

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(наименование института полностью)

Кафедра Управление промышленной и экологической безопасностью

(наименование института полностью)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Управление промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей
среды в нефтегазовом и химическом комплексах

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Разработка концептуальных схем технических устройств заглушения
звуковой энергии энергетических установок, использующих утилизируемые
твердые полимерные отходы (на примере ООО «СИБУР Тольятти»)

Студент(ка)

С.А. Жданов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

М.И. Фесина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Нормоконтролер

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы

д.п.н., профессор Л.Н.Горина

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

(личная подпись)

___ 20__ г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н.Горина

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

(личная подпись)

___ 20__ г.

Тольятти 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Информационный анализ технических средств улучшения акустической безопасности силовых электротрансформаторов и эксплуатируемых электротрансформаторных подстанций.....	12
2 Анализ технических характеристик оборудования объекта исследования в составе силового электротрансформатора модели ТМЗ-630/10, смонтированного в помещении электротрансформаторной подстанции ООО СИБУР Тольятти.....	20
3 Обоснование выбора инновационных технических средств, направленных на улучшение акустической безопасности эксплуатируемых электротрансформаторных подстанций, базирующихся на применении экологически чистых, ресурсоэнергосберегающих продуктов рециклированной утилизационной переработки твердых полимерных отходов, представленных утилизированной бутылочной ПЭТ-тарой.....	42
4 Расчетные исследования модифицированных конструкций акустических резонаторов Гельмгольца на доминирующие частоты излучения трансформаторного гула - 100,200 и 300 Гц	52
5 Разработка концептуальных компоновочных схем семейств высокоэффективных технических устройств подавления низкочастотного трансформаторного гула.....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	83

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

« $h_{\text{гор}}$ - геометрическая длина горловой части акустического резонатора

Гельмгольца, м ($h_{\text{Г}} = h_{\text{Г1}} + h_{\text{Г2}}$);

$V_{\text{ПЭТГ}}$ - воздушный объем полости емкостной ПЭТ-тары, м³;

$V_{\text{Кам}}$ - воздушный объем полости камерной части акустического резонатора Гельмгольца, м³;

$V_{\text{горл}}$ - воздушный объем горловой части акустического резонатора Гельмгольца, м³» [1].

« $d_{\text{горл}}$ - диаметр круглого проходного сечения внутреннего трубчатого удлинителя горловой части акустического резонатора Гельмгольца, м;

l_{R} - динамическая длина открытой горловой части акустического резонатора Гельмгольца R, м;

α_{n} - нормальный коэффициент звукопоглощения, усл.ед.;

α_{r} - реверберационный коэффициент звукопоглощения, усл.ед.;

A- площадь эквивалентного звукопоглощения, м²;» [1].

« $F_{\text{Г}}$ - площадь проходного сечения открытой горловой части акустического резонатора Гельмгольца (площадь проходного сечения внутреннего трубчатого удлинителя открытой горловой части), м²;

H-габаритная высота камеры емкостной ПЭТ-тары (ПЭТ-бутылки), м;

$k_{\text{п}}$ - проводимость горловой части акустического резонатора Гельмгольца, м;

c - скорость звука, м/с;

$t^{\circ}\text{C}_{\text{ст}}$ - температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$;» [1].

« $\pi=3,14$;

f_{R} - собственная (резонансная) частота акустического резонатора Гельмгольца R, Гц;

$f_{\text{R1}}, f_{\text{R2}}, f_{\text{R3}}$ - значения собственных (резонансных) частота акустических резонаторов Гельмгольца R₁, R₂ и R₃, Гц;

f_c -промышленная частота сети переменного тока к которой подключен силовой электротрансформатор, Гц;

φ - фаза звуковых колебаний, град;

λ - длина звуковой волны, м;

T - период колебаний, с;» [1].

« m_r - масса воздуха, сосредоточенная в открытой горловой части акустического резонатора Гельмгольца R (включает, в том числе, динамическое удлинение m_r , с формированием динамической длины открытой горловой части l_R за счет присоединенных к m_r воздушных масс, располагаемых по обе стороны открытого горлового среза);

m_k - масса воздуха, сосредоточенная в камерной части акустического резонатора Гельмгольца R (при использовании внутреннего трубчатого удлинителя, размещенного в полости камерной части, его объем $V_{Г1}$ вычитается из объема камерной части V_K).

ПЭТ – полиэтилентерефталат, термопластик, твердое прозрачное вещество, применяется в качестве конструкционного материала для производства пластиковых емкостей, различной тары для хранения веществ, в данном случае – для производства бутылочной тары, которую по завершению жизненного цикла необходимо утилизировать.»[1].

СЭТ – силовой электротрансформатор.

Остов – магнитопровод в собранном виде со всеми сборочными единицами и деталями, которые служат для соединения его отдельных частей в единую конструкцию, и является основной активной частью электротрансформатора.

ИОиОРВА- идентификации опасностей и оценки рисков возможных аварий.

ВВЕДЕНИЕ

Важным научно-техническим и экологическим вопросом является необходимость обеспечения акустической безопасности окружающей среды от негативного воздействия паразитных звуковых излучений шумогенерирующих технических объектов (силового электротрансформатора), а также проведения экологически чистой и экономически оправданной ресурсо-энергосберегающей утилизации конструктивных материалов и технических объектов, завершивших свой жизненный цикл, содержащие твердые полимерные отходы, возникающие при их утилизации, включая утилизацию производственно-технологического брака и твердых отходов полимерных материалов (деталей и узлов машин, изготовленных из полимерных материалов).

Объектом исследования является звуковое излучение типичной электротрансформаторной подстанции закрытого типа, на примере используемой промышленным предприятием ООО «СИБУР Тольятти», с учетом базовых физических основ и особенностей генерирования звукового излучения силовым электротрансформатором.

Целью диссертационного исследования является разработка эффективных технических решений, направленных на уменьшение шумового энергетического излучения, производимого электротрансформаторными подстанциями закрытого типа, базирующейся на экологически чистых и экономически обоснованных технических приемах использования оригинальных шумозаглушающих модулей, содержащих утилизируемую бутылочную ПЭТ-тару.

Задачи диссертационных исследований:

1. Выполнить информационный анализ эффективности использования технических средств заглушения звуковой энергии, производимой силовыми электротрансформаторами в составе подстанций закрытого типа.

2. Обосновать направление выбора эффективных инновационных технических средств, предназначенных для улучшения акустической безопасности эксплуатируемых силовых электротрансформаторов в составе подстанций закрытого типа, учитывающий их технические, экологические, и затратные характеристики.

3. Создать расчетную физическую модель функционирования модифицированного акустического резонатора Гельмгольца, в качестве составного технического устройства заглушения звуковой энергии, базирующуюся на соответствующей аппроксимации составных (горловой, камерной) частей бутылочных емкостей утилизируемой ПЭТ-тары.

4. Провести расчетные исследования модифицированных акустических резонаторов Гельмгольца с обеспечением их соответствующей частотной настройки на подавление звуковой энергии доминирующих частот звукового излучения силовых электротрансформаторов – 100, 200 и 300 Гц.

5. Разработать семейство компактных оригинальных компоновочных схем технических исполнений звукопоглощающих футеровок внутренних поверхностей стеновых перегородок, дверных и вентиляционных проемов электротрансформаторной подстанции закрытого типа, использующих модифицированную утилизируемую ПЭТ-тару в качестве эффективных частотонастроенных технических устройств заглушения звуковой энергии подавления (низкочастотного гула) электротрансформаторной подстанции закрытого типа.

Теоретическая значимость и простота практической реализации результатов диссертационных исследований заключается в эффективном снижении негативного воздействия паразитных шумовых излучений технических объектов на организм работников, которые находятся в непосредственной близости к шумогенерирующим техническим объектам, за счет повторного рециклированного использования утилизируемой ПЭТ-тары, без нанесения какого-либо вреда для окружающей среды, при минимальных экономических затратах на производство частотонастроенных

образцов шумозаглушающих модулей. Аналогичного типа технические решения целесообразно внедрять на разных стадиях строительства или модернизации зданий, оборудованных шумогенерирующими техническими объектами (силовыми электротрансформаторами). Научно-техническая разработка характеризуется экологически чистым, экономически выгодным, ресурсо-энергосберегающим и социально значимым техническим решением, по утилизации паразитной акустической энергии и материало-энергетической утилизации твердых полимерных отходов.

Научная новизна исследования:

1. Выполнена моделирующая аппроксимация разногабаритных бутылочных емкостей ПЭТ-тары, представленных сообщающимися воздушными полостями горловых и камерных частей, в виде акустических резонаторов Гельмгольца, выполняющих звукопоглощающую частотонастроенную функцию утилизации (подавления) звуковой энергии, генерируемой силовым электротрансформатором.

2. Проведены расчетные исследования, с использованием разработанной уточненной физической модели с частотной настройкой дискретных значений резонансных частот акустических резонаторов Гельмгольца, базирующейся на дополнительном использовании адаптерных удлинителей горловых частей, перфорации их стенок, установке пористых воздухопродуваемых пробок и пористых тканевых перекрытий в их горловых частях.

3. Предложено разработанное семейство оригинальных разнообразных компоновочных схем и технических исполнений звукопоглощающих футеровок в составе внутренних поверхностей стеновых перегородок, дверных и вентиляционных проемов электротрансформаторной подстанции закрытого типа, использующих модифицированную утилизируемую ПЭТ-тару в качестве частотонастроенных технических устройств заглушения звуковой энергии (подавления низкочастотного гула) электротрансформаторной подстанции закрытого типа.

4. Разработанные технические решения обладают мировой новизной, подтверждаемой выдачей охранного документа интеллектуальной собственности Федеральным агентством интеллектуальной собственности РФ (ФАИС РФ), в виде патента на изобретение RU 2634589 «Низкошумная электротрансформаторная подстанция закрытого типа».

5. Предложен экологически чистый инновационный технический прием рециклированной утилизационной переработки твердых полимерных отходов ПЭТ-тары, исключающий трудоемкие, экономически затратные и экологически грязные типичные термохимические технологии их переработки во вторичный гранулированный сырьевой продукт.

6. Предложенное использование разработанного семейства шумопоглощающих технических устройств, использующих утилизируемую бутылочную ПЭТ-тару не ограничивается их применением для электротрансформаторных подстанций закрытого типа, и может быть успешно применено для другого типа шумогенерирующих объектов, смонтированных в закрытых технических помещениях; также они могут найти применение на открытых зашумленных пространствах, в виде установленных оригинальных конструкций шумозащитных экранов автомобильных дорог, железнодорожных путей, открытых участков метрополитенов, находящихся в черте селетбных территорий населенных пунктов и рекреационных зон.

Научно – технической, теоретической и методологической базой являлись физические основы технической акустики, действующая нормативная документация по эксплуатации электротехнического технологического оборудования промышленных предприятий, опубликованные по теме диссертационных исследований научные труды семинаров и конференций, научные монографии и публикации в периодических научно – технических изданиях, технические описания патентов на изобретения, содержащиеся в электронных библиотеках Федеральной службы по интеллектуальной собственности (ФСИС),

изложенные на сервере Федерального института промышленной собственности (ФИПС) по адресу <http://www1/fips.ru> и/или <http://www.freepatent.ru>, относящиеся к способам, веществам и техническим устройствам, которые могут использоваться для снижения уровня шумового загрязнения окружающей среды.

Результаты диссертационных исследований направлены на выполнение эффективной утилизации паразитной звуковой энергии (подавление электротрансформаторного гула), распространяющийся на селитебных территориях, при сопутствующей реализации технических решений, направленных на уменьшение загрязнения окружающей среды твердыми полимерными отходами, представленными утилизируемой бутылочной полиэтилентерефталатной тарой (ПЭТ-тарой).

Результаты диссертационной работы рассматривались и обсуждались на научно-технических конкурсах и семинарах кафедры Управление промышленной и экологической безопасностью Тольяттинского государственного университета в 2014 - 2018 годах, а также на городских, областных, всероссийских и международных конференциях и конкурсах: Всероссийский инженерный конкурс г. Санкт-Петербург 2016г., XI Международная молодежная научная конференция Тинчуринские чтения г.Казань 2016г., XLII Самарская областная студенческая научная конференция г.Самара 2016г., конкурс инновационных научно-исследовательских проектов Project Show Technology City 2016г., конкурс Инновационных проектов по охране труда, экологической, промышленной, пожарной безопасности SAFETY г.Сочи 2016г., конкурс Инновационных научно-исследовательских и творческих проектов Окружающая среда. Техносфера. Безопасность 2015г., научно-практическая конференция Студенческих дни науки в ТГУ 2015г., конференция Студенческие дни науки 2015г., XLI Самарская областная студенческая научная конференция секции Проблемы безопасности жизнедеятельности г.Самара 2015г., конференция Молодой ученый 2015г.

По теме диссертации, автором опубликовано 6 научно-технических публикаций:

1. Жданов С.А., Ресурсосберегающие экологичные шумозаглушающие модульные элементы из утилизируемой бутылочной ПЭТ-тары // Материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Научная сессия ТУСУР. 2016. С. 198-200.

2. Жданов С.А. Применение утилизируемой бутылочной ПЭТ-тары в качестве частотонастроенных акустических резонаторов Гельмгольца // Доклады XLII международной научно-технической Самарской научной конференции. 2016. С. 228.

3. Жданов С.А. Разработка семейств технических устройств ослабления акустического излучения электротрансформаторной подстанции закрытого типа // Инновационные проекты по охране труда, экологической, промышленной и пожарной безопасности. Доклады международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 2016. С. 57-60.

4. Жданов С.А., Разработка экологических инновационных технических устройств ослабления акустического «низкочастотного» излучения электротрансформаторной подстанции закрытого типа // Материалы докладов XI Международной молодежной научной технической конференции Тинчуринские чтения. 2016. С. 294-295.

5. Жданов С.А., Фесина М.И., Горина Л.Н.; Разработка семейств технических устройств ослабления акустического «низкочастотного» излучения электротрансформаторной подстанции закрытого типа // Материалы докладов второй международной научно-технической конференции Динамика и виброакустика машин. 2014. С. 340-345.

6. Пат. 2634589 Российская Федерация, МПК H01F 27/33, H02B 7/06, E04B 1/74 Низкошумная электротрансформаторная подстанция закрытого типа [Текст] / заявитель и патентообладатель Тольяттинский

государственный университет . - № 2016106494 ;заявл. 24.02.2016 ;
опубл.01.11.2017, Бюл. № 31. – 4 с. : ил.

1 Информационный анализ технических средств улучшения акустической безопасности силовых электротрансформаторов и эксплуатируемых электротрансформаторных подстанций

Под воздействием переменных магнитострикционных и электромагнитных сил, которые возникают в магнитной системе и переменным динамическим силам, возникающим в изолированных обмотках, создаются механические колебания в активной части силового электротрансформатора. «При этом, доминирующей виброшумовозбуждающей силой является магнитострикционная составляющая» [1].

«В сетях переменного тока с промышленной частотой $f_c=50$ Гц при значениях индукции более 1,4 Тл магнитострикционная составляющая проявляется на кратных ей гармониках $f_1=2f_c=100$ Гц, $f_2=4f_c=200$ Гц и $f_3=6f_c=300$ Гц. При перемагничивании активной части магнитной системы электротрансформаторов индукция в ней достигает максимума дважды за один период частоты сети переменного тока, что соответствует двукратному динамическому изменению длины стальных листов магнитопровода (магнитной системы). Этим, в частности, и обусловлены периодические колебания магнитной системы с удвоенной частотой ($f_1=2f_c=100$ Гц) по отношению к частоте сети переменного тока ($f_c=50$ Гц) и сопутствующими ей кратными гармониками $f_2=4f_c=200$ Гц и $f_3=6f_c=300$ Гц» [1].

В основном, излучение звука происходит с боковых поверхностей изолированных обмоток, различных крепежей, колец, которые прессуют каждую обмотку силового электротрансформатора.

Значительно усиливают акустическое загрязнение от силового электротрансформатора изменяющиеся по времени резонансные явления, которые выражены вибрацией вспомогательных частей – трубопроводов, вентиляционных каналов и поверхностью бака для масла.

«Радиаторы системы охлаждения могут также являться значимыми структурными источниками шумового излучения вследствие больших поверхностей звукоизлучения и возможных возникновений (возбуждений) резонансных механических колебаний отдельных деталей охладителя, передачи вибрации от масляного бака, в то время как маслонасосы, используемые в системах охлаждения, как правило, не оказывают какого-либо значимого влияния на результирующее звуковое поле электротрансформаторной подстанции. Передача вибрационной энергии от активной части силовой электротрансформатора к стенкам бака происходит твердыми путями передачи - через опоры либо через элементы крепления активной части к баку, а также через находящееся в нем охлаждающее масло. В составе электротрансформаторной подстанции, наряду с тонкостенными, пластинчатого типа вибрирующими частями масляного бака, шумогенерирующими элементами могут являться закрепленные на баке лестницы, трубопроводы, расширители входящие в состав электротрансформаторной подстанции закрытого типа устройства вентиляционного охлаждения активной части силового электротрансформатора, представленные системами охлаждения с естественной или принудительной циркуляцией воздушных потоков, содержащие открытые вентиляционные каналы, также являются интенсивными источниками и непосредственными путями передачи в окружающую среду паразитных низкочастотных шумовых излучений электротрансформаторного гула» [1].

Для снижения акустических излучений силового электротрансформатора, представленного на рисунке 1, применяют стандартные известные конструктивные и технологические способы, они представлены в следующих проектах:

- организация звукоизоляции источников виброакустических загрязнений внутри активной части силового электротрансформатора, а также вентиляционных охлаждающих конструкций.

- применение оптимальных конструкций изоляции металлических стенок бака от источников вибрации – устройств вентиляционного охлаждения и активной активной части силового электротрансформатора.

- минимизация свободных механических колебаний навесных элементов, которые расположены на баке, а также самих металлических стенок бака, посредством интеграции виброгасящих покрытий на стеновые конструкции, а также использование виброгасителей, которые настроены на динамические колебания.

- использование добавочных звукоизоляционных и противозумных конструкций (защит) в варианте шумопоглощающих кожухов и экранов, звуковых покрытий, однослойных перфорированных шумозаглушающих облицовок, многослойных слоистых скомпонованных плит, презентованных чередующимися частыми звукоотражающими и перфорированными шумопоглощающими мембранами.

- «ослабление передачи вибрационной энергии твердыми путями через опорные профили элементов рамы и каркаса крепления корпуса электротрансформатора через его фундаментное основание на присоединенные элементы ограждающих панелей стен, пола, потолка (крыши) помещения (здания) электротрансформаторной подстанции и/или на соответствующие смежные примыкающие строительные конструкции производственного, общественного или жилого помещения, в составе которого он находится, достигаемой путем устранения (ослабления) жестких (твердых) динамических связей со строительными конструкциями помещения (здания), включая применение фундаментного основания большой массы (по меньшей мере, в 10 раз большей, чем масса установленного на нем силового электротрансформатора), использованием высокоэффективных, присоединенных к элементам силового электротрансформатора, конструкций виброизоляторов, вибродемпферов и динамических виброгасителей» [1].

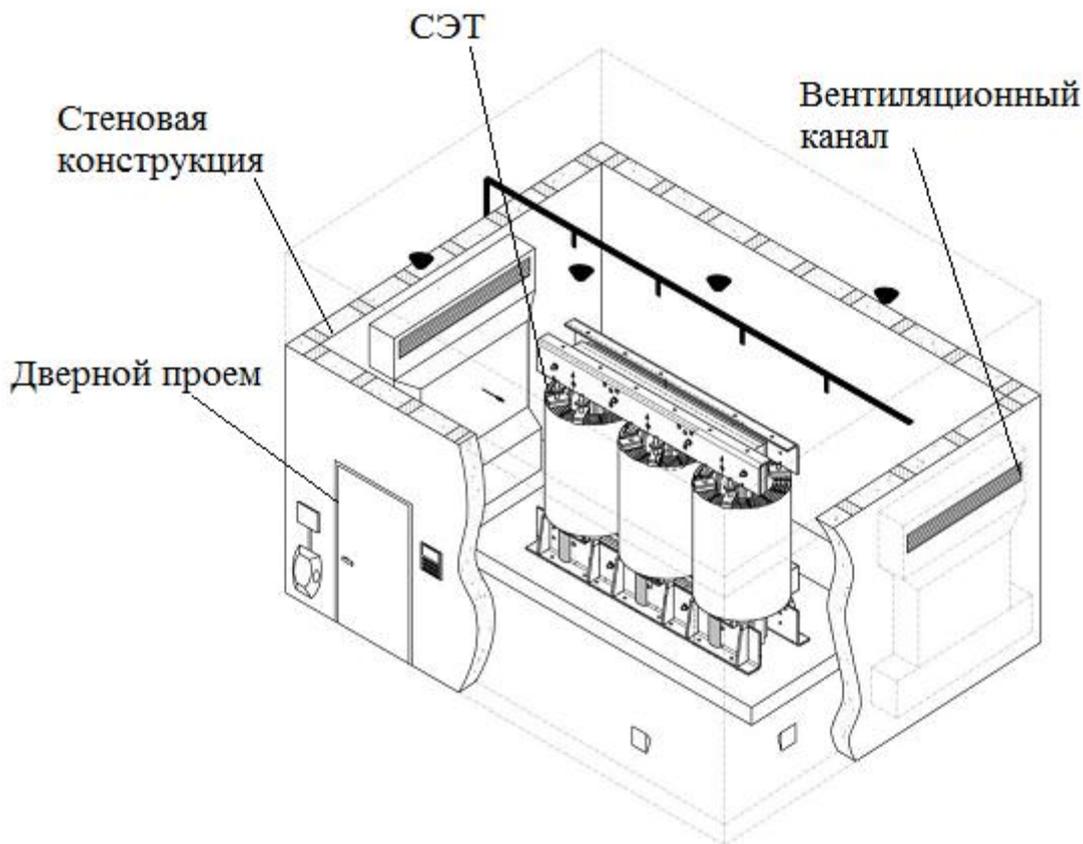


Рисунок 1 - Электротрансформаторная подстанция закрытого типа

Силовой электротрансформатор, который представлен в виде электротрансформаторной подстанции, может располагаться в рекреационной зоне, где могут находиться люди или другие живые организмы (находится на общих жилых территориях). Силовой электротрансформатор может находиться в изолированном/закрытом автономном здании (сооружении) закрытого типа, представленном например, в варианте цельнометаллической шумозаглушающей сферы и/или строения из кирпича, либо прочных Ж/Б (железобетонных) блоков. «Также, такого типа электротрансформаторная подстанция, может быть представлена в виде встроенного закрытого (изолированного) помещения, входящего в состав производственного, общественного или жилого здания, содержащего сборные крупнопанельные (железо-бетонные, каркасно-металлические, крупноблочные монолитные или ручной кирпичной кладки) конструктивно-

технологические исполнения ограждающих панелей стен (стеновых перегородок, пола, потолочного перекрытия) помещения здания электротрансформаторной подстанции закрытого типа. Такого типа электротрансформаторная подстанция носит название электротрансформаторная подстанция закрытого типа» [1]. «Шумовое излучение силового электротрансформатора в составе электротрансформаторной подстанции закрытого типа по сравнению с подстанцией открытого типа характеризуется уменьшенной интенсивностью акустической энергии передаваемой в окружающую среду (на прилегающие жилые территории, в смежные помещения строительного сооружения здания). Однако, вследствие доминирующего характера низкочастотного шумового излучения СЭТ ($f=100...300$ Гц), проявляющегося в виде электротрансформаторного гула и обладающего, как известно, высокой проникающей способностью, с его интенсивным распространением на большие расстояния без заметной доли диссипативного поглощения акустической энергии, звукоизолирующая способность типичных ограждающих конструкций электротрансформаторных подстанций закрытого типа не всегда является достаточной (эффективной)» [1]. «В особенности, это относится к конструктивным элементам, характеризующимся не только слабыми звукоизолирующими свойствами, но и способствующими усиленной передаче акустической энергии из замкнутого пространства помещения (здания) электротрансформаторной подстанции, как в окружающую среду, так и в смежные помещения строительного сооружения здания (тонкостенные панельные элементы, слабая звукоизоляция уплотнителей, открытые волноводные звукопередающие каналы). В первую очередь это относится к дверным проемам и открытым вентиляционным каналам (проемам) помещения (здания) электротрансформаторной подстанции закрытого типа» [1].

