



# Сборник энергосберегающих рекомендаций на промышленных предприятиях

Экспертный комитет  
НП «Гильдия Энергоаудиторов»

Экспертный комитет, обобщил и проанализировал представленные в НП СРО «Гильдия Энергоаудиторов» отчетные материалы по результатам проведенных энергетических обследований крупных промышленных предприятий за период 2009-2010гг.

На основе полученных данных Экспертный комитет составил сборник мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности промпредприятий, а так же по оптимизации режимов работы энергетического и технологического оборудования.

Отбор мероприятий проводился по двум основным критериям: энергоэффективность и срок окупаемости, не превышающий 5 лет, а в отдельных случаях 7 лет.

Экспертный комитет рекомендует энергоаудиторам Гильдии использовать данный сборник в своей работе.

*Перечень мероприятий вошедших в сборник.*

1. Установка преобразователей частоты на электродвигатели вентиляторов гальванического участка
2. Система регулирования производительности насосов оборотного водоснабжения
3. Снижение потерь электроэнергии за счёт внедрения электропроводящей смазки для контактов
4. Замена электрических тепловых завес на водяные
5. Снижение затрат на электроэнергию за счет внедрение современных сварочных аппаратов взамен морально устаревших и энергетически затратных
6. Замена светильников светодиодными лампами
7. Повышение эффективности процесса плавки алюминия за счет замены устаревшей печи сопротивления на более современную
8. Повышение эффективности работы трансформаторных подстанций 6/0,4 кВ за счет модернизации трансформаторного оборудования
9. Снижение затрат на электроэнергию посредством оптимизации процесса термообработки изделий по загрузке печного оборудования
10. Экономия электроэнергии за счет устранения дефектов контактных соединений в электроустановках
11. Замена выпрямительных агрегатов гальванического участка
12. Внедрение мониторинга работы вентсистем и осуществление технического осмотра электропривода
13. Восстановление сводов плавильных печей установок ЛФД
14. Внедрение установок высокотемпературного нагрева шихты
15. Внедрение пакетировочных и брикетировочных прессовых станков
16. Замена вентиляторов на более экономичные с энергоэффективными двигателями
17. Внедрение установки осушки сжатого воздуха на компрессорной станции

18. Экономия электроэнергии за счет регулирования температуры печей сопротивления (АСУ ТП)
19. Компенсация реактивной мощности
20. Децентрализация системы выработки сжатого воздуха
21. Улучшение КПД системы передачи электроэнергии за счет оптимизации режима нагрузки сети по коэффициенту мощности
22. Снижение затрат на электроэнергию за счет оптимизации внебюджетных расходов
23. Использование ремонтно-восстановительной смеси
24. Установка энергосберегающей системы на трансформаторных подстанциях
25. Применение энергоэффективной пускорегулирующей аппаратуры на производственных и административно-бытовых объектах предприятия
26. Приведение в соответствие с требованиями НТД состояния контактов, болтовых соединений и электрооборудования ПС, ТП, РП
27. Использование отработанного моторного и трансформаторного масла для растопки пылеугольного котла и для стабилизации горения (подсветки) пылеугольного факела
28. Снижение высоты подвеса светильников с лампами типа ДРЛна
29. Внедрение в коридорных помещениях корпусов и зданий установки датчиков движения (или фотореле для наружного освещения)
30. Оптимизация электропотребления в системе вытяжной вентиляции
31. Проведение на регулярной основе диагностики УКРМ
32. Отказ от сетей 6 кВ
33. Модернизация системы приточной вентиляции главного корпуса и сварочного цеха
34. Внедрение автоматического управления приточными вентиляционными системами
35. Внедрение приточно-вытяжной системы вентиляции с рекуперацией тепла
36. Установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами
37. Применение низкоэмиссионных пленок на окнах
38. Проведение режимно-наладочных работ в тепловых сетях
39. Замена стекол оконных проемов производственных зданий на сотовый поликарбонат
40. Установка системы газо-воздушного лучистого отопления (ГВЛО)
41. Реконструкция системы теплоснабжения
42. Утепление фасадов зданий
43. Оптимизация гидравлического режима в системах теплоснабжения.
44. Система возврата конденсата
45. Замена теплоизоляции на тепловых сетях и термическом оборудовании.
46. Замена старой изоляции на ППУ участка трубопровода системы отопления надземной прокладки от коллектора до зданий

