПДУ, начальники смены, начальник цеха и его заместитель) обязаны знать регламент аварийного отключения оборудования и при наличии такового.

Такой регламент необходим в любом взрыво- или пожароопасном производстве, так как нельзя допустить, чтобы, например, вытягивающий из того или иного сосуда горючие пары вентилятор останавливался ранее, чем нагнетающий в этот сосуд жидкость или пары насос или вентилятор, или насос нагревающего эти пары теплоносителя. Если есть время, то можно использовать тот регламент, который не только предотвратит образование взрывоопасной смеси на установке, но и убержёт её от закоксовывания трубопроводов и запорной арматуры, выбросов в атмосферу вредных веществ (не в нашем случае, но иногда это даже опаснее образования взрывоопасной смеси внутри сосуда) и прочих негативных последствий для людей или завода.

7.6 Использование средств индивидуальной защиты в случае угрозы или возникновения аварийной или чрезвычайной ситуации

На территории «КуйбышевАзота» все работники должны постоянно иметь при себе фильтрующий противогаз. Раз в квартал его обязательно проверяют инженеры ООТиТБ.

При отсутствии противогаза любой человек, попавший в зону заражения или задымления, может предпринять минимальные меры для личной защиты. Простая тканевая, лучше многослойная повязка на нос предохранит органы дыхания от части содержащихся в дыме твёрдых

сгоревших веществ (сажи), от некоторых крупных молекул паров.

Практически все искусственно синтезируемые вещества, являющиеся токсичными, в том числе циклогексанон, циклогексанол и п. р производства капролактама имеют молекулы гораздо большие по своим размерам, нежели молекулы составляющих чистый воздух веществ: N_2 , O_2 , CO_2 и инертных газов. Именно поэтому в качестве средств защиты от паров растворителей маляры иногда используют обыкновенные противопылевые респираторы. Гораздо лучше респираторы, имеющие угольные фильтры, как и у большинства противогазов, так как уголь имеет сложную пористую структуру, в которой и запутываются крупные молекулы растворителей и прочих вредных веществ.

8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

8.1 Разработка плана мероприятий по улучшению условий труда, охраны труда и промышленной безопасности

Ежегодные конференции трудового коллектива ПАО «КуйбышевАзот» обсуждают предлагаемые работниками мероприятия по улучшению условий труда. Они касаются самых разных сфер их работы, отдыха и личной жизни. Это могут быть и предложения по снабжению всех влажными салфетками, и замечания по деятельности ещё оставшейся социальной инфраструктуры, и критика системы материального поощрения...

Наиболее адекватные предложения с одобрения профсоюзной организации и администрации организации включаются в коллективный трудовой договор, обязательный для исполнения всеми его участниками, в данном случае, прежде всего работодателем.

8.2 Расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на ОСС

ФСС РФ регулярно рассчитывает страховые тарифы на ОСС по итогам последних трёх лет деятельности организации, исходя из соотношения тех денег, которые организация (страхователь) заплатила в качестве взносов в ФСС, и тех, которые она получила, или получили непосредственно её работники в качестве выплат по “больничным листам”.

Показатель $a_{\text{стр}}$ – отношение суммы обеспечения по страхованию к начисленной сумме страховых взносов (руб.), рассчитывается так:

$$a_{\text{стр}} = \frac{O}{V} = \frac{64000}{247000000} = 0,0025 \text{ руб.},$$

где O – сумма обеспечения по страхованию (руб.);

Показатель V – начисленных страховых взносов (руб.), рассчитывается так:

$$V = \sum \text{ФЗП} \cdot t_{\text{стр}} = 412000000 \cdot 0,6 = 247000000 \text{ руб.},$$

где $t_{\text{стр}}$ – страховой тариф на ОСС (руб.) ;

Показатель $V_{\text{стр}}$ – количество страховых случаев (шт.), рассчитывается так:

$$V_{\text{стр}} = \frac{K \cdot 1000}{N} = \frac{3 \cdot 1000}{4969} = 1 \text{ шт.},$$

где K – количество случаев (шт.);

N – среднесписочная численность работающих (чел.);

Показатель $C_{\text{стр}}$ – количество дней временной нетрудоспособности (дн.), рассчитывается так:

$$C_{\text{стр}} = \frac{T}{S} = \frac{91}{3} = 30 \text{ дн.},$$

где T – количество дней временной нетрудоспособности (дн.);

S – количество несчастных случаев (шт.);

$q1$ – коэффициент проведения СОУТ, рассчитывается так:

$$q1 = \frac{q11 - q13}{q12} = \frac{2000 - 430}{1000} = 1,$$

где $q11$ – количество рабочих мест, где проведена СОУТ;

$q12$ – общее количество рабочих мест;

$q13$ – общее количество рабочих мест с вредным условием труда;

$q2$ – коэффициент проведения медицинских осмотров, рассчитывается так:

$$q2 = \frac{q21}{q22} = \frac{4750}{4750} = 1,$$

где $q21$ – число работников, прошедших медицинский осмотры;

$q22$ – число работников, подлежащих данным видам осмотра.