«Возможность возникновения пожара различного типа в эксплуатируемых электроустановках, в данном случае -

электротрансформаторной подстанции закрытого типа, достаточно мала, однако последствия от такого инцидента могут быть внушительными. Пожары на электротрансформаторной подстанции могут нарушить обыденную жизнь человека, а предприятия могут понести значительные убытки. Подготовленность организационно-технических мероприятий к предупреждению и тушению пожара в электроустановке, в виде своевременной профилактики и соблюдения противопожарных требований, позволяют снизить риск их появления и уменьшить материальные потери последствия пожара» [1].

В соответствии с данными, которые представлены на рисунке 2, «основными причинами пожара, возникающими на электротрансформаторных подстанциях, являются воспламенение силовых электрических кабелей при КЗ (35%), возгорание масла в конструкции радиатора СЭТ(22%), из-за неэффективного гашения электрической дуги в высоковольтных выключателях(15%), а так же , которые производятся непосредственно с СЭТ (сварка, резка – 28%)» [3].

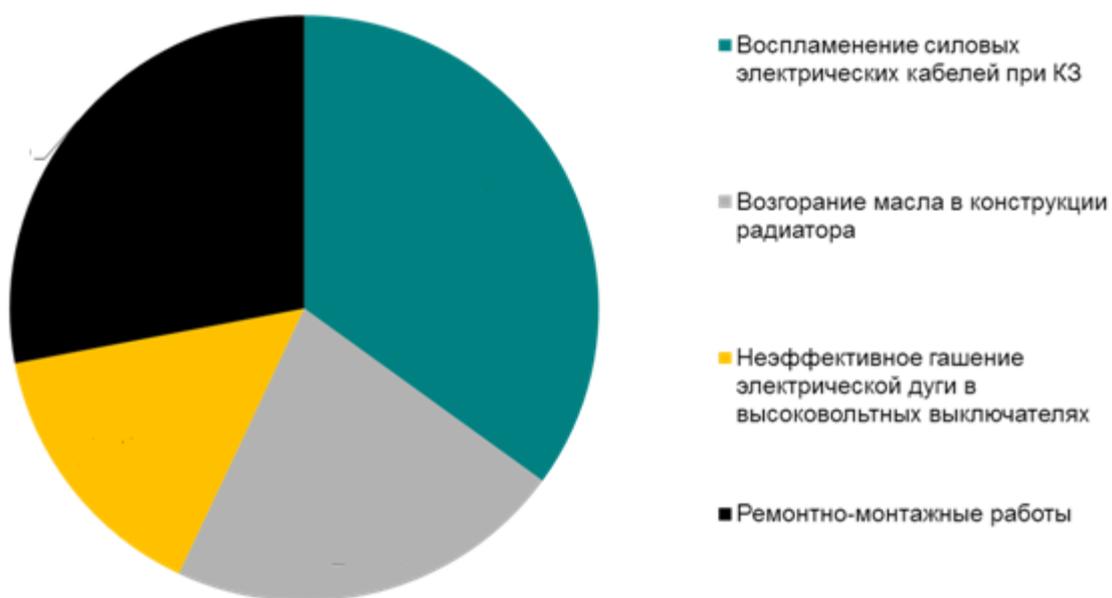


Рисунок 2–Основные причины пожара

«Наиболее подвержены возгораниям в электротрансформаторной подстанции электросиловые кабельные линии находящиеся под напряжением. Вся электрическая проводка (высоковольтные провода) от электротрансформаторной подстанции до распределительного щита должна иметь негорючую изоляцию и должна быть неподвижно зафиксирована в огнестойких каналах раздельного типа. Все линии электропередач должны иметь системы автоматического отключения при перегрузке или КЗ» [1].

«Для того, чтобы рабочий обслуживающий персонал, который находится рядом с электротрансформаторной подстанцией, успел оперативно эвакуироваться в случае возникновения аварии, электропроводка, подведенная к техническим устройствам обеспечения пожарной безопасности, дополнительно оборудуется огневой защитой, чтобы она смогла сохранить свою работоспособность (изоляционные свойства) во время пожара» [1].

«При любых огневых ремонтно-монтажных работах, производимых внутри помещения электротрансформаторной подстанции, где возможно появление искр, плавление материала, например при сварке, сверлении, резке, должны соблюдаться правила соответствующие правилам противопожарного режима Российской Федерации» [1].

«С целью соблюдения предъявляемых нормативных требований пожаробезопасности (О противопожарном режиме № 390, ПУЭ и ПТЭП) в составе разработанной концептуальной схемы технического устройства, могут дополнительно применяться антипирены – вещества или смеси веществ, предохраняющих от самостоятельного воспламенения и горения конструкционных материалов органического происхождения. Предлагаемые к применению распространенные антипирены – гидроксид алюминия, соединения бора, сурьмы, хлоридов, органические и неорганические соединения фосфора» [1].

Для обеспечения требований норм пожарной безопасности могут использоваться звукопрозрачные металлические защитные перфорированные

обшивки, в том числе с дублированным воздушным зазором. На «фоне» легко воспламеняемого трансформаторного масла, безобидные защищенные шумозаглушающие конструкции с антипиренным покрытием будут отвечать требованиям законодательства в области пожарной безопасности.

2 Анализ технических характеристик оборудования объекта исследования в составе силового электротрансформатора модели ТМЗ-630/10, смонтированного в помещении электротрансформаторной подстанции ООО СИБУР Тольятти

Трансформаторы типа ТМЗ – силовые трехфазные двухобмоточные трансформаторы общего назначения с масляным охлаждением. Данные трансформаторы используются в комплектных трансформаторных подстанциях.

Трансформатор ТМЗ630/10, представленный на рисунке 3, предназначен для работы в районах с умеренным климатом на высоте не более 1000 м над уровнем моря при рабочих значениях температуры окружающего воздуха от + 40 до – 45 °С. Для холодного климата предназначены трансформаторы, маркированные символом ХЛ, рабочая температура уже варьируется от +40 до -60°С. Номинальной мощностью данного трансформатора является 630кВА, напряжение – 6;10кВ, потери на холостой ход 1050 Вт. Трансформатор обладает следующими габаритно-весовыми характеристиками: полная масса составляет 2150 кг при размерах 1820x1180x1080 мм. Трансформатор нельзя эксплуатировать в условиях тряски, вибрации, толчков, во взрывоопасных и химически активных средах. Область применения – силовые электрические сети общего назначения.

За основу работы трансформатора положен принцип взаимоиндукции. При подключении первичной обмотки трансформатора на переменное напряжение в витках этой обмотки протекает переменный ток, создающий в магнитопроводе переменный магнитный поток. Замыкаясь в магнитопроводе, магнитный поток пронизывает все обмотки трансформатора и наводит в них ЭДС, пропорциональные по величине числу витков этих обмоток.

Основными элементами трансформатора ТМЗ-630/10 являются остов и обмотки, в которых происходит электромагнитный процесс. Кроме того,

трансформатор состоит из целого ряда узлов и элементов, обеспечивающих нормальное прохождение электромагнитного процесса.



Рисунок 3 – Общий вид трансформатора ТМЗ-630/10

К ним относятся:

- изоляционные конструкции, обеспечивающие изоляцию токоведущих частей;
- отводы и вводы для присоединения обмоток к линии электропередачи;
- переключатель для регулирования напряжения трансформатора;
- бак, который наполняется трансформаторным маслом;
- радиаторы для охлаждения трансформатора и др.

Для интенсивного отвода тепла в атмосферу предусмотрены радиаторы. Кроме вышесказанных узлов трансформатор имеет:

- манометрический сигнальный термометр для контроля температуры верхних слоев масла;

- указатель уровня масла;
- электроконтактный мановакууметр для контроля давления;
- реле давления для защиты трансформатора от чрезмерного повышения давления;
- термосифонный фильтр.

Для трансформатора ТМЗ630/10 применяется масляное охлаждение. Охлаждающей поверхностью служат стенки бака и радиаторы.

На рисунке 4 представлена план-схема размещения универсальной комплектной трансформаторной подстанции с двумя трансформаторами Т-1-12 и Т-2-12.

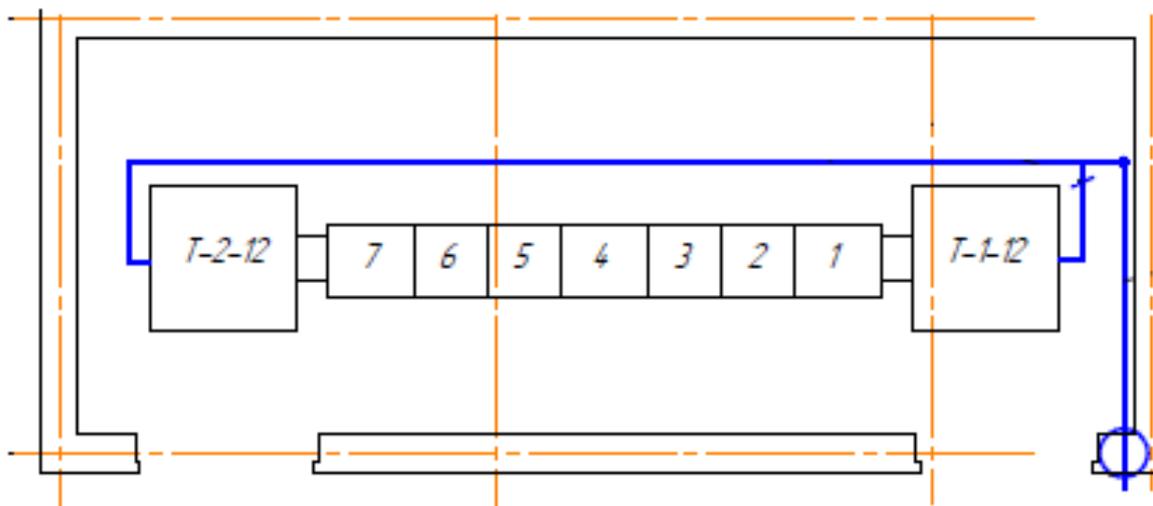


Рисунок 4 – План-схема размещения TMZ630/10

Трансформатор TMZ630/10 следует эксплуатировать, соблюдая все правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Не разрешается:

- производить ремонтные работы, либо выполнять всевозможные переключения, при условии, что он находится под напряжением;
- покидать место производства работ без блокировки выключателя;
- использовать в работе деформированные составные части электроустановки;

- запрещается ввод в работу электроустановки без соответствующей заправки/ заливки масла в систему;
- эксплуатировать электроустановку без требуемого заземления;
- эксплуатировать трансформатор, если на реле давления установлена временная стальная заглушка.

Производственный шум – это шум, который возникает на рабочем месте работника, во время выполнения им производственного процесса, на территории работодателя (цех, участок либо выделенная территория и так далее). Шум, который распространяется от различных шумогенерирующих объектов, оказывает негативное воздействие на организм человека, повышается общая заболеваемость у сотрудника. В особенности, это отражается на нервной системе, у человека появляются такие симптомы, как переутомление и истощение клеток головного мозга. Работая условиях повышенного шума, у работника возникает риск получения травм и профессиональных заболеваний, снижается работоспособность и производительность труда в течении рабочего дня, появляется бессонница, сотрудник быстро устает. У работника ухудшается восприятие предупредительных сигналов и теряется слуховой контроль оборудования, что может привести к несчастному случаю. Шум вызывает нарушения физиологических функций человека и делится по характеру на шум, который: а) мешает голосовой связи между работниками; б) вызывает нервное раздражение, что приводит к переутомлению и снижению работоспособности; в) нарушает физиологические функции на продолжительный период времени, что вызывает различные профессиональные заболевания, которые связанные с восприятием звуков: тугоухость, повышенное артериальное давление и т.д. г) в короткий промежуток времени травмирует физиологические функции организма сотрудника. Шум это физическое явление, которое представляет собой совокупность звуковых колебаний звуков разной интенсивности и частоты в упругой среде во времени. Так же, шум – это ощущение, которое

воспринимает сотрудник во время воздействия на него звуковых волн частот от 16 до 20 кГц. Максимальное звуковое давление, которое воспринимается ухом человека как звук является болевым порогом, и превышение этого порога может вызвать необратимые последствия для сотрудника, например, разрыв барабанной перепонки. Болевым порогом при частоте в 1кГц принято считать звуковое давление равное 20 Н/м². Все характеристики источников шума определяются в соответствии с ГОСТ 12.1.003-86. ССБТ «Шум, общие требования безопасности». Шум оказывает воздействие на организм человека в зависимости от его продолжительности, уровня и характера шума, а также индивидуальных особенностей человека. Даже небольшой уровень шумового воздействия на организм человека, порядка 60дБА, создает ощутимую нагрузку на центральную нервную систему человека, оказывая на него психофизиологическое воздействие. В основном, это отражается на офисных сотрудниках, которые трудятся за ПЭВМ. Даже самый незначительный шум по разному воздействует на человека. В основном это зависит от: возраста, здоровья, тяжести и напряженности труда, а также психологического состояния. Доказано, что такие серьезные заболевания, как заболевания с сердцем и желудочно-кишечным трактом, повышенная нервозность, в ряде случаев заболевания кожи, напрямую зависят от нагрузки центральной нервной системы в процессе трудовой деятельности. Зачастую, преждевременная усталость и заболевания – это прямое следствие отсутствия тишины во время отдыха. Поэтому, шум величиной в 35 дБА, является очень тревожным фактором, который может беспокоить человека в ночное время. С увеличением уровней до 70 дБА и выше шум может оказывать определенное физиологическое воздействие на человека, приводя к видимым изменениям в его организме. Определенные негативные изменения в деятельности организма человека оказывает постоянный шум до 75 дБА. Восприятие звуков на высоких частотах ухудшается при постоянном воздействии на организм человека шума, который превышает 85 дБА. Сотрудник, постоянно работающий в среде, которая загрязнена вредным

шумом свыше 80 дБА, привыкает к нему. При продолжительном воздействии на организм человека происходят необратимые изменения, такие как глухота и изменение работы вестибулярного аппарата. При воздействии на работника шума в диапазоне свыше 145 дБ существенно возрастает риск травмирования барабанной перепонки.

На ООО «СИБУР Тольятти» применяется риск ориентированный подход. Цель оценки рисков по ОЗ и БТ - идентификация опасных и вредных факторов для жизни и здоровья работников на рабочих местах и управление выявленными рисками, прежде чем они приведут к травме или профзаболеванию работника. АБВР - это проведение общего анализа безопасности выполнения работы каждым работником перед началом любой операции/задачи.

Эффективная реализация процесса идентификации опасностей и управления рисками в области охраны здоровья и безопасности труда (ОЗ и БТ) состоит из трех направлений,

Направление – I: Анализ безопасного выполнения работ (АБВР).
Представлено пять этапов безопасности.

Шаг 1. Выявить угрозы на рабочем месте. Необходимо проанализировать все виды опасностей, которые могут нанести травму во время производства работ.

Шаг 2. Дать оценку возможным последствиям. Как мои действия могут повлиять окружающую обстановку на дальнейшее развитие событий?

Шаг 3. Проанализировать средства индивидуальной защиты органов зрения, органов слуха, органов дыхания, которые могут пригодиться. Какие действия можно сделать для защиты сотрудников от воздействия от вредных факторов?

Шаг 4. Определить возможные действия для сведения последствия ЧП к минимуму. Какие действия я могу сделать в случае аварии?

Шаг 5. Продумать решение о начале работы, либо о ее возобновлении.

Ответив на эти 5 вопросов человек принимает решение, продолжить работу, либо нет.

Направление – II: Оценка рисков при выполнении стандартных/повторяющихся работ.

Периодичность проведения: плановая – 1 раз в 3 года внеплановая – по приказу/распоряжению генерального директора Предприятия.

Этап № 1 (подготовительный):

1.1 Обучение руководителей в службах охраны труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды предприятия по методике идентификации опасностей и оценки рисков в области ОЗ и БТ.

1.2 Определение графика в каждом подразделении и работников - представителей каждой профессии/должности для последующего заполнения анкет.

Этап № 2 (проведение оценки рисков):

2.1 Проведение линейных обходов рабочих мест/обслуживаемого оборудования с фокусом на выявление опасных/вредных факторов на рабочих местах

2.2 Заполнение Анкеты выявления опасностей и рисков на рабочем месте

2.3 Формирование Перечня опасностей и рисков подразделений

Этап № 3 (заключительная часть):

3.1 Формирование и утверждение Реестра существенных опасных факторов и связанных с ними рисков Предприятия

3.2 Включение мероприятий, указанных в Реестре, в годовой план событий в области охраны труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды для снижения уровня рисков

3.3 Извещение сотрудников Предприятия о результатах оценки рисков ОЗ и БТ

3.4 Включение Перечня опасностей и рисков по подразделениям в программы первичных и повторных внеплановых инструктажей подразделений

Направление – III: идентификации опасностей и управления рисками при работах повышенной опасности и нестандартных работах.

На ООО «СИБУР Тольятти» действует эффективная реализации процесса ИОиОРВА – идентификация опасностей и оценка рисков возможных аварий. Общее время выполнения операции: в зависимости от объема сложности объекта. Для проведения ИОиОРВА необходимы следующие инструменты, материалы, приспособления: компьютер, технологические схемы, технологический регламент, производственные и технологические инструкции, нормы режима, установочные давления ППК, уставки сигнализаций и блокировок систем ПАЗ, разрешенные параметры эксплуатации оборудования, информация о происшествиях, информация о предписаниях государственных органов, проектор, флип-чарт / маркерная доска, маркеры. Целью идентификации опасностей и оценки рисков возможных аварий (ИОиОРВА) является определение всех возможных опасностей и рисков для обеспечения мер по сокращению происшествий, которые могли бы повлечь травмы, порчу имущества, токсические выбросы и любые потенциальные последствия. Существует три этапа идентификации опасностей и оценки рисков возможных аварий.

Этап №1 (подготовительные работы):

1.1) Подготовка руководителей, специалистов и работников процессу ИОиОРВА.

1.2) Составление плана-графика проведения сессий по ИОиОРВА.

1.3) Организация рабочей группы для проведения сессий по ИОиОРВА.

ЭТАП № 2(проведение сессий по ИОиОРВА):

2.1) Сбор участников рабочей группы (начальник производства, ИТР подразделения, специалисты электрослужбы, ОТ и ПБ, КИПиА).

2.2) Проведение анализа «Что? Если?», определение влияния следующих факторов:- технологических (например изменение параметров / качества или прекращение подачи сырья, топлива, реагентов, энергоресурсов и т.д.)- технических (например отказ насоса, клапана, датчика и прочих устройств, разгерметизация фланцевого соединения, трубопровода или аппарата, заклинивание запорно-регулирующей арматуры и т.п.).

2.3) Определение возможных последствий возникновения выявленного риска.

2.4) Установление существующих средств защиты для митигации выявленного риска.

2.5) Определение тяжести и вероятности возникновения риска по «Матрице рисков возможных аварий».

2.6) Разработка мероприятий (мер для рассмотрения) для митигации выявленного риска.

ЭТАП № 3(заключительная часть):

3.1) Оформление отчета по результатам проведения ИОиОРВА. Оценка состояния технологического блока по перечню контрольных вопросов.

3.2) Оценка человеческого фактора возможного возникновения опасности

3.3) Разработка рекомендаций (мероприятий) для митигации выявленных рисков по результатам проведения ИОиОРВА.

3.4) Подписание отчета по результатам проведения ИОиОРВА участниками рабочей группы.

3.5) Согласование отчета и рекомендаций (мероприятий) по результатам проведения ИОиОРВА с главными специалистами Предприятия.

3.6) Утверждение отчета и рекомендаций (мероприятий) по результатам проведения ИОиОРВА с Генеральным директором Предприятия.

3.7) Внесение рекомендаций (мероприятий) по результатам проведения ИОиОРВА в программу ППОФ для митигации выявленных рисков.

Для того, чтобы организовать безопасный труд на площадке ООО «СИБУР Тольятти» были введены ключевые требования безопасности:

1. Не информирование служб предприятия об авариях, фактах производственного травматизма, пожарах, инцидентах, потенциально опасных происшествиях.

За не информирование служб о свершившихся фактах аварий, пожарах, инцидентах, фактах производственного травматизма – увольнение. За сокрытие информации о потенциально опасных происшествиях – выговор.

Соккрытие информации о происшествии приводит к отсутствию действий по снижению негативных последствий от них. Отсутствие своевременной медицинской помощи может привести к ухудшению здоровья пострадавшего и даже его смерти.

Отсутствие действий по устранению последствий аварийной ситуации может привести к травмированию и гибели людей или крупному происшествию. В следующий раз может произойти подобное происшествие, которое приведет к гибели людей, аварии или экологическому происшествию.

Все потенциально опасные происшествия (микротравма, случай алкогольного, наркотического, токсического опьянение на рабочем месте, любое произошедшее событие, которое с большой вероятностью могло привести, но не привело к крупному или значительному происшествию, возгорание, происшествие на железнодорожных путях не общего пользования, дорожно-транспортное происшествие, происшествие при транспортировании опасного груза) должны быть зарегистрированы в подразделении.

2. Организация производства огневых работ, газоопасных, ремонтных, либо работ на высоте, без оформления наряда-допуска, а также несоблюдение пунктов, которые прописаны в нем.

За организацию производства огневых работ, газоопасных, ремонтных, либо работ на высоте, без оформления наряда-допуска – увольнение. За нарушение требований наряда-допуска – выговор.

Работы, в которых риск возникновения травмы, аварии – высок, (например, газоопасные, огневые, земляные, грузоподъемные, на высоте) необходимо выполнять строго в соответствии с выданным наряд-допуском. При отсутствии наряда-допуска к работе повышенной опасности приступать запрещено. Ежегодно в нашей стране работники, не соблюдающие требования нарядов-допусков, получают травмы или погибают, либо становятся виновными в травматизме своих коллег.

Необходимо использовать установленную на Предприятии форму наряда-допуска.

Необходимо присутствие на месте выполнения работ ответственного за выполнение работ, указанного в наряде-допуске. В наряде-допуске должно быть правильно указано место работ, способ их выполнения, оборудование, организационные и технические меры безопасности. Перед началом опасных работ должна быть проведена оценка рисков, разработаны и проведены корректирующие и предупреждающие мероприятия.

Все требуемые разрешения должны быть получены, анализ газовоздушной среды проведен и задокументирован. Инструктаж перед началом работ должен быть проведен со всеми, кто вовлечен в работы или подвержен влиянию опасных факторов при проведении работ.

3. Отключение или нарушение целостности блокировок, противоаварийной автоматической защиты и устройств обеспечения безопасности на действующем оборудовании без соответствующего письменного разрешения.

За отключение или нарушение целостности блокировок, противоаварийной автоматической защиты, систем автоматического пожаротушения на действующем оборудовании, приборов безопасности подъемных механизмов/сооружений без соответствующего письменного

разрешения – увольнение. За разовое отключение или нарушение целостности устройств обеспечения безопасности – выговор, за повторное нарушение – увольнение.