47. Устранения щелей в оконных блоках при помощи утепления специальным изоляционным материалом. Создание технического УУТЭ
48. Мероприятия по хим-водоподготовке котельной
49. Установка расширителя непрерывной продувки и подогревателя сырой воды
50. Установка охладителя выпара из деаэратора
51. Модернизация системы ГВС с установкой подогревателей
52. Восстановление обмуровки паровых котлов
53. Модернизация и перевод на природный газ мазутных печей
54. Автоматизация воздушных завес
55. Установка систем погодного (суточного) регулирования системы отопления
56. Установка конденсатоотводчиков с установкой дренажного кармана на паропроводы с целью улучшения качества поставляемого пара.
57. Теплоизоляция магистральных воздухопроводов
58. Установка термостатических регуляторов на приборах отопления
59. Запроектировать замену главных паропроводов на паропроводы большего диаметра
60. Экономическая эффективность перехода на оптимальное распределение режимов эксплуатации ТЭЦ.
61. Модернизация электроцеха
62. Мероприятия по топливному цеху
63. Модернизация технологии сжигания жидкого топлива ТЭЦ
64. Магнито-импульсная установка для очистки железнодорожных вагонов
65. Внедрение парокислородной отмывки котлов
66. Автоматизация режима горения топлива.
67. Устранение мест ненормированных присосов воздуха, связанных с нарушением тепловой изоляции, обмуровки котлов и газоходов
68. Модернизация котлов с применением оребренных поверхностей нагрева.
69. Применение присадок в маслосистему турбин
70. Установление фильтров предзащиты
71. Мероприятия по снижению содержания кислорода в сетевой воде
72. Использование вторичных продуктов производственного цикла
73. Модернизация хладоснабжения

## **1. Установка преобразователей частоты на электродвигатели вентиляторов гальванического участка**

В отопительный период в системе приточной вентиляции регулирование подачи теплоносителя в помещения осуществляется посредством подмешивающих насосов. Таким образом достигается требуемая температура подаваемого в воздуховоды воздуха, однако такой способ регулирования менее эффективен по сравнению с регулированием теплоносителя одновременно с объемом подачи воздуха при помощи изменения частоты вращения электродвигателя, поскольку во втором случае, помимо снижения расхода подаваемого тепла, уменьшается расход электроэнергии. В межсезонный и летний периоды производительность приточных вентиляторов регулируется шибберными заслонками. Глубина регулирования производительности электродвигателей вентиляторов составляет: в межсезонный и летний периоды (пять месяцев) – 45%, в отопительный период – 20%.

Рекомендуется дооснастить электродвигатели вентиляторов преобразователями частоты, что позволит в автоматическом экономичном режиме регулировать объем подаваемого в помещения воздуха.

При регулировании частоты вращения могут быть достигнуты различные значения производительности вентилятора и обеспечен оптимальный расход электроэнергии, поскольку потребляемая мощность двигателя с установленным преобразователем частоты (ПЧ) пропорциональна глубине регулирования (отношение  $Q_{хв}/Q_{ном}$ ) приблизительно в третьей степени.

Внедрение ПЧ предполагает синхронное регулирование частоты вращения электродвигателей приточного и вытяжного вентиляторов.

Экономия электроэнергии в вентиляционной системе может составить до 25%.