В случае если произошёл существенный сдвиг этого соотношения в пользу полученных ФСС денег, то он делает на текущий год скидку по взносам, если в обратную сторону – то надбавку.

Значение трех страховых показателей меньше значений основных показателей по видам экономической деятельности, то на текущий год будет

скидка (%), рассчитывается так:

$$C = \left\{ 1 - \left(\frac{a_{\text{стр}}}{a_{\text{ВЕД}}} + \frac{B_{\text{стр}}}{B_{\text{ВЕД}}} + \frac{C_{\text{стр}}}{C_{\text{ВЕД}}} \right) / 3 \right\} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100 = 60\%$$

При $C(P) \geq 40\%$ скидка (надбавка) устанавливается в размере 40%

8.3 Оценка снижения травматизма и профессиональной заболеваемости

«КуйбышевАзот» заинтересован в снижении тарифов на ОСС, он, как любая разумная и ответственная перед своими работниками организация, заботится о состоянии их здоровья. На предприятии есть собственная поликлиника, где его работники могут гораздо проще попасть к врачам, чем в обычной бесплатной, муниципальной (городской) или государственной (областной) поликлинике. В ней же они проходят регулярные медосмотры, которые призваны даже без желания работников выявить у них хронические заболевания на ранней стадии.

«КуйбышевАзот» сохранил свой санаторий-профилакторий «Ставрополь» и турбазу «Подснежник», где работники могут на свежем воздухе отдохнуть, набраться сил, бодрости и здоровья и “без отрыва от производства”, и во время отпуска.

Таблица 14 – Динамика несчастных случаев в ПАО «КуйбышевАзот»

Наименование показателей	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Всего
Количество несчастных случаев	2	3	1	1	1	1	9
По виду НС:							
Разрывы сухожилия	1	0	0	0	0	0	1
Ожоги мягких тканей	0	1	0	0	0	0	1
Переломы	0	0	0	0	0	1	1
Вывихи	0	0	0	0	1	0	1
Повреждение связок	0	0	1	0	0	0	1
Ожоги	0	0	0	1	0	0	1

Прочие	1	2	0	0	0	0	3
--------	---	---	---	---	---	---	---

8.4 Оценка снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам организации за вредные и опасные условия труда

Согласно статье 14 Федерального закона от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», условия труда по степени вредности и (или) опасности подразделяются на четыре класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные условия труда [27]

8.5 Оценка производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда в организации

Улучшение условий труда, забота работодателя о надлежащем уровне охраны труда неизбежно должны повлечь за собой снижение уровня травматизма среди работников и общей аварийности. Однако, учитывая отсутствие монотонного ручного труда как в цехе № 35, так и практически на всём «КуйбышевАзоте», ожидать повышения производительности труда здесь не приходится.

“Стахановское движение” и “соцсореванование” за большее количество выпущенной продукции на химическом предприятии может привести к беде. Здесь спешка недопустима. Невозможно, например, выполнить ППР электрооборудования как положено полно и качественно, но при этом быстрее, чем это предусмотрено регламентом. Только повышение уровня автоматизации может привести к росту производительности труда применительно не к отдельному работнику, а ко всему предприятию, в смысле отношения количества продукции к общему числу работников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей бакалаврской работе были исследованы почти все виды вопросов, с которыми специалисту по техносферной безопасности, предстоит сталкиваться и часть которых придётся решать в случае работы на химическом предприятии.

В основном разделе работы – технологическом – дан подробный анализ существующей на заводе ПАО «КуйбышевАзот», расположенном в Северном промузле Центрального района города Тольятти, системы электроснабжения цеха производства циклогексанона.

В ходе анализа безопасности этого процесса с целью её повышения было предложено внедрить на ПДУ, где отслеживается и управляется химический процесс, дополнительный дистанционный контроль состояния электродвигателей. Суть контроля заключается в том, что в режиме реального времени на специальный компьютер поступают сигналы с установленных на всех важных электродвигателях датчиков рабочих токов и токов утечек. Значения этих токов в удобном для восприятия табличном виде отражаются на отдельном мониторе и при помощи программного обеспечения сравниваются с допустимыми. Результат сравнения отражается подсветкой показателей зелёным, жёлтым или красным цветом.