Работники, отключая, нарушая целостность блокировок, противоаварийной автоматической защиты, систем автоматического пожаротушения или блокируя устройства безопасности, часто не знают и не задумываются о последствиях, которые могут возникнуть.

Эксплуатация оборудования с выключенной системой противоаварийной защиты и систем автоматического пожаротушения с большой вероятностью может привести к травмированию работников, поломке оборудования и даже аварии.

Должны быть определены приказом по Предприятию компетентные ответственные лица, которые знают и понимают работу систем безопасности, и могут давать разрешения на отключение блокировок или изменение состояния других приборов безопасности.

В случае необходимости отключения или нарушения целостности блокировок, противоаварийной автоматической защиты, систем автоматического пожаротушения на действующем оборудовании, приборов безопасности подъёмных механизмов/сооружений работник должен обратиться к определенному приказом ответственному лицу за разрешением либо руководствоваться регламентирующими документами.

На Предприятии должен быть определен перечень блокировок, противоаварийной автоматической защиты, систем автоматического пожаротушения, приборов безопасности подъёмных механизмов/сооружений, отключение или нарушение целостности которых запрещено без соответствующего письменного разрешения.

Линейные руководители подразделений Предприятия несут ответственность за полноту перечней блокировок, противоаварийной автоматической защиты, систем автоматического пожаротушения, приборов безопасности подъёмных механизмов/сооружений, а также за выявление

случаев несанкционированного отключения и нарушения целостности данных устройств.

Работники должны следить за состоянием ограждающих конструкций, кожухов и других устройств обеспечения безопасности, предусмотренных заводом-изготовителем и/или проектной документацией.

4. Появление на территории предприятия в состоянии алкогольного, наркотического или иного токсического опьянения. Увольнение.

Это нарушение закона (ст. 81 Трудового Кодекса РФ: Трудовой договор может быть расторгнут работодателем в случаях: ... появления работника на работе (на своем рабочем месте, либо на территории организации - работодателя или объекта, где по поручению работодателя работник должен выполнять трудовую функцию) в состоянии алкогольного, наркотического или иного токсического опьянения).

Работник, находящийся в состоянии опьянения, несет потенциальную опасность для себя, других работников, а также для Предприятия в целом.

Сотрудник находясь в состоянии какого-либо опьянения, может стать причиной травматизма на предприятии.

5. Курение на территории предприятия вне специально отведенных для этой цели мест или использование открытого огня без специального разрешения.

Это нарушение закона (ст. 10 Закона N 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака») предоставляет индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам право устанавливать запрет курения табака на территориях и в помещениях, используемых для осуществления своей деятельности).

В производственной зоне возможно выделение паров легковоспламеняющихся веществ.

Зажженная сигарета или открытый огонь могут привести к пожару или взрыву.

Пожары на производстве ежегодно уносят жизни людей и причиняют огромный материальный ущерб имуществу предприятий

Риск возникновения пожара в трансформаторе низкий, но даже если риск незначителен, последствия могут быть очень серьезными, если это произойдет. На предприятие ООО «СИБУР Тольятти» успешно продвигается «практика пожарной безопасности». Для этого необходимо представлять типичные варианты развития аварии, которая может произойти внутри электротрансформаторной подстанции закрытого типа. Необходимо представлять реальные и возможные стратегии для предохранения от пожара, а также знать уже существующие инциденты, которые могут произойти с трансформатором, так и с электротрансформаторной подстанциями. Данные рекомендации предназначены для использования работниками, которые обслуживают трансформатор и инженерно-технических работников, которые разрабатывают проектно-технологическую документацию электротрансформаторных подстанций закрытого типа. Цель - помочь определить и применить лучшие практики и оценку риска во время наступления инцидента. Данные рекомендации на ООО «СИБУР Тольятти» не заменяют Российские, областные или местные нормативные правовые акты, которые должны быть учтены обязательном порядке, а так же соблюдаться в обязательном порядке. Данные рекомендации предполагают, что сотрудник обладает основами понимания устройств электротрансформаторов, а также дополнительного технологического оборудования подстанций.

Исключение такого фактора, как разрыв оболочки трансформатора и последующий разлив масла на рельеф окружающей среды, имеет решающее значение для локализации последствий ЧП в работе электротрансформатора и снижения риска того, что незначительный пожар, который возник внутри электротехнической установки, перерастет в катастрофически крупный пожар. Одной из главных целей данной главы, является определение ключевых параметров, которые влияют на повреждение трансформатора.

Рассмотрены результаты моделирования, лабораторных испытаний и опыта технической эксплуатации, которые позволяют получить представление о состоянии оборудования в этой области.

Мы рассмотрим две разные ситуации:

Ситуация №1. Трансформатор может загореться с последующим горением.

Ситуация №2. Трансформатор может воспламениться из-за пожара, который возник рядом с электротрансформаторной подстанцией закрытого типа.

В нашем случае мы остановимся на варианте, когда происхождение огня вызвано самими трансформатором.

Одной из самых распространенных причин возникновения воспламенения в трансформаторе является неисправность его составных частей. Горение внутри трансформатора может продолжаться настолько долго, пока все масло не выльется через составные элементы, и огонь не перекинется наружу, а также пока в трансформаторе не выгорит все масло или другие горючие жидкости, которые присутствуют внутри силового электротрансформатора. Однако, в случае, когда трансформатор не является очагом пожара, который возник рядом с ним, риск горения всех составных конструктивных частей трансформатора увеличивается в разы.

Риск пожара определяется как вероятность умноженная на последующий риск пожара трансформатора, а также вероятность событий, связанных с последующими разрушениями трансформатора, а также возможное воспламенение других составных конструкций электротрансформатора. За подобного рода инциденты, лицо, ответственное за пожарную безопасность в подразделении, может быть привлечено, по решению суда, к административной ответственности, в том числе, если произошло загрязнение окружающей среды, зафиксирован факт производственного травматизма, и в крайних случаях - потеря человеческой жизни, к уголовной. Термин "риск" используется, когда мы говорим о

вероятности наступления события, такого как пожар в электротрансформаторной подстанции закрытого типа.

Вероятность возгорания трансформатора составляет порядка 0,1 % за год эксплуатации подстанции, то есть один пожар на тысячу трансформаторов в год. Это не высокая вероятность, но последствия почти всегда масштабные – полная потеря электротрансформатора, в том числе со сопутствующим ущербом других окружающих объектов.

Инциденты часто происходят с некоторым загрязнением окружающей среды и потерями поставок в электроэнергии различной продолжительности. Процент таких чрезвычайных происшествий составляет порядка 0.1%

Данный процент инцидентов может показаться низким, но общая вероятность наступления данного происшествия в среднем составляет 4% для трансформаторов со средним сроком службы в 40 лет.

Как мы видим, этот риск несоразмерно мал, но, безусловно, потери от возможного пожара будут слишком высоки, чтобы игнорировать и ничего не делать с риском воспламенения электротрансформатора. Вероятность пожара в трансформаторах существенно различается, если мы говорим о промышленных и бытовых электротрансформаторах. Так же риск возникновения пожара зависит от типа/ мощности электротрансформатора, например, если один из двух электротрансформаторов работает с напряжением выше, чем первый, то соответственно, он имеет гораздо более высокую вероятность возникновения пожара с последующим воспламенением и горением продуктов рядом с ним. Когда отказ в работе трансформатора приводит к пожару, причиной воспламенения часто будет тот участок, где ранее происходил ремонт/ монтаж/ демонтаж, либо замена его составных частей. Поэтому цель при оценке рисков заключается не в том, чтобы сохранить работоспособность электротехнической части при возникновении пожара внутри электротрансформатора, а в том, чтобы предотвратить и минимизировать ущерб для составных конструктивных элементов подстанции и других размещенных устройств/ оборудования,

которые расположены в непосредственной близости от электротрансформатора.

Ниже приведем несколько Потенциально-опасных происшествий, которые произошли на ООО «СИБУР Тольятти».

12 января 2011 года в 21 час 30 минут от максимальной токовой защиты (МТЗ) (I уст.=300 А) отключился трансформатор Т-2, что привело к понижению напряжения на 2 сек. и остановке технологических агрегатов на Установке переработки водного слоя синтеза диметилдиоксана и Установке получения изопрена-ректификата И-6 и И-9. При расследовании причин отключения трансформатора Т-2 ПС-19 от защиты установлено, что пуск электрического двигателя Н-183/4 (Р - 132 кВт, Iн - 245 А) проводился технологическим персоналом цеха И-6 на заклинившем насосе.

Трансформатор ПС-57 Р-2500кВА 6/0,4кВ предназначен для электроснабжения преобразовательной установки отжимной машины линии выделения каучука ЛК-8 установки выделения СКИ (ИП-6).

30.05.2016г. трансформатор выведен в текущий ремонт согласно графику ППР 2016г. утверждённому генеральным директором АО «СИБУР Тольятти». Разрешение на вывод в ремонт Т-1-57 и подготовку рабочего места по наряду допуску выдано начальником смены «Г» цеха электроснабжения Беляковой Н.И. Рабочее место подготовлено оперативно-ремонтным персоналом смены «Г» согласно мероприятий, указанных в наряде - допуске (установка переносных заземлений на выводах 6/0,4 кВ трансформатора) и произведён допуск бригады.

В 11 час. 00 мин. начальник смены «А» дал задание электромонтёрам на сборку схемы Т-1-57 на ПС- 26. При этом не убедился по мнемосхеме и записям в оперативном журнале, что работы по наряду не закончены, переносные заземления не сняты.

Электромонтёры при выполнении команды не осмотрели трансформатор перед его включением, не убедились по записям в оперативном журнале о готовности его включения в работу.

Дежурными электромонтёрами были нарушены правила по охране труда при включении электроустановок после полного окончания работ (не были сняты переносные заземления, плакаты безопасности и т.д.).

При вводе в работу Т-1-57 начальник смены «А» не координировал действия персонала по выполнению работ, не убедился по записям в оперативном журнале о полном окончании работ по наряду и готовности включения электроустановки в работу.

Нарушение порядка сдачи-приемки смены (знакомство с записями в оперативном журнале) и порядка производства оперативных переключений, отсутствие координации действий начальника смены «А» за проведением операций подчинённого персонала при включении электроустановки в работу, привели к ошибочным операциям по вводу в работу оборудования и как следствие нарушению внутреннего электроснабжения ТПП.

31.05.2016г. в 10 ч. 35мин. при подаче напряжения на трансформатор ПС-57 с ПС-26 ячейки 13 произошло отключение высоковольтного выключателя от электрозащит, что привело к частичному останову технологического оборудования установки выделения СБСК (Е-2).

При возникновении внештатных ситуаций, необходимо свести к минимуму и, если возможно, избежать воздушных загрязнений и загрязнений окружающей среды при пожаре электротехнического устройства. Особенно окружающей среды за границами подстанции. Потенциальные загрязнения представлены воздушными продуктами горения в виде дыма, сажи и вредными перегарами, так же несоизмеримым вредом, который наносится грунтовыми водам маслами или химикатами, включая вспененными веществами и другими тушащими смесями, которые могут быть использованы в тушении пожара.

Рассмотрим некоторые типы трансформаторов, которые широко используются на ООО «СИБУР Тольятти», это электротрансформаторы от 6кВ до 10кВ, в нашем случае это ТМЗ-630. Однако, много из рекомендаций также будут применимы для электротрансформаторов более низкой номинальной мощности. Так как мы рассматриваем масляный трансформатор ТМЗ-630/10, то основной упор, в целях минимизации пожарных рисков, делается на минеральных масляных трансформаторах, у которых в активной части используются сердечник с прокатанной сталью с наполнителем, а также покрытые эмалью медные и алюминиевые обмотки, в том числе с масляным стальным баком, который выведен наружу. Технический дизайн и конструкция трансформаторов учитывается при разработке конструкций для определённого вида электротрансформатора. Однако, некоторые из этих трансформаторов имеют особые характеристики и требования к установке, которые требуют особого внимания. Большая часть из жидкостей, которые применяются в электротрансформаторе ТМЗ-630, имеют точку воспламенения свыше 28°, и, соответственно, эти трансформаторы менее подвержены возникновению пожара. Электротрансформаторы, в которых в качестве охлаждающего вещества используется газ SF₆, менее подвержены риску возникновения пожара, либо дальнейшее распространение пожара близко к нулю.

Ниже рассмотрим возможные очаги возникновения огня и типичные сценарии пожара трансформатора. Риск возникновения пламени в электротрансформаторе зависит от потребления тепловой энергии, кислорода и топлива. Эти три элемента обеспечивают очень хорошее представление того, что требуется, чтобы инициировать и поддерживать огонь, а также, как огонь может быть предотвращен или потушен. Для того, чтобы огонь существовал и распространялся, ему необходимы три ключевые элемента тепло, топливо и кислород в определенных пропорциях. Без кислорода огня не будет. Без тепла огня не будет. Без топлива огня не будет.

Если хотя бы один из этих трех элементов отсутствует, то пожар не начнется, а если он начался, то вскоре потухнет. Поэтому полезно рассмотреть общие принципы выделения тепла в разрезе пожарной безопасности электротрансформаторов. Два таких источника тепловой энергии представляют особый интерес -электрические и химические.

Источниками тепловой энергии в электротрансформаторе является: наличие нагрева у конструкций, возможные искры – эти факторы присутствуют в электротрансформаторной подстанции и могут стать причинами пожара в трансформаторах, если происходит перегрузка оборудования, если охлаждение выходит из строя из-за сбоя в системе охлаждающего оборудования или имеется препятствие, для прохождения потока охлаждающей жидкости. Индукционный нагрев – это явление наблюдается в баках и конструкциях трансформатора, он сопровождается утечками магнитных полей и также большими токами в проводниках в близости к металлу. Он может стать слишком большим, если перегружать электротрансформатор, вследствие чего происходит нагрев некоторых областей трансформатора. Диэлектрический нагрев – это явление присуще диэлектрическим материалам при воздействии на них переменными высокочастотными токами. Нагрев от дуги - это одна из основных причин возникновения пожара в электротрансформаторных подстанциях. Искрение возникает, когда диэлектрический материал не может выдержать нагрузку, которая подается на трансформатор, и в результате этого между двумя электродами возникает дуга.

Искра от статического электричества вряд ли вызовет пожар, так как она переносит незначительную энергию. Однако, известно, что статическое электричество является причиной пробоя диэлектриков, в результате электрической дуги. Возгорание от прямых ударов молнии – это самая маловероятная причина пожаров в трансформаторах, но наведенные электрические заряды могут вызвать пробой диэлектрика, что приводит к поломке и потенциально возрастает риск возникновения пожара.

Выделение тепловой энергии является продуктом всех пожаров. Она может развиваться, в критических случаях, в нескольких формах, включая взрыв и возгорание. Взрыв происходит во время химической реакции. Взрыв-это резкое освобождение накопленной энергии, обычно с генерацией высоких температур, с сопровождением выбросов газа и быстрого увеличения давления. Именно эта быстрая генерация газа при высоких давлениях формирует взрыв и создает ударную волну. Так что же такое пожар? Пламя это общий термин, который определяется горением топлива, химической реакцией окисления, которая происходит, например, в органических веществах (бумаге, нефти, древесине) в сочетании с кислородом в воздухе при высокой температуре. Горение зависит от большого количества химических реакций проходящих в несколько этапов.

В соответствии со стандартом предприятия ООО «СИБУР Тольятти» "СТЛТ/ИОТ/09-17/ЦЭС" при возникновении пожара или признаков горения на территории, в здании, в помещении, в электроустановке (задымление, запах гари, повышения температуры и т.д.) необходимо:

1. Незамедлительно проинформировать службу пожарной охраны телефону 92-01 (укажите здание, в котором возникло возгорание, точную локацию внутри помещения, сообщите ваши данные, должность и контактный телефон), сообщить начальнику смены цеха электроснабжения;
2. Осуществить эвакуацию персонала и начать тушение пожара, если он незначительный;
3. По прибытии первого пожарного подразделения указать ближайший путь к очагу загорания.
4. В случае получения травмы, заболевания, прекратить работу и немедленно обратиться за медицинской помощью, поставить в известность мастера, начальника участка, начальника смены цеха электроснабжения лично или через других лиц по телефону, при необходимости вызвать скорую помощь по тел. 92-03.

5. В случае, когда в ВРЗ содержание вредных веществ, превышает предельно-допустимую концентрацию и когда содержание кислорода менее 18%, а вредных веществ не более 0,5% объемных, необходимо применить средства защиты органов дыхания от отравления и удушья, выйти из загазованной зоны и вызвать газоспасательную службу по тел. 92-04.

6. В экстренных случаях, немедленно совершить обязательные переключения в установке с дальнейшим осведомлением начальника смены цеха электроснабжения

7. При факте производственного травматизма немедленно освободить пострадавшего от действия опасного фактора, оказать ему первую помощь и сообщить начальнику смены цеха электроснабжения и начальнику цеха электроснабжения о несчастном случае и вызвать скорую помощь.

8. Во время экстренной эвакуации пострадавшего от воздействия электрического тока по возможности необходимо применять средства индивидуальной защиты, для того, чтобы не стать продолжением электрической цепи или оказаться в радиусе действия шагового напряжения.

3 Обоснование выбора инновационных технических средств, направленных на улучшение акустической безопасности эксплуатируемых электротрансформаторных подстанций, базирующихся на применении экологически чистых, ресурсоэнергосберегающих продуктов рециклированной утилизационной переработки твердых полимерных отходов, представленных утилизированной бутылочной ПЭТ-тарой.

«Известны устройства СЭТ, оборудованные теми или иными техническими средствами подавления (уменьшения) шумовых излучений СЭТ, производимых преимущественно их активной частью, образованной магнитопроводом и изолированными обмотками, охватываемых общим магнитным потоком. Используемые технические устройства уменьшения шумовых излучений, производимых СЭТ, относятся как к конструктивным усовершенствованиям непосредственно составных элементов силового электротрансформатора, так и к использованию усовершенствованных конструкций внешних автономных замкнутых помещений (зданий), в которых располагаются силовые электротрансформаторы, с образованием низкошумных электротрансформаторных подстанций закрытого типа» [1].

Известно также введение в состав конструкций СЭТ различного типа вибргающихся, шумопоглощающих и изолирующих от акустического излучения элементов как это, в частности, показано в патентах на изобретения Германии, Великобритании – GB958946 (публ.05.05.1964), GB961665 (публ.04.11.1965), GB925545 (публ.09.04.1961), GB11104619 (публ.12.11.1966).

В соответствии с патентом на изобретение GB925545, звук, излучаемый трансформатором, уменьшается за счет обеспечения стенок трансформатора ребрами сверху и снизу, для укрепления этих секций и обеспечения звукопоглощающего отсека за пределами средней секции с помощью рельсов

и наружной стенки, которая подвешивается с помощью натяжного или компрессионного элемента из стали или резины. Между рельсами и наружной стенкой расположены сотовые резиновые ленты. В модификации, стенка подвешена к пружине, расположенной между металлическими листами, стенка прибавляет массу для увеличения инерции и покрыта антирезонансным материалом. Трубопроводы подведены к радиаторам охлаждения с помощью упругих креплений.

Существуют оригинальные технические разработки Японии, Германии и Франции, направленные на улучшение звукоизолирующих параметров внешних стеновых конструкций зданий/ технических помещений электротрансформаторной подстанции, в которых располагается силовой электротрансформатор. Данные по публикациям и патентам приведены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Известные технические решения

Патент на изобретение	Дата публикации
Японии JP 52-52413	публ.15.14.1975
Японии JP 55-124131	публ.21.11.1974
Японии JP 53-203401	публ.03.08.1975
Германии GE1564124	публ.01.02.1972
Франции FR1369771	публ.10.12.1965
Франции FR1269782	публ.22.04.1962
Европейский EP 0174322	публ.22.04.1985

Все выше приведенные изобретения, на которые имеется право интеллектуальной собственности, в частности, «технические решения, направленные на рационализацию геометрических форм и/или введение дополнительных ужесточающих элементов ограждающих стенок помещений (зданий) электротрансформаторных подстанций, использование дополнительных облицовочных звукопоглощающих футеровок, монтируемых на внутренних поверхностях ограждающих стенок помещений

электротрансформаторных подстанций (зданий), применение оригинальных геометрических форм локальных экранов звукоотражающих элементов и открытых вентиляционных проемов (каналов) помещений (зданий) электротрансформаторных подстанций, находящихся в зонах непосредственного распространения потоков звуковой энергии в окружающую среду» [1].

После проведенного анализа, мы видим, что существуют устройства, которые эффективно заглушают акустическое излучение в спектре низких частот, менее 500 Гц, принцип работы которых построен на интегрировании внутри помещения электротрансформаторной подстанции композитных материалов, представленных в виде многоуровневых слоев, которые сформированы из резины, на основе силикона и/или на основе акрила, а также перфорированного внешнего материала, либо мягкого и упругого материала, представленного в виде структуры сот, конструкции представлены патентами Японии – JP2018044508 (публ.2007.20.12), JP2015045573(публ.2008.22.11), JP2007024102(публ. 2007.11.10), JP2010044101 (публ.2010.10.11).

Ниже приведены охранные документы, выданные в Японии, а так же международные заявки на изобретение, которые обеспечивают должное поглощение звуковой энергии на низких частотах 100, 200, 300 Гц в составных элементах электротрансформаторной подстанции, благодаря применению оригинальных конструкций шумоподавления:

- патент WO2011/138630 (публ.11.10.2011);
- патент JP591711118 (публ.15.04.1984);
- патент JP6100366812 (публ.20.01.1985);

Изобретение WO2011/138630 относится к энергетической установке, включающей активную индукционную часть, защитную оболочку (окружающую активную часть) заполненную диэлектрической жидкостью, а также множество устройств для снижения шума, распространяющегося в жидкости. Электротрансформаторный гул генерирует активная часть

силового электротрансформатора. Каждое устройство шумоподавления содержит полый и герметичный корпус.

Существуют оригинальные акустические системы, которые спроектированы по принципу активного шумоподавления низких частот, которые возникают в обмотках электротрансформатора. Данные технические устройства генерируют противофазные акустические колебания которые гасят амплитуды низкочастотных колебаний звука, который излучает силовой электротрансформатор. За счет этого происходит снижение уровня шума от силового электротрансформатора. Эти технические разработки приведены ниже:

- документ о праве интеллектуальной собственности WO2011/138329 (публ.10.11.2011);

- заявка на патент JP2008721745 (публ.17.09.2005);

- изобретение JP2008426743 (публ.22.09.2007);

- изобретение США US6734107 (публ.15.10.2004);

- заявка на патент США US5194376 (публ.24.02.1995);

- патент США US2011/0121501 (публ.15.05.2011);

В результате проведенного анализа нам известно, что в соответствии с патентом EP0108586 от 31.06.1985 года частотонастроенные акустические резонаторы Гельмгольца, представленные в виде тонкостенной конструкции, могут быть смонтированы на боковые ограждающие сооружения электротрансформаторной подстанции закрытого типа, а также могут быть спроектированы в форме трехмерных элементов, реализованных по подобию резонаторов Гельмгольца, по примеру патента, выданного в Японии от 25.09.2010 года JP2010212151. изобретению Великобритании от 28.02.1971 года GB1230727, патента выданного во Франции от 18.04.1978 годаFR2358721.