## **2. Система регулирования производительности насосов оборотного водоснабжения**

Анализ статистических данных показывает, что наряду с неравномерностью водопотребления из-за переменного количества работающих насосов существует несогласованность характеристик насосов и трубопровода. Характеристики насосов таковы, что при увеличении подачи воды напор, развиваемый насосом, падает. В то же время при уменьшении подачи воды напор насоса следовало бы тоже уменьшить, а он увеличивается, поэтому в периоды уменьшенного водопотребления системы водоснабжения работают с избыточным напором, который гасится в дросселирующих устройствах или в водоразборной арматуре у потребителя. При этом нерационально расходуется электроэнергия на создание избыточных напоров.

Для согласования характеристик насоса и трубопровода при переменном водопотреблении необходимо часть насосов, работающих в группе, регулировать по производительности. Регулирование производительности насосных установок с энерго- и ресурсосберегающим

эффектом на современном этапе технического развития возможно только на основе частотно-регулируемых электроприводов. Система автоматизации позволяет осуществить:

- плавный пуск двигателя, синхронизацию с сетью и переключение на сеть;
- то же поочередно для нескольких двигателей;
- работу механизма только с регулируемым электроприводом;
- поочередный пуск нескольких двигателей с переключением на сеть и работа последнего из запускаемых двигателей в регулируемом электроприводе.
- Преимущества частотно-регулируемого электропривода:
- сбережение электроэнергии при работе вентиляторов, насосов, компрессоров;
- снижение затрат на обслуживание механического оборудования;
- увеличение срока службы механического оборудования;
- увеличение производительности;
- большая гибкость управления технологическим процессом;
- простое сопряжение с другими системами управления;
- устранение просадок напряжения;
- снижение пускового тока.

В зависимости от глубины регулирования экономия электроэнергии насосом может составить до 70%.

### **3. Снижение потерь электроэнергии за счёт внедрения электропроводящей смазки для контактов**

В условиях реальной эксплуатации через 1,0–1,5 года после сборки у большинства алюминиевых контактов, в результате окисления и «выдавливания», наблюдается 3–5 кратный рост значения переходного электрического сопротивления (ПЭС), что приводит к повышенному нагреву и увеличению потерь электроэнергии.

Рекомендуется для уменьшения потерь в сети произвести обработку алюминиевых контактов соединений подстанций и контактных соединений внутриплощадочных сетей, например смазкой «Суперконт».

Смазка «Суперконт» применяемая в странах СНГ с 1992 года позволяет увеличить эффективную площадь контакта в 5–10 раз. Она содержит медный порошок и активное антикоррозионное связующее, которое является нетоксичным, взрыво-, и пожаробезопасным, обеспечивает многоступенчатую антикоррозионную защиту при различных рабочих температурах.

При сборке контактов медный порошок смазки заполняет все микро- и макронеровности контактной поверхности и спрессовывается в сплошную губчатую токопроводящую прокладку. Избыток смазки вытесняется на периферию, создавая дополнительную гидро- и кислотоупорную защиту рабочей зоны контакта.

Из опыта применения смазки «Суперконт» в «Иркутскэнерго», «Красноярскэнерго», «Краснодарэнерго» снижение потерь электроэнергии составило 5–10% от общих технических потерь электроэнергии.

#### **4. Замена электрических тепловых завес на водяные**

Зачастую на предприятиях установлены энергоёмкие электрические калориферы в приточных камерах, для воздушного отопления производственных корпусов.

Тепловые завесы водяные, нагреваются от общей системы отопления. Такой вид оборудования считается более выгодным и надежным. Достаточно сложный монтаж, с лихвой компенсируется значительной мощностью при невысоких эксплуатационных расходах. Подобные тепловые завесы хороши для применения в производственных условиях.

Замена электрических калориферов на водяные вполне оправдана при наличии собственной котельной, несмотря на высокую стоимость Гкал тепла. При переводе калориферов на воду, часовая нагрузка на котельную незначительно повлияет на режим работы котельной, так как в котельной имеется запас установленной мощности.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 90%.