В шестом разделе, посвящённом охране окружающей среды и экологической безопасности – одной из самых важных сегодня проблем всего человечества – также сделано существенное предложение по уменьшению вредного влияния на природу любого производства долговечных материалов. Поскольку основной урон окружающей среде в настоящее время причиняется не при производстве химических веществ, а в течение очень длительного времени их утилизации, предложено законодательно обязать производителей материалов при их производстве в качестве части исходного сырья использовать вторичные ресурсы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сайт МЧС России [Электронный ресурс]. URL: http://www.mchs.gov.ru/activities/stats/Pozhari/2017_god (дата обращения 04.04.2018).
2. Ящура, А.И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. Справочник. / А.И. Ящура: М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. 504 с. ил.
3. Об утверждении Инструкции по охране труда для электромеханика и электромонтера хозяйства связи ОАО "РЖД" (вместе с "ИОТ РЖД-4100612-ЦСС-099-2016.Инструкция..."). [Электронный ресурс]: Распоряжение ОАО "РЖД" от 27.12.2016 № 2724р // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 04.04.2018).
4. ГОСТ 12.0.003-2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]: Приказ Росстандарта от 09.06.2016 № 602-ст) // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 04.04.2018).
5. Трудовой кодекс Российской Федерации. [Электронный ресурс]: от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018) // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 02.04.2018).
6. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. (Зарегистрировано в Минюсте России 16.04.2013 № 28138). [Электронный ресурс]: Приказ Ростехнадзора от 11.03.2013 № 96 (ред. от 26.11.2015) // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 07.04.2018).
7. Об утверждении Федеральных норм и правил в области

промышленной безопасности "Требования к технологическим регламентам химико-технологических производств". (Зарегистрировано в Минюсте России 28.05.2015 № 37426). [Электронный ресурс]: Приказ Ростехнадзора от 31.12.2014 № 631 // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 04.04.2018).

8. Об утверждении "Методических указаний по организации и осуществлению надзора за конструированием и изготовлением оборудования для опасных производственных объектов в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности" (вместе с "РД-09-167-97..."). [Электронный ресурс]: Приказ Госгортехнадзора РФ от 19.12.1997 № 221 // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 07.04.2018).

9. Gurevich, V.I. Electrical relays. The device, the principle of operation and application. Handbook of electrical engineering. A series of "Components and Technologies" [text] / V.I. Gurevich: M.: SOLON-Press, 2011. - 341 p.

10. Manual of Schneider Electric. Devices for residual current residual current protection in low voltage networks. Issue No. 5, October 2006 Edition CITEF S.A. 5 p.

11. The website Schneider Electric [Электронный ресурс]. URL: <https://www.schneider-electric.ru/ru/product/50437/> (дата обращения 04.04.2018).

12. The website Schneider Electric [Электронный ресурс]. URL: <https://www.schneider-electric.ru/ru/product/50438/> (дата обращения 04.04.2018).

13. Правила устройства электроустановок. Раздел 6. Электрическое освещение. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.1, 7.2. [Электронный ресурс]: Минтопэнерго России от 06.10.1999 (ред. от 20.12.2017) // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 05.04.2018).

14. СП 256.1325800.2016. СП 31-110-2003. Свод правил. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа [Электронный ресурс]: утв. Приказом Минстроя России от 29.08.2016

№ 602/пр. URL: <http://www.doripedia.ru>. (дата обращения 10.04.2018).

15. Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений". [Электронный ресурс]: Приказ Росстандарта от 30.03.2015 № 365 (ред. от 24.08.2017) // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 08.04.2018).

16. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 08.04.2018).

17. О противопожарном режиме. (вместе с "Правилами противопожарного режима в Российской Федерации"). [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 (ред. от 30.12.2017) // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 28.04.2018).

18. Поединцев, И. Ф., Смирнов, В. В., Дударев, Н. Г., Бойцов, В. Ф. Исследование влияния параметров токов утечки на процесс зажигания конструкционных материалов электрических кабелей. // Материалы науч.-практ. конф. / И.Ф. Поединцев: М.: ВНИИПО МВД РФ, 1992. 64-65 с.

19. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) [Электронный ресурс]: Текст с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 15.04.2018).

20. Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда. (Зарегистрировано в Минюсте России 13.10.2016 № 44037). [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 19.08.2016 № 438н //

Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 18.04.2018).

21. Seelev, I.V. The ecological situation in the city of Togliatti in 1985-1991 [text]/ I.V. Seelev: Bulletin of the Volga University. V.N. Tatishchev. 2014. - No. 3 (16). - P. 139.

22. Горбунов, М.Ю., Уманская М.В., Краснова Е.С. Современное экологическое состояние некоторых пригородных озер системы Васильевских озер, г.Тольятти: гидрохимический режим озер в 2013-2015 г.г. // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017 / М.Ю. Горбунов: Т.26 № 1 С. 28-40.

23. ПАО «КуйбышевАзот» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kuazot.ru/rus/about>. (дата обращения 04.04.2018).

24. О промышленной безопасности опасных производственных объектов. [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 07.03.2017) // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 16.04.2018).

25. Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах. [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 26.08.2013 № 730 // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 28.04.2018).

26. Об утверждении рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах. [Электронный ресурс]: Приказ Ростехнадзора от 26.12.2012 № 781 // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 28.04.2018).

27. О специальной оценке условий труда. [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (ред. от 01.05.2016) // Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения 30.04.2018).