«В качестве прототипа заявляемого технического решения, совпадающего с ним по максимальному числу существенных признаков,

выбрано техническое устройство низкошумной электротрансформаторной подстанции закрытого типа по патенту Великобритании GB 1220717, опубликованном 27.01.1971. Согласно указанному известному изобретению, низкошумная электротрансформаторная подстанция закрытого типа характеризуется улучшенным эффектом подавления звукового излучения (снижения шума) от силового электротрансформатора, на его трех гармонических частотных составляющих - $2f_c$, $3f_c$ и $6f_c$ для конкретного случая равных, соответственно, 120, 180 и 360 Гц, отнесенных к используемой (в Великобритании, США) промышленной частоте сети переменного тока $f_c=60$ Гц, которая рассматривается в представленном патенте на изобретение» [1]. «Она содержит СЭТ, состоящий из активной части в виде магнитопровода и изолированных обмоток, охватываемых общим магнитным потоком, несущего каркаса, фундаментного основания, технического устройства естественного вентиляционного охлаждения, представленного в виде открытых каналов (проемов), расположенных в нижней и верхней зонах, образующих входной и выходной вентиляционные каналы (проемы) помещения электротрансформаторной подстанции, направляющих воздушные потоки дефлекторных элементов, а также разнообразных технических устройств ослабления (заглушения) акустического излучения (электротрансформаторного гула), производимого активной частью силового электротрансформатора, в виде установленных монолитных панельных облицовочных звукопоглощающих футеровок, смонтированных на стеновых и потолочных элементах ограждающих панелей стен и потолка (крыши) помещения (здания) электротрансформаторной подстанции закрытого типа, поверхностях стенок направляющих дефлекторных элементов, а также шумозаглушающих устройств, выполненных в виде акустических резонаторов, смонтированных в полостях входного и выходного открытых вентиляционных каналов (проемов) помещения электротрансформаторной подстанции закрытого типа» [1].

Недочетами выше представленного изобретения по выявленному прототипу являются:

«а) использование сплошных монолитных слоев футерующих материалов звукопоглощающих облицовок, монтируемых на поверхностях ограждающих панелей (стен, потолка, дефлекторных элементов), характеризующихся слабыми звукопоглощающими свойствами в актуальной низкочастотной области звукового спектра, как известно, доминируемого в спектрах шумовых излучений СЭТ (до ~ 400 Гц), при высокой стоимости и неудовлетворительных экологических характеристиках такого типа пористых звукопоглощающих материалов (как процессов их производства, так и утилизации)» [1].

«б) используемые в прототипе акустические резонаторы изготовлены из металлических или полимерных конструкционных материалов на изготовление которых потрачены ценные сырьевые материалы, с произведенными соответствующими трудовыми и энергетическими затратами на их изготовление» [1].

«в) дверные проемы рассматриваемого технического устройства по прототипу, как одно из наиболее слабых звукоизолирующих звеньев закрытого помещения (здания) электротрансформаторной подстанции не содержит эффективных в низкочастотном звуковом диапазоне звукопоглощающих и звукоизолирующих элементов, что не способствует эффективному загораждению передачи в окружающую среду (смежное помещение или в открытое пространство) низкочастотного электротрансформаторного гула, обладающего высокой проникающей способностью и слабым пространственным затуханием» [1].

«г) используемые в составе конструкций открытых вентиляционных каналов дефлекторные элементы увеличивают гидравлическое (аэродинамическое) сопротивление свободному прохождению воздушных потоков, что ухудшает производительность используемой системы вентиляции помещения (здания), затрудняет эффективный вентиляционный

теплосъем (теплообмен) с разогретой активной части силового электротрансформатора» [1].

Проанализировав эти данные, мы пришли к выводу, что «паразитные шумовые излучения различного типа шумогенерирующих технических объектов (транспортных средств, производственно-технологического и санитарно-технического оборудования, энергетических установок, систем вентиляции и кондиционирования воздуха, электрических машин, бытовой техники), включая шумогенерирующие силовые электротрансформаторы, нуждаются в разработках эффективных технологий (технических устройств) утилизации излучаемой ими звуковой энергии. С другой стороны, существуют актуальные проблемы необходимой утилизации конструкционных материалов, представляемых в виде твердых полимерных отходов, возникающих при утилизации технических объектов, завершивших свой жизненный цикл, и/или утилизации производственно-технологического брака и отходов полимерных материалов (деталей и узлов машин, изготовленных из полимерных материалов)» [1]. «Весьма актуальной является также проблема энергетической утилизации отмеченных выше паразитных шумовых излучений (утилизации звуковой энергии), производимых эксплуатируемыми разнообразными шумогенерирующими техническими объектами (транспортными средствами, производственно-технологическим и санитарно-техническим оборудованием, энергетическими установками, системами вентиляции и кондиционирования воздуха, электрическими машинами, бытовой техникой)» [1]. «По этим причинам, разработка комплексных эффективных технологий (способов, устройств), направленных на материало-энергетическую утилизацию твердых полимерных отходов, продукты которой, в качестве полуфабрикатных звукопоглощающих веществ и/или в качестве полуфабрикатных составных шумозаглушающих деталей и узлов, могут использоваться в дальнейшем для процессов последующей утилизации излучаемой шумогенерирующими техническими объектами паразитной шумовой энергии, представляется

весьма востребованной не только с экологической, но и с экономической и социальной точек зрения» [1].

«Известно, что производство технических устройств связано как с соответствующими материало-энергетическими и трудовыми затратами, так и с сопутствующими им материало-энергетическими загрязнениями окружающей среды. Все это вызывает актуальную необходимость их минимизации. В особенности, это относится к производству технических устройств, изготовленных из полимерных материалов. В качестве исходного сырья при производстве полимерных материалов и изделий из них, как правило, используется не возобновляемое углеводородное сырье (нефть, природный газ)» [1]. «Технология их производства при этом характеризуется высокими энергетическими затратами, вредными условиями производства и неудовлетворительно высоким уровнем загрязнения окружающей среды токсическими выбросами в воздушный и водный бассейны. Особую проблему составляет утилизация твердых производственно-технологических отходов и брака производства полимерных материалов и изделий из них, а также утилизация уже произведенных технических устройств, изготовленных из полимерных материалов, завершивших свой жизненный цикл. Решение указанных технических проблем экологически безопасной и экономически эффективной утилизации изделий из полимерных материалов связано с реализацией дорогостоящих технологических процессов, осуществляемых с применением сложного технологического оборудования. Одним из наиболее быстрорастущих по объемам производства и потребления полимерным материалом является полиэтилентерефталат (ПЭТ)» [1].

«Известные технические решения по рециклированной переработке ПЭТ-материалов, представленных утилизируемыми бутылочными емкостями ПЭТ-тары, содержатся, в частности, в приведенных ниже ссылках на описания опубликованных заявок и патентов изобретений, относящихся к соответствующим техническим устройствам и технологическим операциям (технологическим процессам - способам)» [1]. :

- сбора, разделения, сепаративного разделения, пакетирования в интегральные блоки - RU2575530, RU1560385, RU211424, US2011295523, US2013255512, US2012/0227362, US2005/0135374, US41215987, US5687693, JP2007045671, JP20012142630, US6655557, US5830288, KR20084570754, FR2420155;

- очищения(смыва) - RU2155394, RU2165972, RU2158787, RU2012305, RU12215059, US2010/0127362, US2005/0155374, US2002/0010360, EP02342127, WO09524753, WO0124122, US5624493, DE10233682, WO08255508, US0525124, EP012304667, DE135545357, JPH361302443, US4540188, US20011342382;

- размол (размельчение) – RU36384592, RU2461475, RU2439451, RU1250385, RU3323200, WO1803112, US2011/201551, WO95027753, US6546965, US66547016, US9965893, DE12565357, KR2011072851, KR3000010466, JPH11502443, US4580188, KR20020057121;

- разделение на гарнулы–US6536322, DE15618363, US3517804, KR6602000795;

- технология выталкивания, термохимических-технологических процесса – RU3296805, RU3258946, RU2663658, RU2237787, RU4403257, US4973203, US2007/0259150, DE19639042, WO0948285, WO08527753, US45605762, US5845460, US5907932, US5497891, US6052520, US5480905, KR20000010456, JPH12302443, MX201201956, MX2007005529, US5073746, US4455175;

- комбинированным технологиям производства многокомпонентных композитных и/или многослойных полимерных материалов –RU2402433, RU2364917, RU2256915, SU1231654, RU2263572, RU2469371, JPH07253223, FR2460155, US5572753, US5504305, WO9602939, WO9720462, KR20110045695, JP2002461647.

- использования по другому целевому назначению составных частей утилизируемой ПЭТ-тары в качестве полуфабрикатных элементов технических устройств - RU2549129 [45-108].

«Приведенные выше известные способы и технические устройства утилизации ПЭТ-тары (бутылочной емкостной ПЭТ-тары) характеризуются сложными, трудоемкими, дорогостоящими и экологически несовершенными (грязными) технологическими приемами их переработки.

В связи с вышесказанным, актуальной является разработка технических приемов более технически эффективных, экологичных и экономически оправданных способов утилизации полимерных отходов в виде утилизируемой ПЭТ-тары» [1].

«Приведенные выше анализируемые известные технические решения, направленные на снижение уровня шума СЭТ, описанные в заявках и патентах на изобретения, характеризуются недостаточно высокой акустической (шумозаглушающей) эффективностью и дороговизной их изготовления, или низкими (нестабильными) эксплуатационными характеристиками при недостаточной надежности и долговечности их эксплуатации, а также неудовлетворительными экологическими характеристиками, связанными как с изготовлением их составных конструктивных элементов, так и с их вынужденной утилизацией по завершению их жизненного цикла, связанной с сопутствующим загрязнением окружающей среды» [1].

4 Расчетные исследования модифицированных конструкций акустических резонаторов Гельмгольца на доминирующие частоты излучения трансформаторного гула - 100,200 и 300 Гц.

«Приведенные анализируемые известные способы и технические устройства утилизации ПЭТ-тары (бутылочной емкостной ПЭТ-тары) также характеризуются сложными, трудоемкими, дорогостоящими и экологически несовершенными (грязными) технологическими приемами их переработки.

Предлагаемое к применению техническое устройство уменьшения шумового излучения, производимого СЭТ, предусматривает использование простого, дешевого и экологически чистого технического применения утилизируемой бутылочной емкостной ПЭТ-тары, по-другому целевому назначению. Оно рассматривается в качестве уже готового полуфабрикатного продукта для последующего применения в составе технического устройства заглушения паразитной акустической энергии (низкочастотного электротрансформаторного гула), смонтированного в составе технического устройства низкошумная электротрансформаторная подстанция закрытого типа, подробное описание конструктивно-технологического исполнения которого будет раскрыто ниже, в тексте приведенного описания заявки и формулы изобретения» [1].

«Утилизация паразитной шумовой энергии, производимой разнообразными эксплуатируемыми шумогенерирующими техническими объектами (в данном конкретном случае - СЭТ), базируется на реализации физических процессов поглощения (преобразования) звуковой энергии с ее необратимой диссипацией в тепловую энергию используемыми в конструкциях шумозаглушающих устройств пористыми структурами звукопоглощающих материалов. Также имеют место реализуемые в шумозаглушающих технических устройствах взаимодействующие компенсационные интерференционные фазо-амплитудные энергетические

подавления распространяемых прямых и отраженных звуковых волн (используемыми в составе шумозаглушающих технических устройств четвертьволновыми и/или полуволновыми акустическими резонаторами) и возникающие резистивные диссипативные потери звуковой энергии колеблющимися воздушными массами в поверхностных зонах горловых частей акустических резонаторов» [1]. Гельмгольца на рисунке 5.

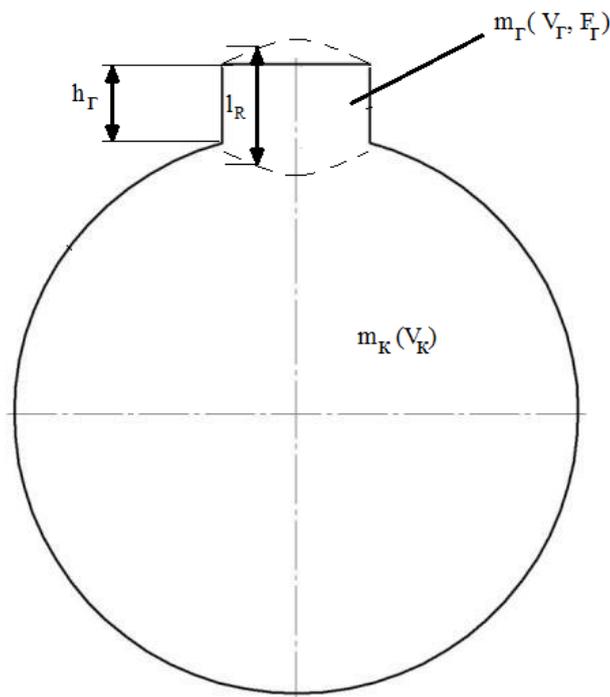


Рисунок 5 – Габаритная геометрическая модель акустического резонатора Гельмгольца R

Частоты, на которые настроен сам резонатор Гельмгольца, который используется для подавления электротрансформаторного гула, то есть его истинные резонансные частоты вычисляются приведенным ниже математическим выражениями (4.1):

$$f_R = \frac{20,1}{2\pi} \frac{\sqrt{273+t^{\circ}\text{C}}}{V_k} \frac{k_{\text{пр}}}{V_k} \quad (4.1)$$

где $t^{\circ}\text{C}$ - температура воздушной, установившаяся внутри помещения подстанции, $^{\circ}\text{C}$;

f_R - значение собственной частоты акустического резонатора Гельмгольца, Гц;

$$\pi=3.14;$$

F_r - «площадь проходного сечения в m^2 используемого внутреннего трубчатого удлинителя, смонтированного в открытой горловой части утилизируемой бутылочной емкости ПЭТ-тары» [1].;

$$F_r = \frac{\pi d_r^2}{4}, m^2 \quad (4.2)$$

«где d_r - диаметр круглого проходного сечения открытой горловой части используемого внутреннего трубчатого удлинителя, м;

V_k - воздушный объем полости внутри полиэтилентерефталатовой ПЭТ-тары, за вычетом воздушного объема, который колеблется в горловой части полиэтилентерефталатовой ПЭТ-тары m^3 ;

k_{II} - расчётная проводимость горла модифицированного шумозаглушающего устройства, м;» [1].

$$k_{II} = \frac{F_r}{l_R} \quad (4.3)$$

где l_R - корректируемый параметр длины горла модифицированного шумозаглушающего устройства, м.

$$l_R = h_r + 0,8 \overline{F_r} \quad (4.4)$$

где h_r - геометрическая длина открытой горловой части акустического резонатора Гельмгольца, м.

«Штатные (серийные) утилизируемые бутылочные емкости ПЭТ-тары, путем их соответствующей модификационной доработки, могут быть преобразованы в оригинальные частотонастроенные шумозаглушающие

устройства (глушители шума), образующие классического типа акустические резонаторы Гельмгольца, наделенные выраженными признаками четкого граничного разделения открытой горловой и камерной частей, характеризующиеся заданной дискретной резонансной частотной настройкой» [1]. «В частности, такого типа доработка может достигаться путем дополнительной установки в открытую горловую часть бутылочной ПЭТ-тары соответствующей конструкции внутреннего трубчатого удлинителя открытой горловой части, свободный концевой срез которого помещен непосредственно внутрь воздушной полости камерной части емкостной бутылочной ПЭТ-тары (выбором его соответствующей габаритной длины и площади проходного сечения). В результате, воздушная масса, локализованная в полости внутреннего трубчатого удлинителя открытой горловой части, в зоне ее выраженного (скачкообразного) граничного разделения с вязкоупруго присоединенной к ней упругой воздушной массой, сосредоточенной в полости камерной части, образуют соответствующую акустическую колебательную систему (сосредоточенная воздушная масса горловой части, колеблющаяся на присоединенной к ней распределенной упругой воздушной пружине камерной части)» [1]. «При этом соблюдается реализация физического принципа вязкоупругого присоединения сосредоточенных локализованных масс воздуха в плоскости граничного разделения (размещения) концевой срез внутреннего трубчатого удлинителя открытой горловой части и камерной части бутылочной емкости ПЭТ-тары, как это и имеет место в классического типа акустическом резонаторе Гельмгольца на рисунке 5. Заданная частотно-резонансная настройка указанного типа акустического резонатора Гельмгольца производится соответствующим выбором габаритов (емкости) камерной части и конструктивным исполнением его открытой горловой части, которая заключается в конкретном выборе ее габаритной длины h_{Γ} , длины d_{Γ} и площади проходного сечения F_{Γ} , а также (при необходимости) дополнительном использовании тех или иных элементов резистивного

диссипативного рассеивания колебательной энергии, вводимых в открытой горловой части акустического резонатора Гельмгольца» [1].

«Используемая в составе применяемого акустического модуля емкостная бутылочная ПЭТ-тара, может быть представлена как единичными обособленными (разобщенными) шумозаглушающими элементами (глушителями шума), так и комплектоваться (компоноваться) в сблокированные модульные акустические панели (образуемым например, механическим и/или адгезионным соединением контактирующих стенок отдельных емкостных бутылочных элементов ПЭТ-тары), с возможностью реализации более густого (близкорасположенного) размещения открытых горловых частей семейства используемых экземпляров емкостной бутылочной ПЭТ-тар. Это может оказаться более предпочтительным как для реализации более эффективного поглощения звуковой энергии, так и с точки зрения обеспечения компактности используемого технического устройства акустического модуля, снижения трудоемкости его монтажа и демонтажа, упрощения проведения сервисного обслуживания (мойки, очистки, замены отдельных блоков в процессах эксплуатации и т.п.)» [1].

Для корректировки шумоподавления в разном (различающимся) частотном диапазоне применяются неоднотипные (с разным камерным объемом) резонаторы Гельмгольца, представленные в виде утилизируемой полиэтилентерефталатовой ПЭТ-тары. «Привлекательная по минимизации затрат (обеспечению низкой материалоемкости) окончательная конструктивно-технологическая доработка применяемого акустического модуля, с обеспечением его заданной частотно-резонансной поднастройки, может быть реализована использованием соответствующих отличающихся конструкций внутренних трубчатых удлинителей, смонтированных в открытых горловых частях бутылочных емкостей ПЭТ-тары» [1]. Она осуществляется путем выбора габаритов внутреннего трубчатого удлинителя (длины, площади проходного сечения), перфорирования их стенок, установкой в их полостях пористых воздухопродуваемых элементов,

наделенных заданным отличающимся акустическим сопротивлением (отличающимися параметрами сопротивления продувания воздушным потоком, извилистости пор» [1].

На рисунке 6 представлена «упрощенная схематическая физическая модель колебательной акустической системы, представленной акустическим резонатором Гельмгольца R, образованным из бутылочной емкости ПЭТ-тары. Изображенная линия, условно отображает[13] пространственные зоны возникающих резистивных диссипационных потерь в процессе резонансного колебательного движения упругих воздушных масс горловой m_r и камерной m_k частей акустического резонатора Гельмгольца R» [1].

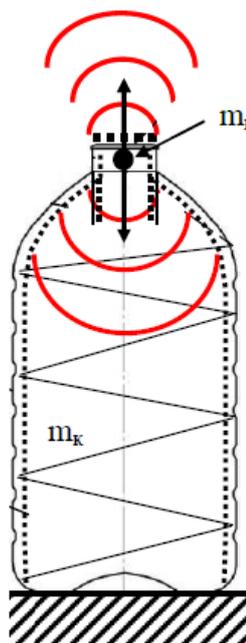


Рисунок 6 – Физическая модель колебательной системы

«Акустические резонаторы Гельмгольца R представлены в виде одnogорловой части трубчатого исполнения конструкции, присоединенной к камерной части. Условия и требования по исполнению конструкций акустических резонаторов Гельмгольца, базируются на заданном взаимосвязанном выборе их отдельных конструктивных параметров – объеме полости камерной части V_k , проводимости горловой части k , образующих горловую часть, площади проходного сечения F_R , геометрической длины

горловой части h_r , динамической длины горловой части l_R , установившегося значения температуры воздуха t внутри «замкнутой полости помещения электротрансформаторной подстанции закрытого типа» [1]. Мы используем оригинальные технические устройства шумопоглощения, которые базируются на применении частотонастроенных колебательных систем представленных в виде модифицированной полиэтилентерефталатовой тары, внутренние колебания которых представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Расчетные параметры акустических резонаторов Гельмгольца R, образованных из штатных утилизируемых емкостей ПЭТ-тары

Принятые и расчетные объемные/физические параметры ПЭТ тары в виде акустических резонаторов Гельмгольца		Объем воздушной камерной части полиэтилентерефталатовой тары		
		2л	0,6л	0,5л
Расчетные объемные параметры	$V_{пт}, м^3$	$2 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$
	$V_{кам}, м^3$	$2,06 \cdot 10^{-3}$	$0,66 \cdot 10^{-3}$	$0,54 \cdot 10^{-3}$
	$V_{гор}, м^3$	$1,03 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-5}$
	$h_{гор}, м$	$24 \cdot 10^{-3}$	$24 \cdot 10^{-3}$	$24 \cdot 10^{-3}$
	$d_{гор}, м$	$22 \cdot 10^{-3}$	$22 \cdot 10^{-3}$	$22 \cdot 10^{-3}$
	$F_{гор}, м^2$	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-4}$
	$k_{пер}, м$	$9 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$
	$c, м/с$	343	343	343
	$t, ^\circ C$	+20	+20	+20
	2π	6,28	6,28	6,28
Расчетные значения собственных (резонансных) частот f_{R1}, f_{R2}, f_{R3}	$\Gamma_{ц} (с^{-1})$	122,4	224,5	245,7

Проанализировав выполненные расчеты исходных значений собственных (резонансных) частот, равных 122,4, 224,5 и 245,7 Гц акустических резонаторов Гельмгольца, представленных штатными утилизируемыми бутылочными ёмкостями ПЭТ-тары, в качестве исходного полуфабрикатного продукта, для его последующей конструктивно-технической доработки, было определено, что они отличаются от значений доминирующих функциональных частот частотного звукового спектра излучения электротрансформаторного гула равных 100, 200 и 300 Гц.

Рассмотренные серийные пластиковые полиэтилентерафталатовые-тары подвергались модифицированной доработке с соответствующей частотной поднастройкой для обеспечения совпадения значений их собственных резонансных частот с доминирующими частотами электротрансформаторного гула, равных 100, 200 и 300 Гц, указанных в таблице 3. Такого типа модификационная доработка достигается путем дополнительной установки в открытую горловую часть бутылочной ПЭТ-тары соответствующей конструкции внутреннего трубчатого удлинителя открытой горловой части, свободный консольный срез которого ориентирован внутрь объемной полости камерной части емкостной бутылочной ПЭТ-тары (подбором его подходящим геометрическим параметрам).

Таблица 3 - Расчетные параметры частотонастроенных акустических резонаторов Гельмгольца, формируемых соответствующими конструктивно-технологическими доработками утилизируемых емкостей ПЭТ-тары

Принятые и расчетные геометрические и физические параметры акустических резонаторов Гельмгольца	Доминирующие в шумовом спектре электротрансформатора гармонические частотные составляющие		
	$f_1 = 100$ Гц	$f_2 = 200$ Гц	$f_3 = 300$ Гц

Продолжение Таблицы 3

Расчетные параметры	$V_{пт}, м^3$	$2,07 \cdot 10^{-3}$	$0,65 \cdot 10^{-3}$	$0,35 \cdot 10^{-3}$
Принятые физические параметры	$V_{кам}, м^3$	$2,06 \cdot 10^{-5}$	$0,648 \cdot 10^{-5}$	$0,349 \cdot 10^{-5}$
	$V_{гор}, м^3$	$1,48 \cdot 10^{-5}$	$1,06 \cdot 10^{-5}$	$1,61 \cdot 10^{-5}$
	$h_{гор}, м$	$39 \cdot 10^{-3}$	$28 \cdot 10^{-3}$	$31 \cdot 10^{-3}$
	$d_{гор}, м$	$22 \cdot 10^{-3}$	$22 \cdot 10^{-3}$	$25,7 \cdot 10^{-3}$
	$F_{гор}, м^2$	$3,8 \cdot 10^{-4}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$
	$k_{пер}, м$	$6,9 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-3}$	$10,5 \cdot 10^{-3}$
	$c, м/с$	343	343	343
	$t, ^\circ C$	+20	+20	+20
	2π	6,28	6,28	6,28
Расчетные значения внутренних частот f_{R1}, f_{R2}, f_{R3}	$\Gamma c(с^{-1})$	100,6	200,7	300,8
Геометрические схемы бутылочных полиэтилентерефталатовых тар				

Таким образом, применение рекомендованных к применению соответствующих габаритно-геометрических размеров интегрированных элементов в верхнюю часть горла ПЭТ-тары для тонкой частотной настройки на преобладающий диапазон рабочих активных частот звукового излучения электротрансформатора (100, 200 и 300Гц), дает возможность [6] полностью соответствовать данному условию. Собственные резонансные частоты акустических резонаторов Гельмгольца, представленными модифицированными бутылочными ёмкостями ПЭТ-тары, в данном примере, действительно почти целиком с ними совпадают (отличия в тонкой частотной настройке не превышают 0,8 Гц).