#### **5. Снижение затрат на электроэнергию за счет внедрение современных сварочных аппаратов взамен морально устаревших и энергетически затратных**

Значительное количество потерь энергии происходит в энергосистемах и в промышленности по причине износа оборудования. Использование оборудования выработавшего свой ресурс снижает надежность системы электроснабжения, требует дополнительных средств на ремонт и эксплуатацию. Энергетические характеристики оборудования, выпущенного более 10 лет назад часто на 20%-30% ниже, чем у современного оборудования. Поэтому, проводя модернизацию, необходимо стремиться устанавливать наиболее современное оборудование для снижения эксплуатационных затрат.

Предлагается заменить морально устаревшие и энергозатратные сварочные аппараты на современные сварочные инверторы с микропроцессорными схемами управления. Тем самым снизятся потери в питающих линиях и силовых трансформаторах за счет уменьшения потерь от протекания реактивных токов. Это объясняется более высоким коэффициентом мощности сварочных инверторов.

Сварочный инвертор выполняет основные функции:

- Две сварочные функции TIG и MMA в одном аппарате;
- Бесконтактное высокочастотное возбуждение дуги делает процесс сварки очень легким;

- Цифровой дисплей;
- Функция форсирования дуги;
- Используется для сварки изделий из стали, меди, титана и их сплавов;
- Регулируемая функция продувка газом после сварки от 0–10 секунд;
- Регулируемая функция спад тока от 0–5 секунд;
- Автоматическая защита от перегрузок по току и напряжению;
- Высокая надежность в работе, удобство в эксплуатации и сервисном обслуживании.

Дополнительный эффект от мероприятия, не поддающийся прямому расчету, состоит в повышении качества сварного шва и, соответственно, изделия в целом. Данный эффект достигается за счет высокой стабильности горения дуги. Также, в случае изменения режима сварки, функция предустановки величины сварочного тока с индикацией на цифровом дисплее позволяет сократить время настройки аппарата. Это ведёт к увеличению производительности труда электросварщика, а также дополнительной экономии электроэнергии из-за отсутствия необходимости выполнения пробных сварочных швов при перенастройке (достаточно составить однократно таблицу сварочных токов для различных режимов сварки и в последствии пользоваться этими значениями).

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 25%.

## **6. Замена светильников светодиодными лампами**

На сегодняшний день основным источником освещения в коммунально-бытовом хозяйстве являются лампочки накаливания. Эта технология не изменялась за последние 50 лет. В то же время в последние десятилетия появились новые технологии освещения, имеющие такие же функциональные характеристики, но обладающие существенно лучшими параметрами по экономичности и долговечности.

Замена ламп накаливания на энергоэффективные производится ввиду эффективности использования светового потока, надежности и срока службы, а также во исполнение требований п.8. статьи 10 Федерального закона №261-ФЗ от 23.11. 2009 г.

Технические характеристики различных источников света:

### **1. Лампы накаливания:**

- относительно невысокая световая отдача (от 7 до 22 Лм/Вт);
- небольшая продолжительность горения (1000 – 2000 час.);

- существенное влияние напряжения на срок службы (на каждый % изменения напряжения, продолжительность горения ламп изменяется на 10%);

- существенное влияние напряжения на световой поток (на каждый % изменения напряжения, световой поток изменяется на 3,7%).

## 2. Люминесцентные лампы

- высокая световая отдача (от 50 до 100 Лм/Вт);
- продолжительность горения не менее (4800 – 5200 час.);
- область надежного зажигания лежит в пределах от -200С до +400С;
- максимальная светоотдача при +180С - +250С;
- относительная влажность в помещениях не более 65%;
- влияние напряжения на срок службы (на каждый % изменения напряжения, продолжительность горения ламп изменяется на 1,5-3%).

## 3. Светодиодные лампы

- высокая световая отдача (от 8 до 50 Лм/Вт);
- продолжительность горения не менее (20000 – 25000 час.);
- область надежного зажигания лежит в пределах от -200С до +400С;
- угол раскрытия луча 300 - 1400;
- рабочий диапазон напряжения в сети 100-240 В

## 4. Дуговая натриевая лампа

- высокая световая отдача (от 74 до 130 Лм/Вт);
- продолжительность горения не менее (18000 – 24000 час.);
- область надежного зажигания лежит в пределах от -300С до +400С.

Как видно из характеристик светодиодные лампы превосходят по большинству показателей своих аналогов. И внедрение их на производстве позволит значительно снизить как эксплуатационные затраты в виде потребления электроэнергии и как ремонтные издержки в виду отсутствия необходимости их частой замены.

Экономия электроэнергии в большинстве случаев по сравнению с базовым вариантом может составить 30-60%.

## **7. Повышение эффективности процесса плавки алюминия за счет замены устаревшей печи сопротивления на более современную**

Значительное количество потерь энергии происходит в промышленности по причине износа оборудования. Использование оборудования выработавшего свой ресурс снижает надежность системы электроснабжения, требует дополнительных средств на ремонт и эксплуатацию. Энергетические и технологические характеристики оборудования, выпущенного более 10 лет назад часто на 20%-30% ниже, чем у современного оборудования. Поэтому, проводя модернизацию, необходимо стремиться устанавливать наиболее современное оборудование для снижения эксплуатационных затрат.

В настоящее время для плавки алюминия используется печь сопротивления, срок эксплуатации которой превышает десятки лет, а значит можно ожидать ухудшения паспортных характеристик, связанных с процессом плавки, на 20% - 30%. Продолжительность плавки алюминия из холодного состояния печи значительно превышает время плавки из горячего состояния (по данным технологического персонала), что также связано с изношенностью печи. Для того, чтобы печь не остывала, эксплуатирующий персонал оставляет ее в работе на холостом ходу (в том числе и в ночные часы). В процессе эксплуатации данной печи происходит частый выход из строя нихромовых нагревательных элементов. Замена нагревательных элементов при существующей конструкции печи представляет собой затруднительную задачу, занимающую значительное количество времени, что приводит к простоем технологического оборудования.

Для повышения эффективности процесса плавки алюминия рекомендуется заменить устаревшую печь на современную более эффективную и удобную в эксплуатации печь

Основу печи составляет сварной каркас из металлического профиля футерованный легковесными огнеупорными и волокнистыми теплоизоляционными материалами. Нагреватели печи спиральные – расположены вдоль стен печи и обеспечивают равномерный нагрев тигля. Расположение спиралей на керамических трубках позволяет максимально увеличить ресурс нагревателей по сравнению с другими типами размещения и обеспечить беспрепятственное излучение тепла в рабочую камеру печи.

Процесс замены нагревателей и тигля максимально упрощен, для этого вся верхняя рама печи выполнена съемной. Замена нагревателей выполняется без тигля в печи при снятой верхней раме, а выводы электронагревателей расположены под легко съемным кожухом. В поворотных печах для обеспечения наклона тигля вместо механического применен компактный безотказный гидравлический привод, производства Италия, который позволяет оператору производить точное регулирование угла наклона тигля при разливке. Поворотные печи стандартно оснащаются отечественными тиглями Лужского абразивного завода. По желанию возможна установка тиглей

зарубежных производителей. Система контроля и управления печью выполнена на основе современных температурных микроконтроллеров и тиристорных преобразователей. Это значительно повышает удобство работы оператора, снижает расходы на обслуживание оборудования и обеспечивает более точное регулирование температурного режима.

Преимущества:

1. Низкая стоимость приобретения, отсутствие необходимости в составлении и согласовании проекта установки печи.
2. Большая стойкость тигля в печах сопротивления и отсутствие дополнительных потерь тепла.
3. Простота конструкции и управления максимально облегчает установку и обслуживание данных печей персоналом заказчика.
4. Наличие разрешения на применение в металлургических цехах.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 30%.