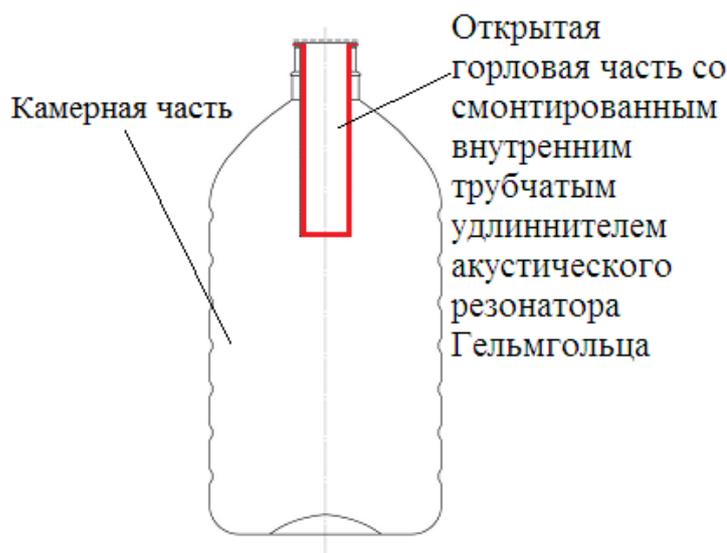


Рисунок 7 – Модифицированная емкость ПЭТ-тары, представленная частотонастроенным акустическим резонатором Гельмгольца

На рисунке 7 представлено расположение «внутреннего концевой срез, колеблющегося воздушного столба, сосредоточенного в полости открытой горловой части, на границе раздела камерной и горловой частей в этом случае смещено внутрь воздушной полости камерной части от поверхности ее стенки (удалено от нее в направлении центра тяжести

воздушной полости камерной части образуемого акустического резонатора Гельмгольца). По этой причине уменьшается степень динамического возбуждения амплитудных значений собственных акустических мод воздушного объема полости камерной части образуемого акустического резонатора Гельмгольца R» [1]. «Это вызвано тем, что «максимальные амплитудные значения звуковых давлений на собственных акустических модах, формирующиеся в динамически возбуждаемых замкнутых воздушных полостях, локализируются непосредственно у поверхностей их твердых ограничительных стенок и уменьшаются по мере их удаления к центральной зоне (центре тяжести) указанных воздушных полостей» [1]. «В этом случае, интенсивное динамическое возбуждение собственных акустических мод воздушных полостей камер акустических резонаторов Гельмгольца R способствует дополнительному генерированию и последующему излучению в открытое пространство через их открытые горловые части соответствующих паразитных звуков. Для примера воздушной полости камерной части, сообщающейся с открытой горловой частью, представленной в виде акустического резонатора Гельмгольца R, это может соответственно ухудшать его акустическое (шумозаглушающее) качество» [1]. «По этой причине, преднамеренно выполненное смещение (удаление) источника динамического возбуждения воздушной полости камерной части, представленного внутренним концевым срезом колеблющейся воздушной массы, сосредоточенной в полости внутреннего трубчатого удлинителя открытой горловой части акустического резонатора Гельмгольца R, непосредственно от поверхности твердой ограничительной стенки воздушной полости камерной части, как это реализовано в заявляемых конструктивно-технологических исполнениях акустических резонаторов Гельмгольца R, базирующихся на использовании утилизируемых бутылочных емкостей ПЭТ-тары, способствует соответствующему ослаблению (исключению) процесса генерирования дополнительного паразитного динамического возбуждения воздушной полости камерной

части, что предотвращает нежелательные излучения отмеченных паразитных звуковых излучений на низших собственных акустических модах в окружающее пространство. Тем самым, улучшаются акустические качества модифицированных технических устройств заглушения акустической энергии (низкочастотного электротрансформаторного гула)» [1].

5 Разработка концептуальных компоновочных схем семейств высокоэффективных технических устройств подавления низкочастотного трансформаторного гула

«Монтажная установка отдельных экземпляров акустических резонаторов Гельмгольца, в составе используемых акустических модулей, наиболее целесообразна в поверхностно-пространственных зонах, содержащих наиболее слабые звенья звукоизоляции помещения электротрансформаторной подстанции закрытого типа, а также пространственно приближенных к непосредственным источникам излучения характерного низкочастотного электротрансформаторного шума (гула) на трех указанных дискретных частотных составляющих $f_1=100$ Гц, $f_2=200$ Гц, $f_3=300$ Гц (активной части силового электротрансформатора), передающегося в окружающую среду (открытое пространство и/или смежные помещения здания). В связи с этим, целесообразной поверхностно-пространственной компоновки акустических батарей резонаторов из модифицированный ПЭТ-тары являются в первую очередь дверные проемы, представленные на рисунке, оборудованные тонкостенными панельными элементами и неудовлетворительными по звукоизоляции уплотнительными элементами, а также открытые вентиляционные каналы (проемы) помещения (здания) электротрансформаторной подстанции» [1].

«Данные варианты конструктивно-технологических исполнений являются предпочтительными с точки зрения получения более эффективного заглушения акустической энергии (подавление электротрансформаторного гула), излучаемой из помещения электротрансформаторной подстанции закрытого типа в окружающую среду. Модифицированная емкостная бутылочная ПЭТ-тара может также монтироваться в полостях (каналов, камер) как по всей периметрической части поверхности сечений, так и размещаться в них локализовано по отдельным их частям (поверхностным

зонам)» [1]. Интеграция отдельных частей модифицированных акустических глушителей может быть представлена в перпендикулярном варианте (расположение горла) по отношению друг к другу.

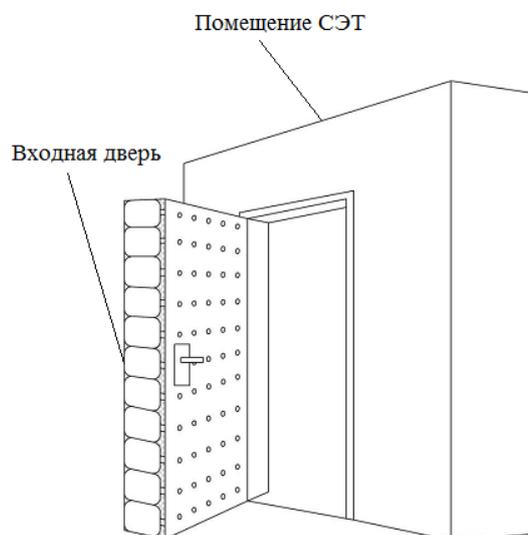


Рисунок 8 – Дверной проем электротрансформаторной подстанции футерованный интегрированными акустическими модулями, образованными утилизируемой бутылочной ПЭТ-тарой

«Объемная расширительная камера, представленная на рисунке 9, используемая в составе открытого вентиляционного канала (проема) прямооточного типа, после монтажа в ее полости акустических модулей, содержащих акустические резонаторы Гельмгольца R , может быть преобразована, в конечном итоге, в классическую резонаторную камеру, функционирующую уже не на принципе звукоотражающей волновой акустической пробки (типичная функция объемной расширительной камеры), а на принципе функционирования технического устройства частотонастроенного диссипативного поглощения звуковой энергии, производимого используемыми в ней акустическими резонаторами Гельмгольца R_1 , R_2 , R_3 , частотонастроенными на дискретные значения резонансных частот f_{R1} , f_{R2} , f_R » [1]. Потери интенсивности акустического

излучения связаны с однофазными колебаниями воздушной среды с колебаниями среды в верхней части резонаторов в момент их контакта с открытыми горловыми элементами шумозаглушающих конструкций, выполненных в виде модифицированной полиэтилентерефталатовой ПЭТ-тары.

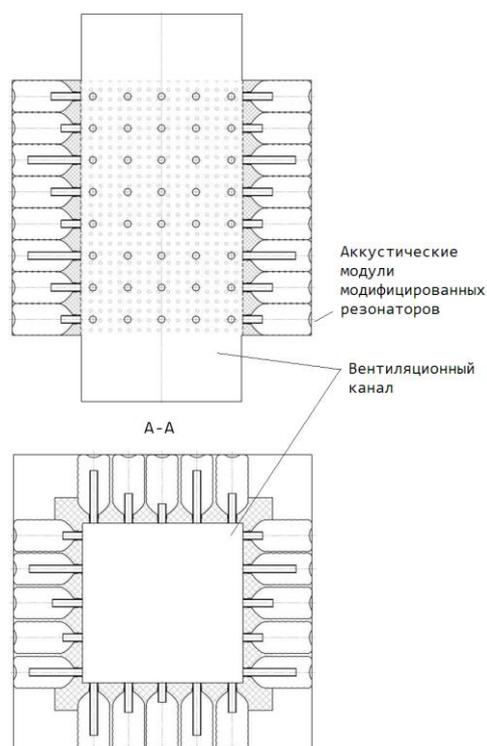


Рисунок 9 – Вентиляционный канал с интегрированными модулями

«В качестве, по крайней мере, одного из альтернативных конструктивно-технологических исполнений предусмотрено, что в одной из используемых объемных расширительных камер могут быть упорядочено скомпонованы акустические резонаторы Гельмгольца с различающимися собственными (резонансными) частотами. В этом случае, открытый вентиляционный канал (проем) прямоточного типа может содержать, по крайней мере, три отдельные (разногабаритные и/или одногабаритные) объемные расширительные камеры, в каждой из которых смонтированы акустические резонаторы Гельмгольца R_1 , или R_2 , или R_3 .

В качестве отличающегося альтернативного конструктивно-технологического исполнения предусмотрено использование в составе по

крайней мере одной из объемных расширительных камер только одного типа из применяемых акустических резонаторов Гельмгольца R , собственные (резонансные) частоты которого составляют f_{R1} или f_{R2} или f_{R3} » [1].

На рисунке 10 представлена схема открытого вентиляционного канала (проема), содержащего объемную расширительную камеру восьмиугольного поперечного сечения, в полости которой смонтированы сгруппированные сблокированные акустические модули, в составе семейства акустических резонаторов Гельмгольца, образованных утилизируемыми бутылочными емкостями ПЭТ-тары, со смонтированными в них внутренними трубчатыми удлинителями, собственные (резонансные) частоты колебаний f_R которых - в два, четыре и шесть раз превышают частоту сети переменного тока f_c , которой подключен силовой электротрансформатор, при этом открытые горловые части утилизируемых бутылочных емкостей ПЭТ-тары установлены в монтажных отверстиях горловой компоновочной матрицы, содержащей внутренний футерующий звукопоглощающий поверхностный слой плосколистового типа, охватывающий внешние поверхности стенок открытых горловых частей утилизируемых бутылочных емкостей ПЭТ-тары.



Рисунок 10 - Вентиляционный канал восьмиугольного поперечного сечения с интегрированными акустическими модулями

На рисунке 11 представлена схема [28] сечений открытого вентиляционного канала, содержащего объемную расширительную камеру круглого поперечного сечения, в полости которой смонтированы сгруппированные блокированные акустические модули, в составе семейства акустических резонаторов Гельмгольца, образованных утилизируемыми бутылочными емкостями ПЭТ-тары, со смонтированными в них внутренними трубчатыми удлинителями, собственные (резонансные) частоты колебаний f_R которых - в два, четыре и шесть раз превышают частоту сети переменного тока f_c , которой подключен силовой электротрансформатор, при этом открытые горловые части утилизируемых бутылочных емкостей ПЭТ-тары установлены в монтажных отверстиях горловой компоновочной матрицы, содержащей внутренний футерующий звукопоглощающий поверхностный слой плосколистового типа, охватывающий внешние поверхности стенок открытых горловых частей утилизируемых бутылочных емкостей ПЭТ-тары.

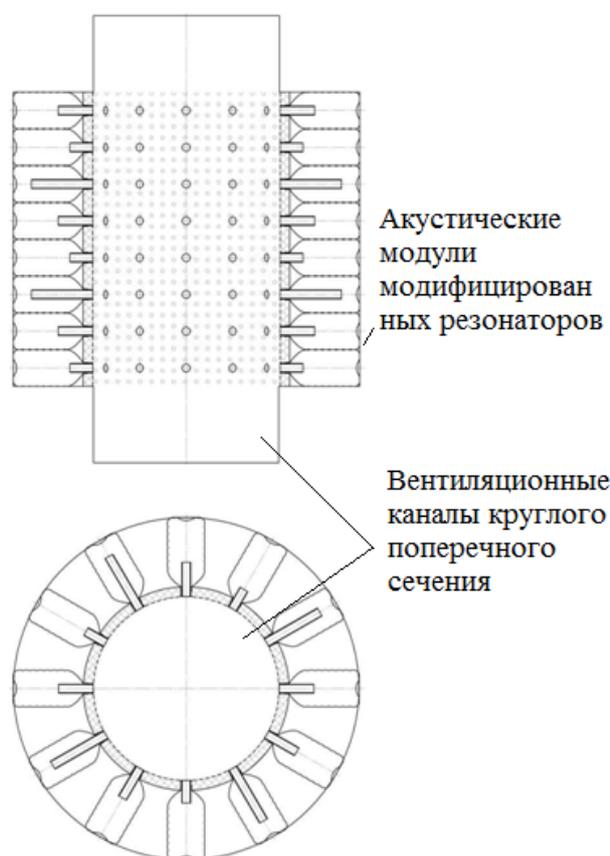


Рисунок 11 - Вентиляционный канал круглого поперечного сечения с интегрированными акустическими модулями

«На рисунке 12 представлена схема сечений открытого вентиляционного канала (проема), содержащего объемную расширительную камеру круглого поперечного сечения, в полости которой [29] смонтированы сгруппированные сблокированные акустические модули, в составе семейства акустических резонаторов Гельмгольца, образованных утилизируемыми бутылочными емкостями ПЭТ-тары, со смонтированными в них внутренними трубчатыми удлинителями, собственные (резонансные) частоты колебаний f_R которых - в два, четыре и шесть раз превышают частоту сети переменного тока f_c , к которой подключен силовой электротрансформатор, при этом открытые горловые части утилизируемых бутылочных емкостей ПЭТ-тары установлены в монтажных отверстиях горловой компоновочной матрицы, содержащей внутренний футерующий звукопоглощающий поверхностный слой цельноформованного типа, охватывающий внешние поверхности стенок открытых горловых частей и частично камерных частей утилизируемых бутылочных емкостей ПЭТ-тары» [1].

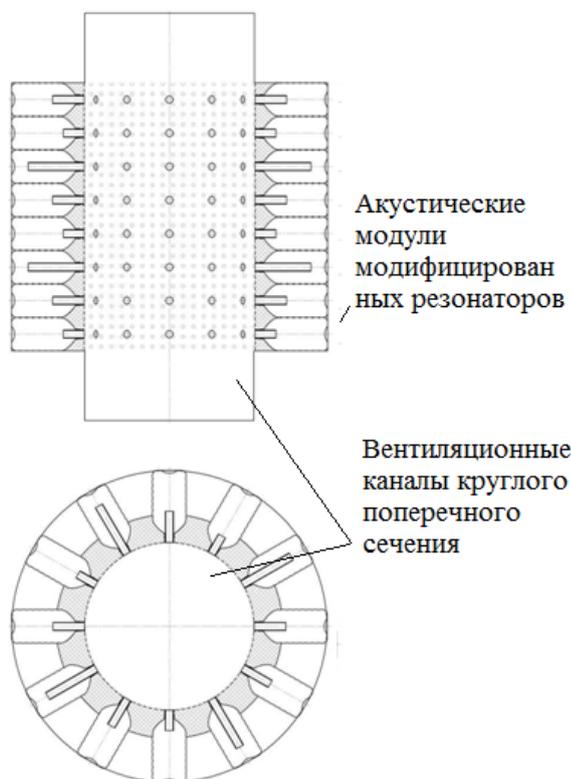


Рисунок 12 - Вентиляционный канал круглого поперечного сечения с интегрированными акустическими модулями

На рисунке 13 представлена [30] схема конструктивно-технологического исполнения монтажной панели, на которой посредством монтажно-крепежных элементов адгезионного типа смонтирован сгруппированный сблокированный акустический модуль, в составе используемого семейства акустических резонаторов Гельмгольца, образованных сопрягаемыми соединенными между собой монтажно-крепежными элементами адгезионного типа, шестнадцатью утилизируемыми бутылочными емкостями ПЭТ-тары идентичных геометрических форм, габаритных размеров и объемов камерных и открытых горловых частей;

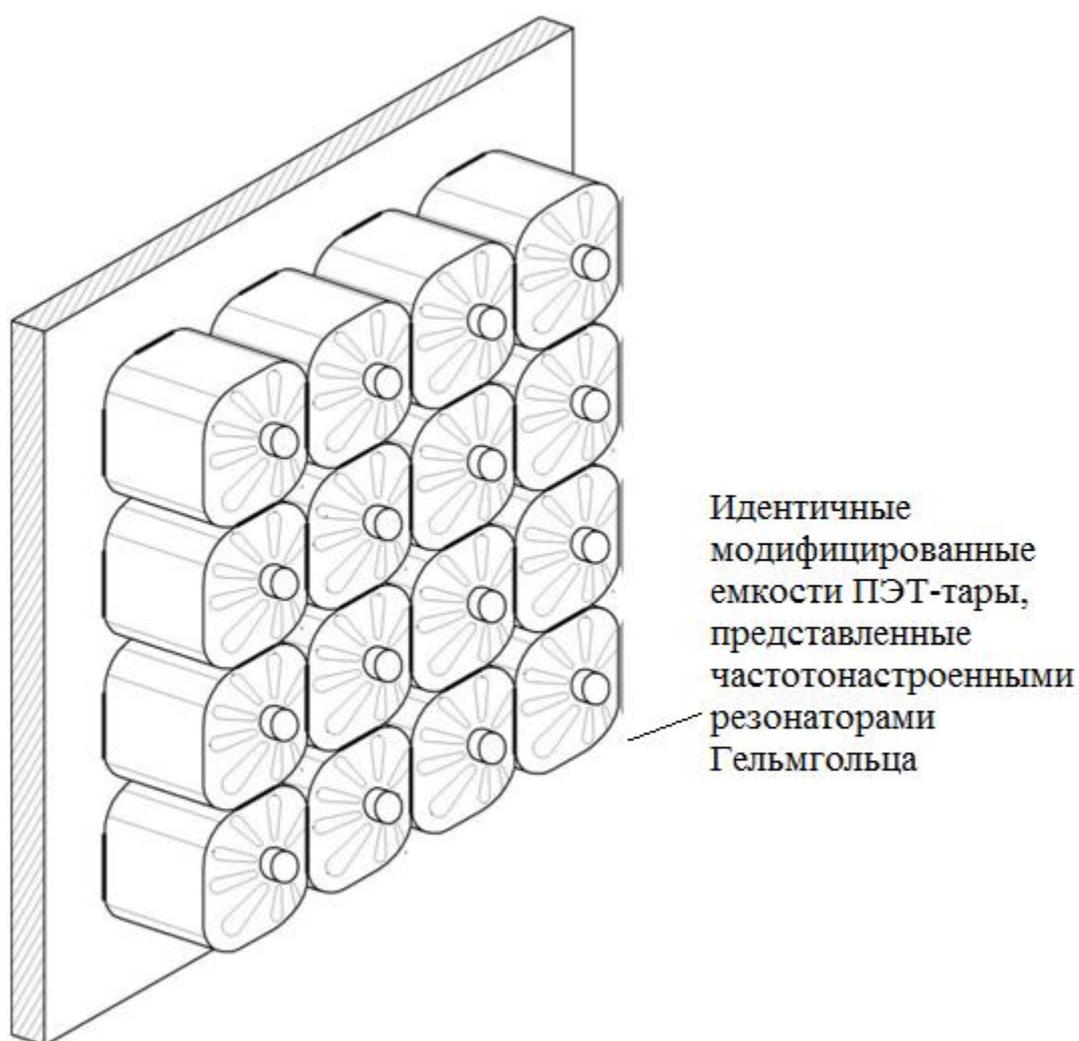


Рисунок 13 - Схема конструктивно-технологического исполнения монтажной панели со сгруппированным сблокированным акустическим модулем (ПЭТ-тара идентичная)

На рисунке 14 представлена схема конструктивно-технологического исполнения монтажной панели, на которой посредством монтажно-крепежных элементов адгезионного типа смонтированы единичные обособленные акустические модули, в составе используемого семейства акустических резонаторов Гельмгольца, образованных соответствующими соединенными между собой [31] монтажно-крепежными элементами адгезионного типа, шестнадцатью утилизируемыми бутылочными емкостями ПЭТ-тары различающихся геометрических форм, размеров и объемов камерных и открытых горловых частей.

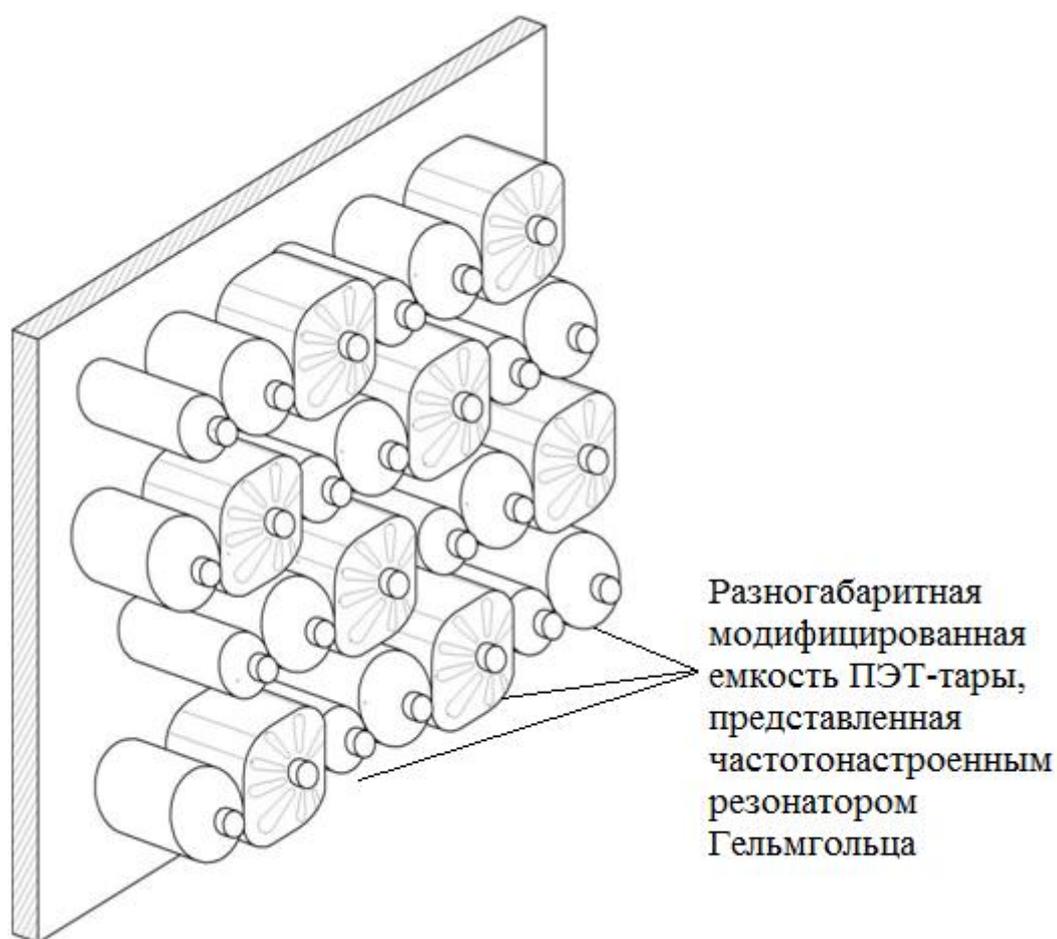


Рисунок 14 - Схема конструктивно-технологического исполнения монтажной панели со сгруппированным сблокированным акустическим модулем (ПЭТ-тара разногабаритная)

На рисунке 15 представлена схема конструктивно-технологического исполнения несущей профилированной листовой и стержневой основы монтажной компоновки, смонтированной на монтажной панели, содержащей закрепленные посредством монтажно-крепежных [32] элементов механического (коробчатого) типа акустические резонаторы Гельмгольца, образованные девятью утилизируемыми бутылочными емкостями ПЭТ-тары идентичных габаритных и геометрических размеров.

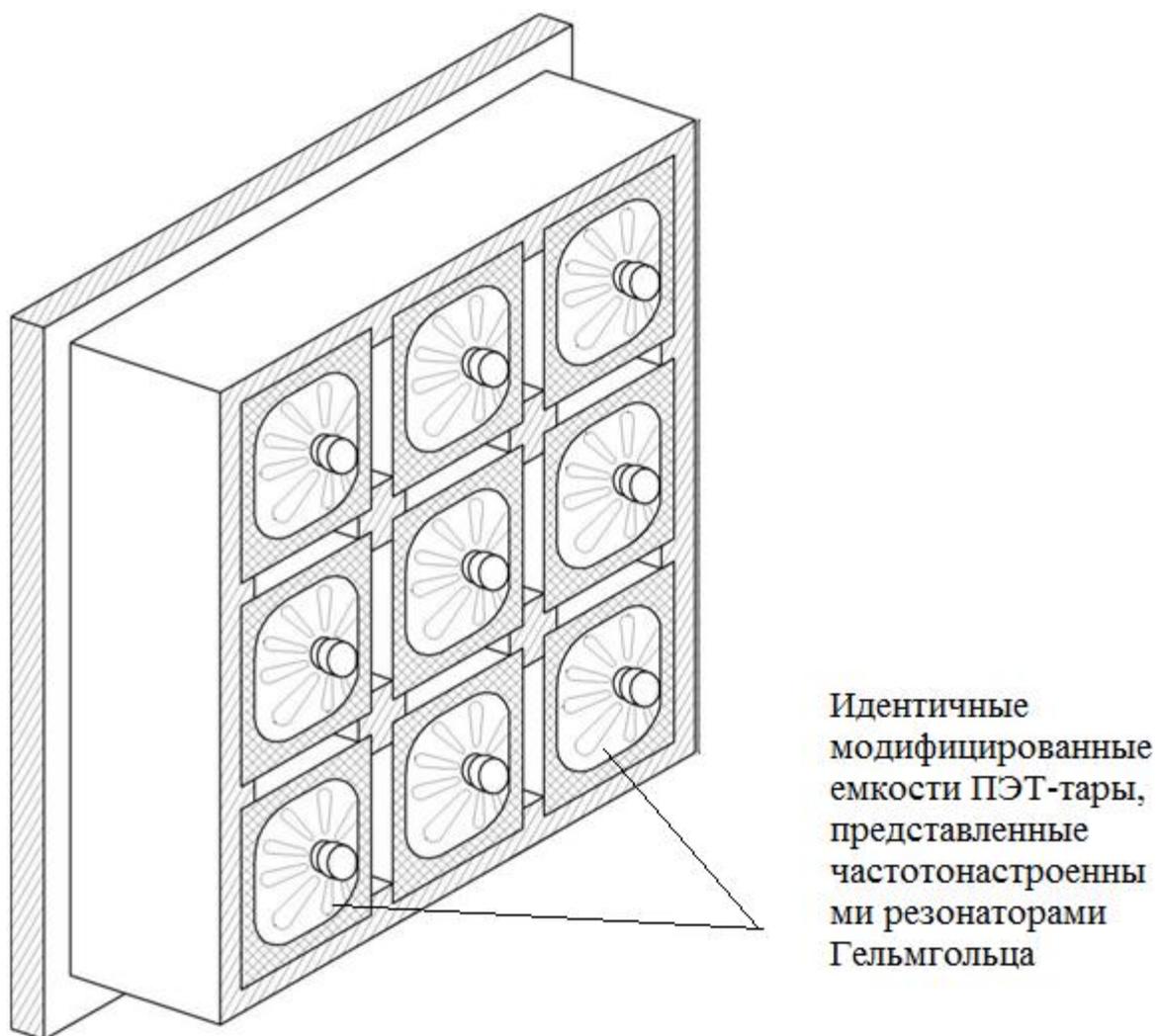


Рисунок 15 - Схема конструктивно-технологического исполнения несущей профилированной листовой и стержневой основы монтажной
КОМПОНОВКИ

На рисунке 16 представлена схема конструктивно-технологического исполнения несущей профилированной листовой и стержневой основы монтажной компоновки, смонтированной на монтажной панели, содержащей закрепленные посредством монтажно-крепежных элементов механического (коробчатого) типа акустические резонаторы Гельмгольца, образованные девятью утилизируемыми бутылочными емкостями ПЭТ-тары идентичных габаритно-геометрических размеров, при этом их открытые [33] горловые части установлены в монтажных отверстиях горловой компоновочной матрицы, содержащей отверстия перфорации.

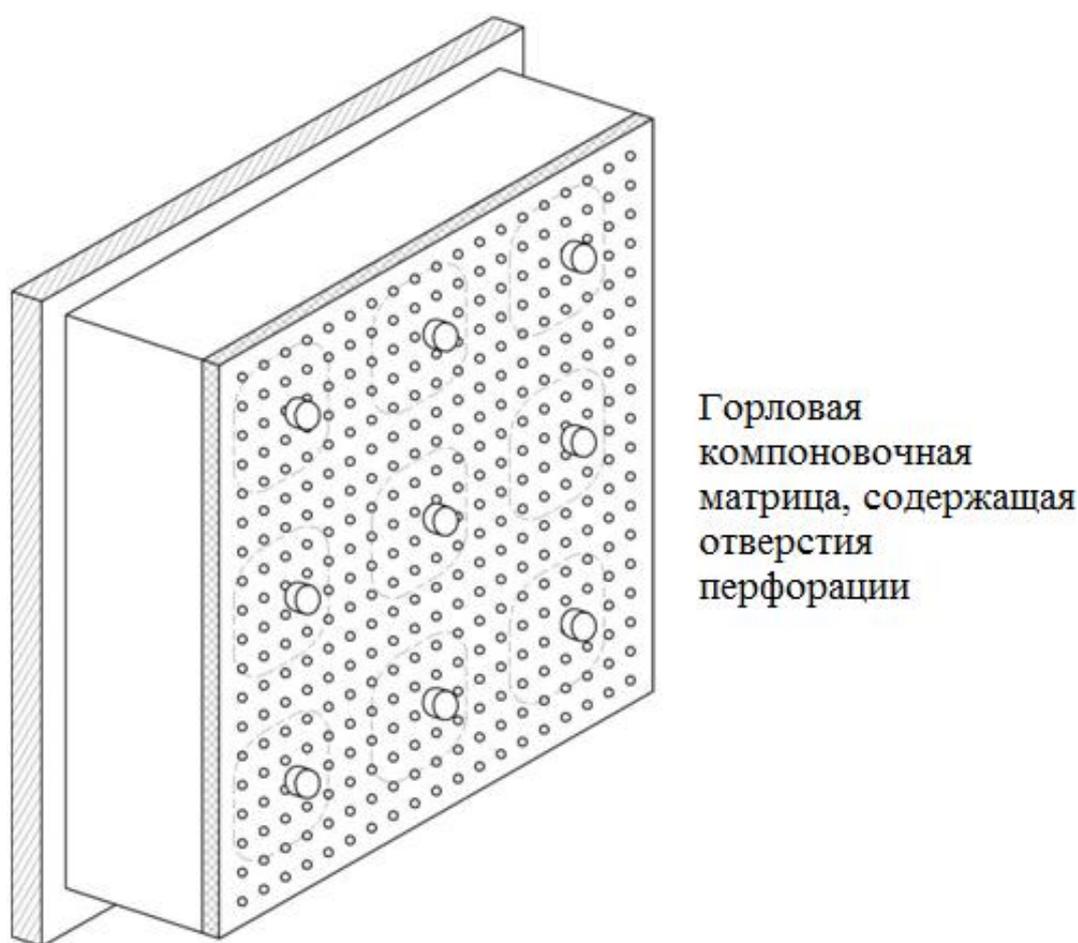


Рисунок 16 - Схема конструктивно-технологического исполнения несущей профилированной листовой и стержневой основы монтажной
КОМПОНОВКИ

На рисунке 17 представлена схема конструктивно-технологического исполнения монтажной панели, на которой смонтированы единичные обособленные акустические модули, в составе используемого семейства акустических резонаторов Гельмгольца, образованных девятью утилизируемыми бутылочными емкостями ПЭТ-тары идентичных геометрических форм, габаритных размеров и объемов камерных и открытых горловых частей, при этом их открытые [34] горловые части установлены в монтажных отверстиях горловой компоновочной матрицы, изготовленной из слоя пористого звукопоглощающего материала, пространство между поверхностью стенки монтажной панели и поверхностью стенки горловой компоновочной матрицы содержит два разделенных внутренних звукопоглощающих слоя;

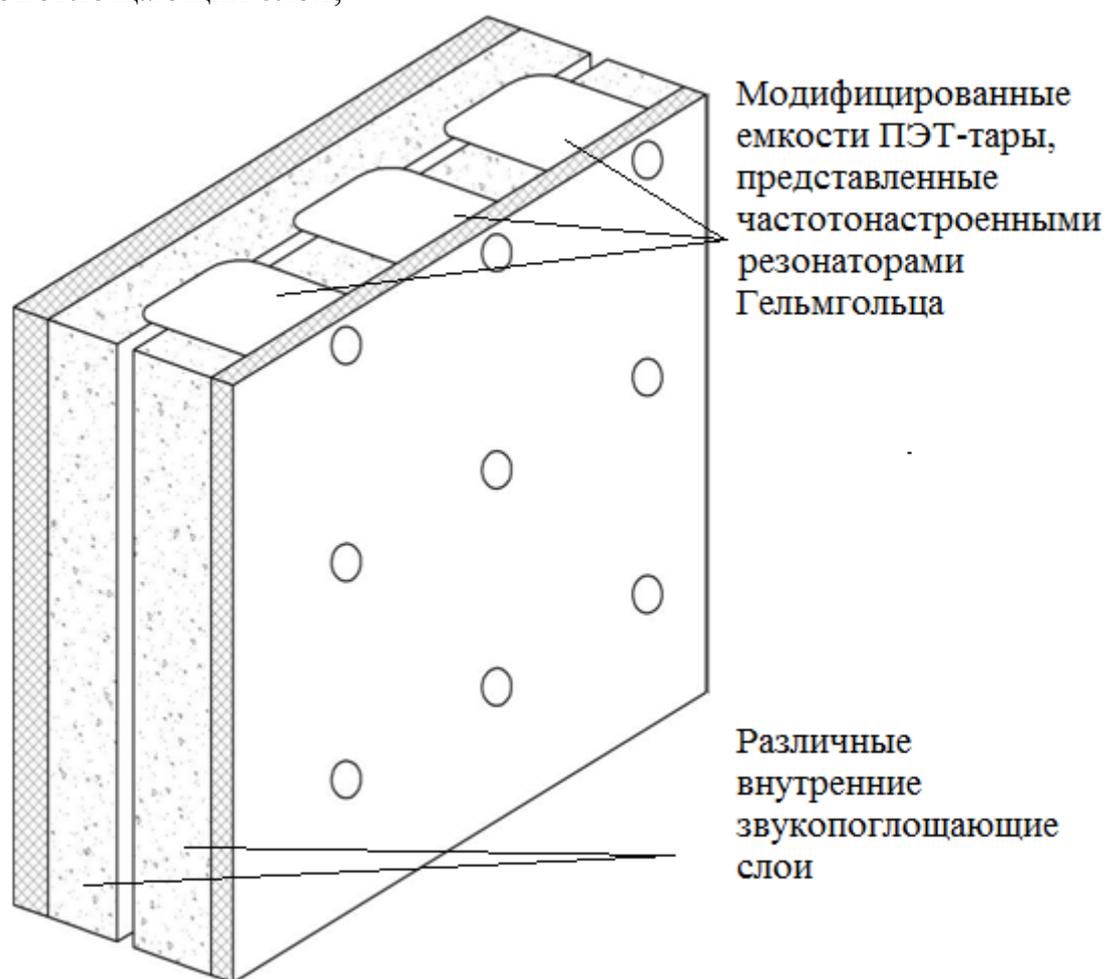


Рисунок 17 - Схема конструктивно-технологического исполнения монтажной панели

На рисунке 18 представлена схема конструктивно-технологического исполнения отдельных составных элементов фрагментного участка открытого вентиляционного канала (проема), одна из сторон которого сопрягается со стеновым перекрытием помещения (здания) электротрансформаторной подстанции закрытого типа, содержащего подводящий и отводящий патрубки, глушитель шума, образованный смонтированными на внутренних поверхностях его противоположных боковых [35] стенок, сгруппированными сблокированными акустическими модулями, составленными из используемых семейств акустических резонаторов Гельмгольца, образованных утилизируемыми бутылочными емкостями ПЭТ-тары, при этом оси внутренних трубчатых удлинителей (на схеме не представлены) открытых горловых частей утилизируемых бутылочных емкостей ПЭТ-тары направлены перпендикулярно оси открытого вентиляционного канала (проема) прямооточного типа (монтажные панели, формирующие стенки вентиляционного канала (проема) - не представлены);

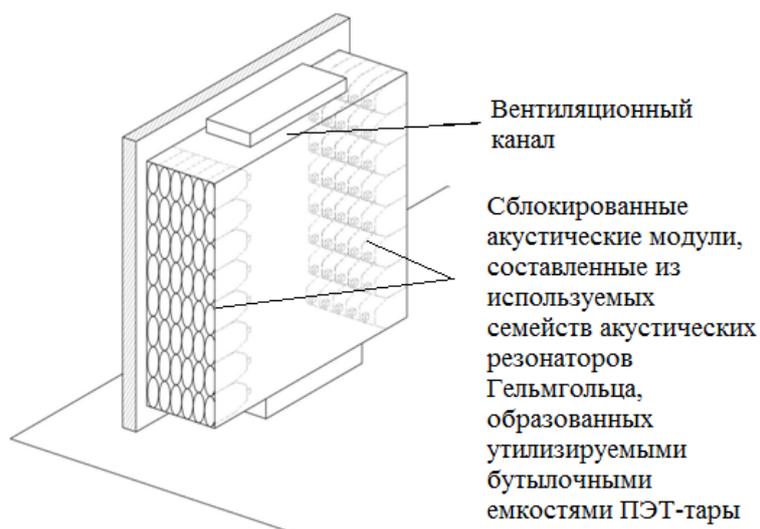


Рисунок 18 - Схема конструктивно-технологического исполнения отдельных составных элементов фрагментного участка открытого вентиляционного канала

На рисунке 19 представлена схема конструктивно-технологического исполнения отдельных составных элементов фрагментного участка открытого вентиляционного канала (проема), с присоединенным к его полости глушителем шума, образованным в виде смонтированных на внутренних поверхностях боковых стенок сгруппированных сблокированных акустических модулей, составленных из [36] используемых семейств акустических резонаторов Гельмгольца, образованных утилизируемыми бутылочными емкостями ПЭТ-тары, при этом оси внутренних трубчатых удлинителей (на схеме не представлены) открытых горловых частей утилизируемых бутылочных емкостей ПЭТ-тары направлены перпендикулярно оси открытого вентиляционного канала (проема) прямого типа (монтажные панели, формирующие стенки вентиляционного канала (проема) - не представлены);

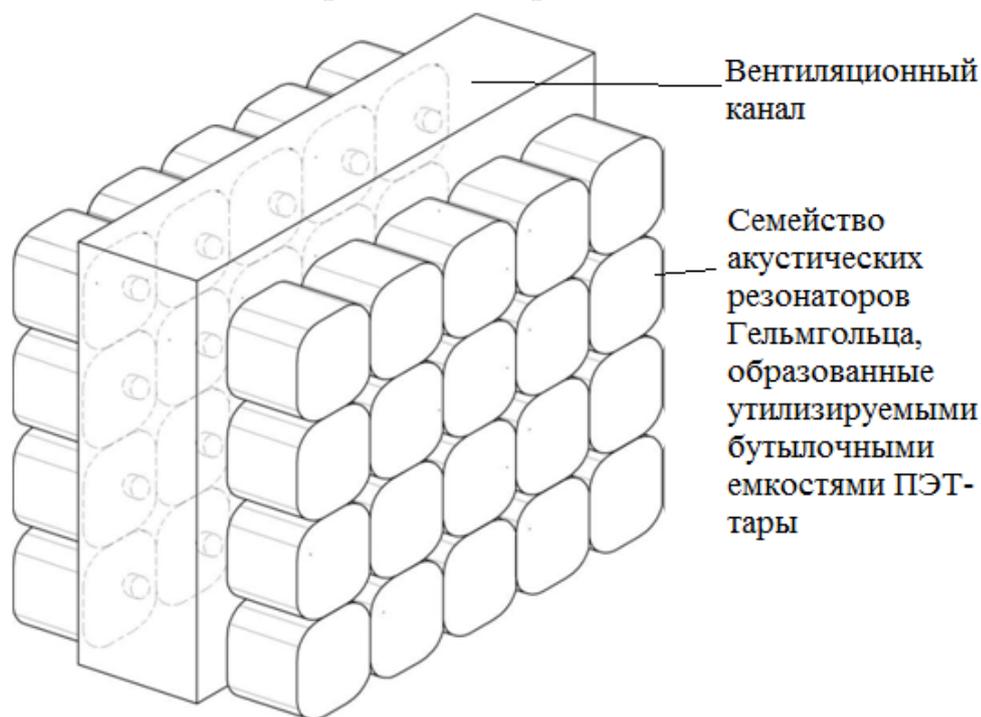


Рисунок 19 - Схема конструктивно-технологического исполнения отдельных составных элементов фрагментного участка открытого вентиляционного канала

Используемые устройства ослабления акустического излучения активной части силового электротрансформатора, представленные глушителями шума, монтируются, в частности, на несущей тонкостенной дверной панели входной двери помещения (здания) электротрансформаторной подстанции закрытого типа. Также они устанавливаются в полостях открытых вентиляционных каналов (проемов) прямоточного типа. Глушители шума могут быть выполнены в виде соответствующих единичных обособленных акустических модулей и/или в виде сгруппированных сблокированных акустических модулей, составленных из утилизируемых и дополнительно преобразованных (модифицированных) бутылочных емкостей ПЭТ-тары. «В открытых горловых частях утилизируемых и дополнительно преобразованных (модифицированных) бутылочных емкостях ПЭТ-тары смонтированы соответствующие конструкции внутренних трубчатых удлинителей. При этом внешние участки концевых срезов внутренних трубчатых удлинителей открытых горловых частей преобразованных (модифицированных) утилизируемых бутылочных емкостей ПЭТ-тары, смонтированных на входной двери помещения (здания) электротрансформаторной подстанции закрытого типа, своими открытыми частями направлены в зону воздушной полости помещения (здания) локализации активной части силового электротрансформатора. Утилизируемые преобразованные (модифицированные) бутылочные емкости ПЭТ-тары, установленные в полостях открытых вентиляционных каналов (проемов), направлены осями внешних концевых срезов внутренних трубчатых удлинителей открытых горловых частей перпендикулярно оси открытого вентиляционного канала (проема) помещения (здания) электротрансформаторной подстанции закрытого типа. Приточный подвод воздуха для охлаждения активной части силового электротрансформатора помещения (здания) электротрансформаторной подстанции закрытого типа осуществляется с использованием подводящего патрубка открытого вентиляционного канала

(проема) прямоточного типа. Отвод(вытяжка) избыточного тепла (в составе разогретого воздуха) из зоны локализации активной части силового электротрансформатора помещения (здания) электротрансформаторной подстанции закрытого типа в открытое пространство осуществляется посредством отводящего патрубка открытого вентиляционного канала (проема) прямоточного типа.

С целью уменьшения передачи шумового излучения (низкочастотного электротрансформаторного гула) из помещения (здания) электротрансформаторной подстанции закрытого типа смежные помещения строительного здания или в открытое пространство окружающей среды через звукопередающие соединения с неудовлетворительной звукоизолирующей способностью элементов дверного проема и входной двери, и/или открытых вентиляционных каналов (проемов), стеновых, потолочных перекрытий (крыши) помещения (здания) электротрансформаторной подстанции закрытого типа, могут применяться [40] соответствующие уплотнительно-звукоизолирующие элементы, обеспечивающие акустически эффективную герметизацию (приемлемую звукоизоляцию) сопряжений указанных элементов.

Открытые горловые части утилизируемых бутылочных емкостей ПЭТ-тары могут быть установлены в монтажных отверстиях горловой компоновочной матрицы. Дополнительная структурная фиксация (неподвижное закрепление), с заданным пространственным размещением утилизируемых бутылочных емкостей ПЭТ-тары, может осуществляться с использованием несущей профилированной листовой или стержневой основы монтажной компоновки.

Структура стенки горловой компоновочной матрицы может быть выполнена из листового воздухопродуваемого перфорированного металлического или из перфорированного листового плотного полимерного материала, или из воздухопродуваемого пористого цельноформованного звукопоглощающего вспененного открыто ячеистого материала, или из

пористого воздухопродуваемого цельноформованного звукопоглощающего волокнистого материала или из многослойной композиции, включающей сочетания вышеперечисленных альтернативных структур материалов.

«Стеновые конструкции электротрансформаторной подстанции закрытого типа, выполненные из сборных крупнопанельных (железобетонных, каркасно-металлических), крупноблочных монолитных или кирпичной кладки, во многих случаях обеспечивают требуемую звукоизоляцию от электротрансформаторного гула. В это же время, в составе помещения (здания) электротрансформаторной подстанции закрытого типа выделяются два слабых звукоизолирующих звена, ответственных за интенсивную передачу паразитной звуковой энергии (электротрансформаторного гула) в смежные помещения строительного здания и/или в открытое пространство. Такого типа слабыми звукоизолирующими звеньями являются открытые вентиляционные каналы (проемы) и дверные проемы помещения (здания), входные двери которых оборудованы тонкостенными панельными элементами и комплектуются упрощенными по конструктивно-технологическому исполнению, с недостаточной звукоизоляцией, уплотнительными узлами» [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнена разработка эффективных технических решений, которые направлены на уменьшение шумового энергетического излучения, производимого электротрансформаторными подстанциями закрытого типа, базирующаяся на экологически чистых и экономически обоснованных технических приемах использования оригинальных шумозаглушающих модулей, содержащих утилизируемую бутылочную ПЭТ-тару.