#### **8. Повышение эффективности работы трансформаторных подстанций 6/0,4 кВ за счет модернизации трансформаторного оборудования**

Значительное количество потерь электроэнергии происходит в энергосистемах и в промышленности по причине износа оборудования и как следствие ухудшения технических характеристик. Использование оборудования выработавшего свой ресурс снижает надежность системы электроснабжения, требует дополнительных средств на ремонт и эксплуатацию. Энергетические характеристики оборудования, выпущенного более 10 лет назад часто на 20%-30% ниже, чем у современного оборудования. Поэтому, проводя модернизацию, необходимо стремиться устанавливать наиболее современное энергосберегающее оборудование для снижения эксплуатационных затрат.

Вместо трансформаторов с большим сроком эксплуатации предлагается установить эффективные энергосберегающие трансформаторы, обладающие более высокими КПД и коэффициентом мощности. Когда говорят о повышении КПД трансформатора, в первую очередь рассматривают возможность снижения потерь холостого хода — постоянных потерь трансформатора.

Потери холостого хода и короткого замыкания в трансформаторах серии снижены по сравнению с трансформаторами других серий за счет того, что:

- 1) производятся из специальных сортов высококачественных кремнистых сталей, имеющих наибольшее сопротивление и пониженные потери на гистерезис (перемагничивание);

2) для изготовления используется большее количество материала, который оптимально распределен между массой магнитопровода и массой обмотки;

3) конструкция магнитопровода производится по самой передовой технологии Star-lap и состоит из пластин с косыми стыками, без отверстий в активной стали;

4) толщина пластин не превышает 0,3 мм, а сами пластины лакируются для изоляции друг от друга.

Старые трансформаторы дополнительно требуют проведения систематических осмотров для определения степени увлажнения сорбента воздухоосушителя. При насыщении сорбента влагой требуется его замена на новый (на приобретение которого требуется расход средств) или на регенерированный (на регенерацию требуется расход тепловой энергии). Суммарные расходы на выполнение всех вышеизложенных работ в течение срока эксплуатации старых трансформаторов достигают от 40% до 63 % полной стоимости трансформатора (в зависимости от его мощности). Новые энергосберегающие трансформаторы лишены такого недостатка и проведения профилактических, текущих и капитальных ремонтов в течение всего срока эксплуатации трансформатора, что дополнительно экономит денежные средства.

Кроме того, для повышения эффективности работы оборудования предлагается произвести замену старых трансформаторов на новые с меньшей номинальной мощностью, что позволит увеличить коэффициент загрузки трансформаторов и соответственно коэффициент полезного действия их работы. А также позволит уменьшить капитальные затраты на модернизацию оборудования. Помимо трансформаторов находящихся в работе также необходимо заменять и трансформаторы находящиеся в горячем резерве, поскольку от их технического состояния также зависит надежность электроснабжения.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 10%.

## **9. Снижение затрат на электроэнергию посредством оптимизации процесса термообработки изделий по загрузки печного оборудования**

Одним из важнейших направлений повышения эффективности использования энергетических ресурсов в условиях производства является оптимизация технологического процесса, под которой понимается такое управление режимами производства, при котором некоторый критерий качества управления на заданном интервале времени достигает в условиях заданных ограничений своего экстремального (максимального или минимального) значения. Недостаточная загрузка печей для термообработки изделий приводит к возрастанию удельного электропотребления на единицу продукции. Оптимальная загрузка позволяет снизить данный показатель и одновременно увеличить производительность участка термообработки.

Энерготехнологические характеристики оборудования, срок эксплуатации которого превышает оговоренный производителем, в большинстве случаев ниже паспортных на 10% - 30%.