Выполнена моделирующая аппроксимация разногабаритных бутылочных емкостей ПЭТ-тары, представленная в виде сообщающихся воздушных полостей горловых и камерных частей акустических резонаторов Гельмгольца.

Проведены расчетные исследования с использованием уточненной частотной настройки дискретных значений резонансных частот акустических резонаторов Гельмгольца, с учетом используемых емкостей их камерных и горловых частей бутылочной ПЭТ-тары, включая дополнительное использование монтируемых адаптерных удлинителей горловых частей, перфорации их стенок, установку пористых воздухопродуваемых пробок и пористых тканевых перекрытий в их горловой части.

Разработано семейство оригинальных разнообразных компоновочных схем и технических исполнений звукопоглощающих футеровок в составе внутренних поверхностей стеновых перегородок, дверных и вентиляционных проемов электротрансформаторной подстанции закрытого типа, использующих модифицированную утилизируемую ПЭТ-тару в качестве частотонастроенных технических устройств заглушения звуковой энергии (низкочастотного гула) электротрансформаторной подстанции закрытого типа.

Предложен экологически чистый, инновационный технический прием рециклированной утилизационной переработки твердых полимерных отходов ПЭТ-тары, исключаящий трудоемкие, затратные, экологически грязные термохимические технологии их переработки в виде вторичного

гранулированного сырьевого продукта для последующего использования его в качестве пригодных технических устройств для утилизации акустической энергии, излучаемой шумогенерирующим техническим объектом, на примере электротрансформаторной подстанции закрытого типа.

Материалы диссертационной работы были представлены на Международных, всероссийских и городских научно-практических конференциях, которые оценены:

- Дипломом призера Всероссийского инженерного конкурса 2016 (г. Санкт-Петербург, 16-18 ноября 2016г.), международный уровень;

- Дипломом I степени за победу в XI Международной молодежной научной конференции Тинчуринские чтения 2016 (г.Казань, 23-25 марта 2016г) международный уровень;

- Сертификатом Участника XI Международной молодежной научной конференции Тинчуринские чтения 2016 (г.Казань, 23-25 марта 2016г) международный уровень;

- Почетной грамотой за II место на XLII Самарской областной студенческой научной конференции (г.Самара, 13 апреля 2016г), областной уровень;

- Дипломом I степени за бакалаврскую работу, занявшую 1 место в конкурсе выпускных квалификационных работ по направлению Техносферная безопасность, Тольятти 2016;

- Дипломом III степени за победу в конкурсе инновационных научно-исследовательских проектов ProjectshowTechnologycity (г.Тольятти, 10 февраля 2016г),городской уровень;

- Дипломом II степени за победу в конкурсе инновационных проектов по охране труда, экологической, промышленной, пожарной безопасности SAFETY-2015 (г.Сочи 13-17 апреля 2015г);федеральный уровень;

- Дипломом II степени в конкурсе инновационных научно-исследовательских и творческих проектов Окружающая среда. Техносфера. Безопасность (г.Тольятти, 2015г), городской уровень;

-Дипломом за II место в научно-практической конференции Студенческих дни науки в ТГУ, 1 этап конкурса(г.Тольятти,2015) , городской уровень;

- Дипломом за III место в XLI Самарской областной студенческой научной конференции секции Проблемы безопасности жизнедеятельности(г.Самара,апрель,2015г), областной уровень;

- Сертификатом участника конкурса Молодой ученый Тольятти за активное участие в номинации и научной жизни города (г.Тольятти, 20 ноября 2015г),), городской уровень;

- Сертификатом за участие и дискуссию в форуме Молодой ученый (г.Тольятти, 20 ноября 2015г) городской уровень;

- Дипломом за II место в XLI Самарской областной студенческой научной конференции секции Проблемы безопасности жизнедеятельности (г.Самара,апрель,2015г), областной уровень.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Разработка технических устройств ослабления акустического излучения электротрансформаторной подстанции закрытого типа [Электронный ресурс] :Акустика современности (ред. от 29.07.2017).URL:<http://hdl.handle.net/123456789/1964> (дата обращения: 19.12.2017).

2. Пат. GB 949213 Великобритания, МПК G07C1/20G10K11/16H01F27/33 A tank for an electrical apparatus [Текст] / заявитель и патентообладатель LICENTIAGMBH. - № GB826501 (A); заявл. 11.02.1966 ;опубл. 14.12.1967, Бюл. № 21. – 8с. :ил.

3. Пат. US6633107 Великобритания, МПК H01F27/02; H01F27/33; (IPC1-7): H01L41/08 Low noise transformer [Текст] / заявитель и патентообладатель CALABRO' STEFANO [IT]; MORICONIFRANCO. - № 19990329; заявл. 10.14.2003.;опубл. 10.14.2004, Бюл. № 11. – 10 с. : ил.

4. Скрыбина, Л.Б.Справочник по контролю промышленных шумов[Текст] / Скрыбина, Л.Б.- М. : Машиностроение, 1979.- 447 с.

5.Пат. US5394376 США, G10K11/178(IPC1-7): G10K11/16, Method and apparatus for acoustic attenuation [Текст] / RIDDLE LAURENCE R [US]SEWELL JOHN M [US]; заявитель и патентообладатель MARTIN MARIETTA CORP [US],. - № 5394376; заявл. 17.12.1993; опубл. 28.02.1995, Бюл. № 4. –12 с. : ил.

6. Пат. FR20100053510 20100505 Франция, H01F27/02/Electrical installation having a plurality of devices for reducing the noise of the waves originating from the active induction portion having ensured vacuum tightness [Текст] / заявитель и патентообладатель DEVAUX FRANCOIS [FR]; VOUAGNER PASCAL . - № 2011EP57063; заявл. 05.05.2011;опубл. 2011.11.10, Бюл. № 8. – 9 с. : ил.

7. Пат. EP0109587 Европа, G10K11/172; H01F27/02; H01F27/33; (IPC1-7): G10K11/16; H01F27/33 Transformer with an oil-cooled active part and sound reducing resonators.[Текст] / заявитель и патентообладатель TRANSFORMATORENUNIONAG - № 19821112; заявл. 30.05.1984; опубл. 12.10.1985, Бюл. № 14. – 13с. ил.

8. Лизунов, С.Д. Сушка и дегазация трансформаторов высокого напряжения [Текст] / Лизунов, С.Д.– М.: Энергия, 1971 – 138 с.

9. Приказ Минэнерго России от 13.01.2003 N 6 "Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" [Электронный ресурс].- Режим доступа <http://www.consultant.ru>.

10. Пат. US6633107 США, H01F27/02 H01F27/33, Low noise transformer [Текст] / CALABRO' STEFANO [IT]MORICONIFRANCO [IT]; заявитель и патентообладатель ABBT&DTECHLTD [CH],. - № 6633107; заявл. 29.03.1999; опубл. 14.10.2003, Бюл. № 43. –22 с. : ил.

11. Пат. KR20100045695 Корея, C08J11/04 C08K3/00 C08K7/14, RECYCLING POLYETHYLENETEREPHTHALATE COMPOSITE AND MANUFACTURING METHOD OF THE REOF [Текст] / RYUSEUNG CHAN [KR]CHO JUNG HWAN [KR]; заявитель и патентообладатель HYUNDAIMOTORCOLTD [KR]SAMYANGCORP [KR],. - № 20100045695; заявл. 24.10.2008; опубл. 04.05.2010, Бюл. № 22. –17 с. : ил.

12. Пат. WO2011/138329 Франция, H01F27/33, HIGH- OR MEDIUM-VOLTAGE ELECTRICAL DEVICE INCLUDING A SUBMERGED ACTIVE INDUCTION PORTION HAVING REDUCED NOISE [Текст] / DEVAUX FRANCOIS [FR]VOUAGNER PASCAL [FR]; заявитель и патентообладатель ALSTOM GRID SAS [FR]DEVAUX FRANCOIS [FR],. - № 2011/138329; заявл. 05.05.2010; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 48. –33 с. : ил.

13.Приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н (ред. от 19.02.2016) "Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок" [Электронный ресурс].- Режим доступа <http://www.consultant.ru>.

14. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 30.12.2017) "О противопожарном режиме" [Электронный ресурс].- Режим доступа <http://www.consultant.ru>.

15. Пат. JP2008226933 Япония, H01F27/02; H01F27/26 TRANSFORMER[Текст] / заявитель и патентообладатель YOSHIDAYOSHIKO; ISHIMOTOMASAYASU; HOSHINOTAKASHI. - № 20070309; заявл. 25.09.2008;опубл. 25.05.2009, Бюл. № 5. – 7 с. : ил.

17. Пат. RU2569371 Российская Федерация, C08G63/692, PACKAGING MADE OF POLYETHYLENE TEREPHTHALATE, CONTAINING BIOLOGICAL MATERIAL, AND METHOD FOR PRODUCTION THEREOF [Текст] / КРИДЖЕЛ Роберт М.,ХУАН Сяоянь; заявитель и патентообладатель The COCA COLA LTD,. - № 2569371; заявл. 03.03.2009; опубл. 27.11.2015, Бюл. № 52. –75 с. : ил.

18. Пат. FR2560155 Франция, B65D41/04(IPC1-7): B29B17/00 B32B15/12, Composite seal for the packaging of products sensitive to humidity and manufacturing method [Текст] / DELVAL GERARD; заявитель и патентообладатель SEBAL,. - № 2560155; заявл. 27.02.1984; опубл. 30.08.1985, Бюл. № 38. –29 с. : ил.

19. Пат. US5472753 Турция, B29C49/00 B32B1/02 B32B27/00, Polyethylene terephthalate-containing laminate [Текст] / FARHA SAID K [US]; заявитель и патентообладатель PEPSICO INC,. - № 5472753; заявл. 28.06.1994; опубл. 05.12.1995, Бюл. № 64. –5 с. : ил.

20. Пат. US5472753 Турция, B29C49/00 B32B1/02 B32B27/00, Polyethylene terephthalate-containing laminate [Текст] / FARHA SAID K [US]; заявитель и патентообладатель PEPSICO INC,. - № 5472753; заявл. 28.06.1994; опубл. 05.12.1995, Бюл. № 64. –5 с. : ил.

21. Пат. US5804305 Турция, B29C45/14 B29C49/00 B29C49/02, Multi-layer preform used for plastic blow molding [Текст] / SLAT WILLIAM A [US]DARR RICHARD C [US]; заявитель и патентообладатель PLASTIPAK

PACKAGING INC [US],. - № 5804305; заявл. 10.09.1993; опубл. 08.09.1998, Бюл. № 33. –17 с. : ил.

22. Трудовой кодекс Российской Федерации[Текст]: [новый]. - М. : ИНФРА-М, 2012. - 224 с

23. Пат. WO9702939 Международная заявка, B29C45/16 B29C49/00 B29C49/22, SLEEVE MOLDING [Текст] / COLLETTE WAYNE N [US]KRISHNAKUMAR SUPPAYAN M [US]; заявитель и патентообладатель CONTINENTAL PET TECHNOLOGIES [US]COLLETTE WAYNE N [US],. - № 9702939; заявл. 07.07.1995; опубл. 30.01.1997, Бюл. № 2. –12 с. : ил.

24. Пат. WO9920462 Международная заявка, B29C45/14 B29C45/16 B29C49/00, BARRIER-COATEDPOLYESTER[Текст] / HUTCHIN SONGERA LDA; заявитель и патентообладатель PLASTICS FABRICATION TECHNOLOG [US],. - № 9920462; заявл. 17.10.1997; опубл. 29.04.1999, Бюл. № 12. –15 с. : ил.

25. Пат. JP2008218745 Япония, H01F27/33, SILENCER FOR TRANSFORMER[Текст] / NAGATAJU ICHIHARA ITAD AHIRA; заявитель и патентообладатель TOSHIBACORP,. - № 2008218745; заявл. 05.03.2007; опубл. 18.09.2008, Бюл. № 38. –41 с. : ил.

26. Пат. JP 2002361647 Япония, B29C39/02 B29C39/38 C08K3/40, RECYCLING POLYETHYLENETEREPHTHALATE COMPOSITE AND MANUFACTURING METHOD OF THE RE OF [Текст] / KUBOITOSHI TATSUKU VOITO KUNIRO; заявитель и патентообладатель KUBOITOSHI TATSUKU VOITO KUNIRO,. - № 2002361647; заявл. 11.06.2001; опубл. 18.12.2002, Бюл. № 63. –39 с. : ил.

27.Пат. 2634589 Российская Федерация, МПК H01F 27/33, H02B 7/06, E04B 1/74 Низкошумная электротрансформаторная подстанция закрытого типа[Текст] / заявитель и патентообладатель Тольяттинский государственный университет. - № 2016106494 ;заявл. 24.02.2016 ; опубл. 01.11.2017, Бюл. № 31. – 4 с. : ил.

28. Пат. 984626 Великобритания, МПК F16F1/44; G10K11/16; H01F27/12; H01F27/33 Improvements relating to tanks for inductive apparatus [Текст] / заявитель и патентообладатель Buttrick deryck leean; mienermax. - № 19630223; заявл. 23.02.1964; опубл. 03.03.1965, Бюл. № 17. – 12 с. : ил.

29. Пат. 971765 Великобритания, МПК G10K11/16; H03F22/15; H02F21/32 Improvement sin and relating to sound insulation [Текст] / заявитель и патентообладатель Parsons CA&COLTD. - № 19610320; заявл. 7.01.1962; опубл. 07.10.1964, Бюл. № 11. – 8 с. : ил.

30. Пат. 925522 Великобритания, МПК G10K11/16; H03F22/15; H02F21/32 Noise reducing means for transformers [Текст] / заявитель и патентообладатель MCGRAWEDISONCO. - № 19590914; заявл. 14.09.1959; опубл. 08.05.1963, Бюл. № 15. – 8 с. : ил.

31. Пат. 1094618 Великобритания, МПК G10K11/00; G10K11/16; H01F27/33 Tank accommodating electrical apparatus and device for absorbingsoun demitted there by [Текст] / заявитель и патентообладатель WILLEMSMIT & CO' STRANS FOR MATOREN FABRIEK N.V. - № 19640313; заявл. 10.03.1965 ; опубл. 13.12.1967, Бюл. № 21. – 6с. ил.

32. Пат. 1094618 Великобритания, G07C1/20; G10K11/16; H01F27/33A tank for an electrical apparatus [Текст] / заявитель и патентообладатель LICENTIPATENT-VERWALTUNGS-G.M.B.H - № 19551102; заявл. 02.11.1956 ; опубл. 06.01.1960, Бюл. № 13. – 8с. ил.

33. Пат. 1384344 Франция, H01F27/33A Cuves pour appareil sin ductifs [Текст] / заявитель и патентообладатель BUTTRICKDERYCK, LELEANMILNERMAX - № 19640219; заявл. 01.04.1965 ; опубл. 07.03.1967, Бюл. № 25. – 11с. ил.

34. Пат. 162525 Российская Федерация, МПК H01B 9/00 (2006.01). Кабель силовой, не распространяющий горение, с бумажной изоляцией и оболочками, не содержащими галогены [Текст] / заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Кабель

Технологии Инновации". - №2015148385/07 ; заявл. 10.11.2015 ; опубл. 10.06.2016, Бюл. № 16. - 5 с. : ил.

35. Пат. 45856162525 Российская Федерация, МПКН01В 9/00 (2000.01). Кабель силовой с полимерной изоляцией с продольной герметизацией [Текст] / Буренкова С.В., Савченко В.Г., Вивчарь Г.Ю., Чиминева Е.М. ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Камкабель". - № 2004136701/22 ; заявл. 14.12.2004 ; опубл. 27.05.2005, Бюл. № 15. - 3 с. : ил.

36. Пат. 72093 Российская Федерация, МПК Н01В 9/00 (2006.01). Кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией экранированного типа [Текст] / Бортникова Г.Н., Буров И.В., Ведерникова Н.В., Зубакина Э.Г., Мяслицын А.Н., Савченко В.Г. ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Камкабель". - № 2007136353/22 ; заявл. 01.10.2007 ; опубл. 27.03.2008, Бюл. № 9. - 3 с. : ил.

37. ГОСТ 12.2.007.14-75. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности [Текст]. – Введ. 1978-01-01.– М. : Изд-во стандартов, 2001. – I, 2 с.

38. ГОСТ 31565-2012. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности [Текст]. – Введ. 2014-01-01.– М. : Межгосударственный стандарт, 2014. – V, 4 с.

39. ГОСТ Р 12.0.006 – 2002. Система стандартов безопасности труда. Общие требования к управлению охраной труда в организации [Текст]. Введ. 2003-01-01.– М. : Госстандарт России, 2002. – IV, 7 с.

40. Приказ Минэнерго России от 13.01.2003 N 6 "Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" [Электронный ресурс].- Режим доступа <http://www.consultant.ru>.

41. Приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н (ред. от 19.02.2016) "Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации

электроустановок" [Электронный ресурс].- Режим доступа <http://www.consultant.ru>.

42. РД 34.20.508. Инструкция по эксплуатации силовых кабельных линий Ч. 1. Кабельные линии напряжением до 35 кВ[Текст]. - Введ. 1979-10-15.- М. : Энергия, 1966. - I, 7 с. : ил. ; 15 см.

43. ГОСТ Р 53316-2009. Кабельные линии. Сохранение работоспособности в условиях пожара. Метод испытания [Текст]. - Введ. 2009-02-18.- М. : Изд-во стандартов, 2009. - III, 16 с. : ил. ; 20 см.

44. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [Текст]. - Введ. 2009-12-10.- М. : Изд-во стандартов, 2009. - IV, 7 с. : ил. ; 16 см.

45. Пат. 72093 Российская Федерация, МПК H01B 9/00 (2006.01). Кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией экранированного типа [Текст] / Бортникова Г.Н., Буров И.В., Ведерникова Н.В., Зубакина Э.Г., Мяслицын А.Н., Савченко В.Г. ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Камкабель". - № 2007136353/22 ; заявл. 01.10.2007 ; опубл. 27.03.2008, Бюл. № 9. - 3 с. : ил.

47. Пат. RU2348530 Российская Федерация, МПК B30B9/30, VALER PRESS FOR PLASTIC BOTTLE WASTES PACKING [Текст] / Кудн Сергей Георгиевич (BY), ; заявитель и патентообладатель Республиканское унитарное предприятие Специальное конструкторско-технологическое бюро "Металлополимер" (BY),. - № 2007111310 ; заявл. 10.10.2008 ; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 7. - 5 с. : ил.

48. Пат. RU2150385 Российская Федерация, МПК B02C23/08B03B9/06B03C1/00, METHOD OF PROCESSING MIXTURES OF PLASTIC MATERIALS AND PLANT FOR PROCESSING OF MIXTURES OF PLASTIC MATERIALS [Текст] / DITMAR GUSHALL [DE] KHAJNER GUSHALL [DE], ; заявитель и патентообладатель GEZELL SHAFT [DE] DER

GRJUNE PUNKT DUALES SISTEM [DE],. - № 2150385; заявл. 05.01.1995 ;
опубл. 10.06.2000, Бюл. № 4. - 9 с. : ил.

49. Пат. RU2091224 Российская Федерация, МПК B00C20/07B03B9/06B01C1/00, METHOD OF SEPARATING POLYMER PARTICLE MIXTURE [Текст] / INGO SHTAL [DE] AKSEL KHOLLSHTAJN [DE], ; заявитель и патентообладатель KALI & SALZ AG [DE],. - № 2091224; заявл. 21.08.1991 ; опубл. 27.09.1997, Бюл. № 15. – 44 с. : ил.

50. Пат. US2014299523 Великобритания, МПК B07C5/34G01N21/84, Method to Improve Detection of Thin Walled Polyethylene Terephthalate Containers for Recycling Including Those Containing Liquids [Текст] / SOMMER JR EDWARD J [US], ; заявитель и патентообладатель NAT RECOVERY TECHNOLOGIES LLC,. - № 2014299523; заявл. 04.08.2013 ; опубл. 10.09.2014, Бюл. № 17. – 32 с. : ил.

50. Пат. US5115987 Великобритания, МПК B03B9/06B08B9/08B29B17/02, Method for separation of beverage bottle components [Текст] / MITHAL ASHISH K [US], ; заявитель и патентообладатель MITHAL ASHISH K [US],. - № 5115987; заявл. 19.02.1991; опубл. 26.05.1992, Бюл. № 17. – 32 с. : ил.

51. Пат. US5688693 Великобритания, МПК B07C5/34 B08B9/46 B09B5/00, Method and system for sampling and determining the presence of contaminants in recyclable plastic materials [Текст] / FINE DAVID H [US]FRAIM FREEMAN W, ; заявитель и патентообладатель COCA COLA CO [US],. - № 5688693; заявл. 01.06.1992; опубл. 18.11.1997, Бюл. № 17. – 21 с. : ил.

52. Пат. JP2005041671 Япония, МПК B65F1/00(IPC1-7): B65F1/00, Sorting and storing device of empty beverage aluminum cans and steel cans, and sorting and storing device of empty beverage pet bottles and glass bottlesorting and storing device of empty beverage aluminum cans and steel cans, and sorting and storing device of empty beverage pet bottles and glass bottles [Текст] /

SAKURAI KURAZO, ; заявитель и патентообладатель SAKURAI KURAZO,. - № 2005041671; заявл. 25.07.2003; опубл. 17.02.2005, Бюл. № 5. – 11 с. : ил.

53. Пат. JP2002292630 Япония, МПК B02C19/00 B02C23/08 B03B5/28, METHOD AND APPARATUS FOR SEPARATION AND RECOVERY OF PET BOTTLE [Текст] / SUZUKI MOTOFUMI, ; заявитель и патентообладатель SUZUKI MOTOFUMI,. - № 2002292630; заявл. 30.03.2001; опубл. 10.09.2002, Бюл. № 4. – 15 с. : ил.

54. Пат. US4830188 Великобритания, МПК B03B5/40 B03B5/44, Plastics separation and recycling method [Текст] / HANNIGAN BENJAMIN R [US]FERNANDES JOSE R [US], ; заявитель и патентообладатель UNIV RUTGERS [US],. - № 4830188; заявл. 30.09.1987; опубл. 16.05.1989, Бюл. № 6. – 12 с. : ил.

55. Пат. KR20070070754 Корея, МПК B09B3/00B65F3/00, SYSTEM FOR REMOVING OF RESOURCES AND WASTE AND METHOD THEREOF [Текст] / KIM SEONG WOO [KR], ; заявитель и патентообладатель SHIN WOO ENC CO LTD [KR],. - № 20070070754; заявл. 29.12.2005; опубл. 03.03.2008, Бюл. № 55. – 54 с. : ил.

56. Пат. FR2560155 Франция, МПК B65D41/04(IPC1-7): B29B17/00 B32B15/12(+7), Composite seal for the packaging of products sensitive to humidity and manufacturing method [Текст] / DELVAL GERARD, ; заявитель и патентообладатель SEBAL [FR],. - № 2560155; заявл. 27.02.1984; опубл. 17.10.1986, Бюл. № 22. – 40 с. : ил.

57. Пат. RU2335394 Российская Федерация, МПК B29B17/02 G01N1/02 G01N1/28, METHOD AND DEVICE FOR RECYCLING OF USED PLASTIC PACKAGE [Текст] / ФРИДЛЕНДЕР Томас (DE),ШТРАУБИНГЕР Ханс-Юрген (DE),ФРИДЛЕНДЕР Томас (DE),ШТРАУБИНГЕР Ханс-Юрген (DE), ; заявитель и патентообладатель КРОНЕСАГ (DE),KRONES AG,. - № 2335394; заявл. 13.10.2003; опубл. 27.11.2007, Бюл. № 12. – 7 с. : ил.

58. Пат. RU2465972 Российская Федерация, МПК B08B9/08, DEVICE AND METHOD FOR CONTINUOUS WASHING OF PLASTIC TANKS AND REMOVAL OF CONTAMINANTS AND LABELS FROM THEIR SURFACES [Текст] / ФРИ ТЕРУДЖИ Пьерджорджио (ИТ), ; заявитель и патентообладатель АМУТ С.П.А. (ИТ),. - № 2465972; заявл. 18.10.2007; опубл. 27.11.27, Бюл. № 33. –15 с. : ил.

59. Пат. RU2137787 Российская Федерация, C08J11/04 C08J11/24 B01J, IMPROVED PROCESS OF REMOVING POLYETHYLENETEREPHTHALATE ADMIXTURES [Текст] / UEHST SIMON MAJKL, ; заявитель и патентообладатель UEHST SIMON MAJKL,. - № 2137787; заявл. 18.05.1992; опубл. 10.10.1996, Бюл. № 31. –22 с. : ил.

60. Пат. RU2020005 Российская Федерация, B08B9/08(IPC1-7): B08B9/08, CONTAINER WASHING MACHINE [Текст] / LASKOVETS VLADIMIR M [UA], ; заявитель и патентообладатель LASKOVETS VLADIMIR M [UA]ТАВАЧНИКОВ ВИКТОР І [UA],. - № 2020005; заявл. 29.11.1991; опубл. 30.09.1994, Бюл. № 7. –5 с. : ил.

61. Пат. RU2235019 Российская Федерация, B29B17/00 B29B17/04 B29K101/12, ROTARY SHREDDING MACHINE FOR THIN-WALL HOLLOW WASTE PLASTIC PRODUCTS [Текст]/ SYCHEV G M [RU]SHUMAKOV N G [RU, ; заявитель и патентообладатель SYCHEV G M [RU]SHUMAKOV N G [RU],. - № 2235019; заявл. 11.11.2002; опубл. 27.08.2004, Бюл. № 35. –12 с. : ил.

62. Пат. RU0237127 Российская Федерация, B03B9/06 B07B13/11 B08B9/08, Process and device for removing objects from the outside of containers [Текст] / BURLET RUDOLF J HTAVOR LAMBERTUS M J, ; заявитель и патентообладатель STAMICARBON [NL],. - № 0237127; заявл. 11.03.1986; опубл. 16.09.1987, Бюл. № 11. –18 с. : ил.

63. Пат. WO0183112 Международная заявка, B02C19/00 B29B17/02 B29K67/00, IMPROVED DECONTAMINATION OF RPET THROUGH

PARTICLE SIZE REDUCTION [Текст] / HAYWARD DONALD W [US] MARTIN ALISON S [US], ; заявитель и патентообладатель UEHST SIMON MAJKL [US] MARTIN ALISON S [US],. - № 0183112; заявл. 02.05.2000; опубл. 11.08.2001, Бюл. № 12. –7 с. : ил.

64. Пат. US5688693 Великобритания, B07C5/34 B08B9/46 B09B5/00, Method and system for sampling and determining the presence of contaminants in recyclable plastic materials [Текст] / FINE DAVID H [US] FRAIM FREEMAN W [US], ; заявитель и патентообладатель COCA COLA CO [US],. - № 5688693; заявл 01.06.1992; опубл. 18.11.1997, Бюл. № 41. –10 с. : ил.

65. Пат. DE10002682 Германия, B03B5/00 B03B5/28 B03B9/06, Verfahren zum Wiederaufbereiten von PET-Bestandteilen und Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens [Текст] / KLENK KLAUS [DE], ; заявитель и патентообладатель KLENK KLAUS [DE],. - № 10002682; заявл 24.01.2000; опубл. 08.02.2001, Бюл. № 11. –13 с. : ил.

66. Пат. US5266124 Великобритания, B29B17/02 C08J11/06 C08J11/08, Process for removing contaminants from polyolefins [Текст] / AL-JUMAH KUSAY B [US] TENNEY LINWOOD P [US], ; заявитель и патентообладатель SOUTHERN RES INST [US],. - № 5266124; заявл 27.11.1991; опубл. 30.11.1993, Бюл. № 21. –3 с. : ил.

67. Пат. EP0304667 Европейский патент, B03B9/06 B29B17/02 (IPC1-7): B03B9/06, Method of recovering PET substances from used PET containing products, and apparatus for carrying out the method [Текст] / ROPERTZ GUIDO DR ING KANIUT PETER DIPL-ING [US], ; заявитель и патентообладатель AKW APPARATE VERFAHREN [DE],. - № 0304667; заявл 27.08.1987; опубл. 01.03.1989, Бюл. № 14. –5 с. : ил.

68. Пат. DE19545357 Германия, B03B9/06 B29B17/02 (IPC1-7): B29B17/02, Preparing and separating used plastics for e.g. cracking, pyrolysis, hydration or depolymerisation [Текст] / LANG UDO DIPL ING [DE] DEMBNY CURD DR RER NAT [DE], ; заявитель и патентообладатель LINDE AG

[DE],. - № 19545357; заявл 12.05.1995; опубл. 12.06.1997, Бюл. № 9. –41 с. : ил.

69. Пат. US4830188 Великобритания, B03B5/40 B03B5/44 B03B9/06, Plastics separation and recycling methods [Текст] / HANNIGAN BENJAMIN R [US]FERNANDES JOSE R [US], ; заявитель и патентообладатель UNIV RUTGERS [US],. - № 4830188; заявл 30.09.1987; опубл. 16.05.1989, Бюл. № 10. –11 с. : ил.

70. Пат. US2010140382 Великобритания, B02C17/00 B02C23/24 B26D1/04, System for recycling of HDPE from motor-oil containers [Текст] / ZAPP JORGE, ; заявитель и патентообладатель ZAPP JORGE,. - № 2010140382; заявл 08.12.2008; опубл. 10.06.2010, Бюл. № 5. –15 с. : ил.

71. Пат. RU2384592 Российская Федерация, B29B17/00 C08G63/18 3C08J11/04, METHOD OF PROCESSING POLYETHYLENETEREPHTHALATE WASTES INTO POWDER PRODUCT [Текст] / PANASJUK GEORGIJ PAVLOVICH [RU]VOROSHILOV IGOR LEONIDOVICH [RU], ; заявитель и патентообладатель UCHREZHDENIE ROSSIJSKOJ AKADEM [RU],. - № 2384592; заявл 27.11.2008; опубл. 20.03.2010, Бюл. № 7. –25 с. : ил.

72. Пат. RU2561475 Российская Федерация, B02C1/00, GRINDER [Текст] / ЛЕШЕМ Йоав, ЗИВ Рафи, ; заявитель и патентообладатель РЭ-ПЭТ ЛТД,. - № 2561475; заявл 24.03.2010; опубл. 27.04.2014, Бюл. № 4. –21 с. : ил.

73. Пат. RU2349451 Российская Федерация, B29B17/02 B29B17/04, METHOD AND DEVICE FOR RECYCLING OF USED PET-BOTTLES [Текст] / ФРИДЛЕНДЕР Томас (DE), ХОФЭРБЕРТ Марен (DE ; заявитель и патентообладатель КРОНЕС АГ (DE),KRONES AG,. - № 2349451; заявл 13.10.2003; опубл. 27.11.2007, Бюл. № 21. –18 с. : ил.

74. Пат. RU2150385 Российская Федерация, B02C23/08 B03B9/06 B03C1/00, METHOD OF PROCESSING MIXTURES OF PLASTIC MATERIALS AND PLANT FOR PROCESSING OF MIXTURES OF PLASTIC

MATERIALS [Текст] / DITMAR GUSHALL [DE]KHAJNER GUSHALL [DE], ; заявитель и патентообладатель GEZELL SHAFT [DE]DER GRJUNE PUNKT DUALES SISTEM [DE],. - № 2150385; заявл 05.01.1995; опубл. 10.06.2000, Бюл. № 17. –14 с. : ил.

75. Пат. RU2233200 Российская Федерация, B02C18/00 B29B17/04(IPC1-7): B02C18/44, DEVICE FOR CUTTING AND DISINTEGRATING EXHAUSTED VESSELS [Текст] / CHERNOV V A [RU]DUNDUA P K [RU] ; заявитель и патентообладатель CHERNOV V A [RU]DUNDUA P K [RU],. - № 2233200; заявл 09.01.2003; опубл. 27.07.2004, Бюл. № 5. –13 с. : ил.

76. Пат. US7546965 Великобритания, B02B02C19/00 B02C23/00, Domestic plastic bottle shredder [Текст] / С PARKIN JOHN W [GB] ; заявитель и патентообладатель PARKIN JOHN W [GB],. - № 7546965; заявл 24.08.2007; опубл. 16.06.2009, Бюл. № 8. –21 с. : ил.

77. Пат. US5688693 Великобритания, B07C5/34 B08B9/46 B09B5/00, Method and system for sampling and determining the presence of contaminants in recyclable plastic materials [Текст] / FINE DAVID H [US]FRAIM FREEMAN W [US] ; заявитель и патентообладатель COCA COLA CO [US],. - № 5688693; заявл. 01.06.1992; опубл. 18.11.1997, Бюл. № 6. –16 с. : ил.

78. Пат. DE19545357 Германия, B03B9/0 6B29B17/02(IPC1-7): B29B17/02, Preparing and separating used plastics for e.g. cracking, pyrolysis, hydration or depolymerisation [Текст] / LANG UDO DIPL ING [DE]DEMBNY CURD DR RER NAT [DE] ; заявитель и патентообладатель LINDE AG [DE],. - № 19545357; заявл. 05.12.1995; опубл. 12.06.1997, Бюл. № 14. –16 с. : ил.

79. Пат. KR20000072851 Корея, B0B29B17/00(IPC1-7): B29B17/00, METHOD OF COLLECTING AND RECYCLING PET FROM PET BOTTLE [Текст] / KIM YONG JAE [KR] ; заявитель и патентообладатель KIM YONG JAE [KR],. - № 20000072851; заявл. 01.05.1999; опубл. 05.12.2000, Бюл. № 17. –24 с. : ил.

80. Пат. KR20000010466 Корея, B0B29B17/00(IPC1-7): B29B17/00, METHOD FOR RESOURCE RECYCLING OF PET BOTTLE BY USING SOLVENT [Текст] / LEE JONG YUL [KR] ; заявитель и патентообладатель LEE JONG YUL [KR],. - № 20000010466; заявл. 29.07.1998; опубл. 15.02.2000, Бюл. № 12. –31 с. : ил.

81. Пат. US4830188 Великобритания, B03B5/40 B03B5/44 B03B9/06, Plastics separation and recycling methods [Текст] / HANNIGAN BENJAMIN R [US]FERNANDES JOSE R [US] ; заявитель и патентообладатель UNIV RUTGERS [US],. - № 4830188; заявл. 30.09.1987; опубл. 16.05.1989, Бюл. № 23. –21 с. : ил.

82. Пат. KR20010079125 Корея, B0B29B17/00(IPC1-7): B29B17/00, COLOR PIPE MADE BY RECYCLING PET CONTAINER, STADIUM CEILING MATERIAL, AND SECTIONAL WALL MATERIAL [Текст] / KIM KYOUNG NYUN ; заявитель и патентообладатель KIM KYOUNG NYUN [KR],. - № 20010079125; заявл. 15.06.2001; опубл. 22.08.2001, Бюл. № 34. –41 с. : ил.

83. Пат. US6436322 Великобритания, B29B17/00 B29B9/16 B29C47/76, Method for recycling pet flakes [Текст] / FREDL RUEDIGER [DE] ; заявитель и патентообладатель OHL APPBAU & VERFAHRENSTECHNIK [DE],. - № 6436322; заявл. 12.03.1997; опубл. 20.08.2002, Бюл. № 7. –2 с. : ил.

84. Пат. DE19618363 Германия, B29B17/00 B29B9/16 B29C47/76, Method for recycling pet flakes [Текст] / FREDL RUEDIGER [DE] ; заявитель и патентообладатель OHL APPBAU & VERFAHRENSTECHNIK [DE],. - № 19618363; заявл. 29.11.1995; опубл. 05.06.1997, Бюл. № 8. –9 с. : ил.

85. Пат. US6217804 Великобритания, B29B17/00 (IPC1-7): B29B17/02 B29B7/66(+1), Painted plastic material recycling process [Текст] / LIEBERMAN MARK [US] ; заявитель и патентообладатель AMERICAN COMMODITIES INC [US],. - № 6217804; заявл. 09.08.1993; опубл. 17.04.2001, Бюл. № 4. –50 с. : ил.

86. Пат. RU2496805 Российская Федерация, C08J11/04, METHOD OF PRODUCING POLYMER COMPOSITIONS USING POLYETHYLENE TEREPHTHALATE WASTE TREATMENT STEP [Текст] / Дворко Игорь Михайлович, Плаксин Александр Львович ; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие "Ленпенопласт",. - № 2496805; заявл. 25.10.2011; опубл. 27.04.2013, Бюл. № 21. –28 с. : ил.

87. Пат. RU2458946 Российская Федерация, C08J11/24, METHOD FOR ETHANOLYSIS OF POLY(ETHYLENE TEREPHTHALATE) (PET) WITH FORMATION OF DIETHYLENE TEREPHTHALATE (DET) [Текст] / АНДЕРСОН Рональд Л. (US),СИККЕНГА Дэвид Л ; заявитель и патентообладатель БП КОРПОРЕЙШН НОРТ АМЕРИКА ИНК. (US), ВР КОРПОРЕЙШН НОРТАМЕРИКА ИНК.,. - № 2458946; заявл. 29.12.2005; опубл. 10.02.2010, Бюл. № 33. –35 с. : ил.

88. Пат. RU2263658 Российская Федерация, B01D3/14 B29B17/02 B29B17/04, METHOD FOR CHEMICAL REUTILIZATION OF DEPLETED POLYETHYLENE TEREPHTHALATE [Текст] / SIREK MILAN [CZ]ИРОШЕК ЯРОСЛАВ [CZ] ; заявитель и патентообладатель SIREK MILAN [CZ]ИРОШЕК ЯРОСЛАВ [CZ],. - № 2263658; заявл. 17.03.2000; опубл. 10.11.2005, Бюл. № 11. –33 с. : ил.

89. Пат. RU2137787 Российская Федерация, C08J11/04 C08J11/24 B01J, IMPROVED PROCESS OF REMOVING POLYETHYLENETEREPHTHALATE ADMIXTURES [Текст] / UEHST SIMON MAJKL ; заявитель и патентообладатель UEHST SIMON MAJKL,. - № 2137787; заявл. 18.05.1992; опубл. 20.09.1999, Бюл. № 5. –7 с. : ил.

90. Пат. RU2103257 Российская Федерация, B01J31/04 C07B61/00 C07C27/26, METHOD FOR PRODUCTION OF DIESTERS OF TEREPHTHALIC ACID AND DIOLES OF POLYESTERS [Текст] / UL RIKH KHERTENSHTAJN [DE]РУДОЛ Ф НОЙГЕБАУЕР [DE] ; заявитель и

патентообладатель HOECHST AG [DE],. - № 2103257; заявл. 18.08.1992; опубл. 27.01.1998, Бюл. № 4. –15 с. : ил.

91. Пат. US5073203 Великобритания, C08J11/06 G01N1/22 G01N33/44, Method for recycling polyethylene terephthalate (PET) beverage bottles by treating with carbon dioxide [Текст] / U AL-GHATTA HUSSAIN A [IT] ; заявитель и патентообладатель COBARR SPA [IT],. - № 5073203; заявл. 08.11.1989; опубл. 17.12.1991, Бюл. № 22. –18 с. : ил.

92. Пат. US2007/0299150 Великобритания, H04B7/21 BН04W24/10 H04W36/14, MOBILE COMMUNICATION METHOD, MOBILE STATION DEVICE, BASE STATION DEVICE, AND MOBILE COMMUNICATION SYSTEM [Текст] / MOBILE COMMUNICATION METHOD, MOBILE STATION DEVICE, BASE STATION DEVICE, AND MOBILE COMMUNICATION SYSTEM ; заявитель и патентообладатель UEMURA KATSUNARI,OH WAHON,. - № 2007/0299150; заявл. 23.05.2006; опубл. 28.05.2009, Бюл. № 20. –22с. : ил.

93. Пат. DE19629042 Германия, C07C27/02 C07C29/09 C07C51/09, Verfahren zur Gewinnung von Terephthalsäure und Äthylenglykol, insbesondere aus Polyäthylenterephthalat-Abfällen und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens [Текст] / SMUDA HEINRICH DR-ING [DE] ; заявитель и патентообладатель CET UM WELTTECHNIK ENTWICKLUNGS [DE],. - № 19629042; заявл. 19.07.1996; опубл. 22.01.1998, Бюл. № 1. –31с. : ил.

94. Пат. US4605762 Мексика, C07C27/02 C07C51/09 C07D201/12, Depolymerization of condensation polymers [Текст] / MANDOKI JORGE W [MX] ; заявитель и патентообладатель CELANESE MEXICANA SA [MX],. - № 4605762; заявл. 23.04.1982; опубл. 12.08.1986, Бюл. № 32. –5с. : ил.

95. Пат. US5945460 Великобритания, B29B17/00 B29C31/00 B29C45/18, Process for continuously producing polyester articles with scrap recycle in a continuous melt-to-form process [Текст] / EKART MICHAEL PAUL [US]CARROLL JR MAX LAMAR [US] ; заявитель и патентообладатель

EASTMAN CHEM CO [US],. - № 5945460; заявл. 20.03.1997; опубл. 31.08.1999, Бюл. № 24. –12с. : ил.

96. Пат. US5807932 Великобритания, C08G59/18 C08G63/80 C08G63/91, Increasing the molecular weight of polycondensates [Текст] / PFAENDNER RUDOLF [DE]HOFFMANN KURT [DE] ; заявитель и патентообладатель CIBA SC HOLDING AG [US],. - № 5807932; заявл. 14.10.1994; опубл. 15.09.1998, Бюл. № 31. –22с. : ил.

97. Пат. US5597891 Великобритания, B29C47/00 B29C47/76 C08G63/90, Process for producing polyester articles having low acetaldehyde content [Текст] / NELSON GREGORY W [US]CHERRY CLINTON [US] ; заявитель и патентообладатель CIBA SC HOLDING AG [US],. - № 5597891; заявл. 01.08.1995; опубл. 28.01.1997, Бюл. № 4. –21с. : ил.

98. Пат. US5952520 Великобритания, C07C67/03(IPC1-7): C07C67/60, Recovery of ester monomer from polyester resins [Текст] / NAUJOKAS ANDRIUS ALGIMANTAS [US] ; заявитель и патентообладатель EASTMAN KODAK CO [US],. - № 5952520; заявл. 10.07.1996; опубл. 14.09.1999, Бюл. № 15. –19с. : ил.

99. Пат. US5580905 Великобритания, CC07C27/02 C07C31/20 C07C51/09, Process for recycling polyesters [Текст] / SCHWARTZ JR JOHN A [US] ; заявитель и патентообладатель UNITED RESOURCE RECOVERY CORP [US],. - № 5580905; заявл. 28.04.1994; опубл. 03.12.1996, Бюл. № 45. – 32с. : ил.

100. Пат. MX2007004429 Мексика, BC08L67/02 B29B17/00, PROCESS FOR RECYCLING POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) FROM PET BOTTLES OR CONTAINERS RECOVERED FROM TRASH CANS [Текст] / LOZANO MAXIMO EFRAIN MUNIZ [MX] ; заявитель и патентообладатель LOZANO MAXIMO EFRAIN MUNIZ [MX],. - № 2007004429; заявл. 27.03.2007; опубл. 05.10.2007, Бюл. № 33. –17с. : ил.

101. Пат. МХ2007004429 Мексика, ВС08L67/02 В29В17/00, Process for recycling polyethylene terephthalate (pet) from pet bottles or containers recovered from trash cans [Текст] / LOZANO MAXIMO EFRAIN MUNIZ [MX] ; заявитель и патентообладатель LOZANO MAXIMO EFRAIN MUNIZ [MX],. - № 2007004429; заявл. 24.10.1988; опубл. 27.11.1990, Бюл. № 40. –34с. : ил.

102. Пат. US4973746 Великобритания, С07С209/48 С07С209/50 С07С211/18, Process for converting pet scrap to diamine monomers [Текст] / BLACKMON KENNETH P [US]FOX DANIEL W [US] ; заявитель и патентообладатель GEN ELECTRIC [US],. - № 4973746; заявл. 24.10.1988; опубл. 27.11.1990, Бюл. № 49. –25с. : ил.

103. Пат. US4973746 Великобритания, С07С209/48 С07С209/50 С07С211/18, Process for converting pet scrap to diamine monomers [Текст] / BLACKMON KENNETH P [US]FOX DANIEL W [US] ; заявитель и патентообладатель GEN ELECTRIC [US],. - № 4973746; заявл. 24.10.1988; опубл. 27.11.1990, Бюл. № 49. –25с. : ил.

104. Пат. US4355175 Великобритания, С07С209/48 С07С209/50 С07С211/18, Method for recovery of terephthalic acid from polyester scrap [Текст] / PUSZTASZERI STEPHEN F; заявитель и патентообладатель PUSZTASZERI STEPHEN F,. - № 4355175; заявл. 06.04.1981; опубл. 19.10.1982, Бюл. № 36. –30с. : ил.

105. Пат. RU2302433 Российская Федерация, С08J11/04, METHOD OF REPROCESSING OF THE WASTES OF THE PLASTICS INTO THE CONSTRUCTION MATERIAL [Текст] / FOMIN VASILIJ VASIL EVICH [RU]KABLUKOV VIKTOR IVANOVICH [RU]; заявитель и патентообладатель FEDERAL NOE G OBRAZOVATEL NOE [RU],. - № 2302433; заявл. 24.05.2006; опубл. 10.07.2007, Бюл. № 21. –7с. : ил.

106. Пат. RU2264917 Российская Федерация, В29С45/14 В29С45/16 В29С45/73, MULTILAYER CONTAINERS AND THE BLANKS WITH BARRIER PROPERTIES USED FOR REALIZATION OF THE REPROCESSED

MATERIAL [Текст] / LEE ROBERT A [GB]HUTCHINSON GERALD A [US]; заявитель и патентообладатель F LEE ROBERT A [GB]HUTCHINSON GERALD A [US],. - № 2264917; заявл. 05.09.2000; опубл. 27.11.2005, Бюл. № 44. –22с. : ил.

107. Пат. RU2356915 Российская Федерация, C08G18/10 C08G18/28 C08G63/183, METHOD FOR PRODUCTION OF POLYURETHANE FOAM [Текст] / PETROV VLADIMIR GENNAD EVICH [RU]PORFIR EVA SVETLANA VLADIMIROVNA [RU]; заявитель и патентообладатель FEDERALNOE OBRAZOVATELNOE [RU],. - № 2356915; заявл. 20.02.2008; опубл. 27.05.2009, Бюл. № 11. –65с. : ил.

108. Пат. RU1331654 Российская Федерация, B29C45/27 B29C45/73(IPC1-7): B29C45/27, CASTING MOULD FOR MANUFACTURING POLYMERIC ARTICLES [Текст] / SHREDER VALERIJ L [SU]SVOBODA ALEKSEJ V [SU]; заявитель и патентообладатель VNI PI KHIM PROMY [SU],. - № 1331654; заявл. 22.04.1985; опубл. 23.08.1987, Бюл. № 24. –11с. : ил.