Для возможности оптимизации процесса термической обработки по загрузке печей необходимо разнообразить состав установленного оборудования по размерам рабочего пространства. Предлагается установить электрическую печь с выдвижным подом. Установка данной печи позволит вывести из работы печи, выработавшие срок эксплуатации, заданный производителем. Также это позволит более полно загружать печи в зависимости от размеров обрабатываемых изделий, что в конечном итоге приведет к снижению удельных затрат энергии на единицу продукции. Печь с выдвижным подом гораздо удобнее в эксплуатации.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить 5-15%.

#### **10. Экономия электроэнергии за счет устранения дефектов контактных соединений в электроустановках**

Контактные соединения шин, электрических аппаратов, кабелей являются их неотъемлемыми и весьма ответственными частями. В месте плохого контакта выделяется большое количество теплоты, которое приводит к нагреву и даже расплавлению металла соприкасающихся поверхностей. Электрический ток в цепи нагревает проводники и контакты. Количество теплоты, выделяющееся в контактном соединении, пропорционально квадрату тока и значению переходного сопротивления. Чем больше выделяется теплоты, тем выше температура контакта, тем больше энергии теряется при ее передаче. Поэтому все контакты, в том числе и хорошо выполненные, требуют постоянного наблюдения и ухода.

Для устранения дополнительных потерь электроэнергии на переходных сопротивлениях контактных соединений рекомендуется провести ревизию контактных соединений путём проведения тепловизионного обследования во всех электроустановках и устранить недостатки, приводящие к дополнительному нагреву токоведущих и нетокведущих частей.

Необходимо дифференцировать состояние контактных соединений по степени дефекта и на основании этого определить срок его устранения.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 3% от технических потерь.

#### **11. Замена выпрямительных агрегатов гальванического участка**

Гальванические установки имеют установленную мощность десятки кВт и работают в длительном режиме. Зачастую на предприятиях на участке гальваники для питания электродов ванн эксплуатируются выпрямительные агрегаты выпуска 80-х гг., которые содержат преобразовательные трансформаторы, тиристорные блоки с водяным проточным охлаждением и систему управления.

Режим эксплуатации выпрямителей с недогрузкой преобразовательных трансформаторов и силовых вентилях приводит к тому, что установки находятся в зоне пониженных КПД и

коэффициента мощности. Водяное охлаждение тиристоров может быть заменено беззатратным воздушным. Наконец, при малых нагрузках вентили выпрямителя работают в нелинейном режиме прерывистых токов с ухудшением формы выпрямленного напряжения и сверхнормативным искажением гармонического состава питающего напряжения и тока сети. В свою очередь, генерируемые выпрямителями в сеть высшие гармоники приводят к дополнительным потерям у смежных электропотребителей, могут вызывать помехи в работе электронных устройств.

С учётом изложенного рекомендуется осуществить замену основного парка выпрямительных агрегатов на менее мощные с воздушным охлаждением вентиляей. При этом для обеспечения длительной и надёжной работы выпрямителей необходимо осуществить уплотнение дверей в электропомещение для исключения проникновения агрессивных газов из соседнего помещения с ваннами, а также обеспечить эффективную вытяжную вентиляцию.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить 5-10%.

## **12. Внедрение мониторинга работы вентсистем и осуществление технического осмотра электропривода**

Рекомендуется наладить на предприятии мониторинг работы вентсистем и осуществлять технический осмотр электропривода на регулярной основе. Данное мероприятие позиционируется, как беззатратное, поскольку не требует капитальных вложений и может быть реализовано собственными силами Предприятия.

При регулярном осмотре и техническом обслуживании вентиляторов улучшится эффективность теплообмена и возрастёт коэффициент нагрузки электродвигателей, что приведёт к снижению непроизводительно расходуемой электроэнергии в первом приближении – на 3%:

## **13. Восстановление сводов плавильных печей установок ЛФД**

Известно, что термический КПД электрических печей находится в границе 55-65%, а на потери через своды (крышки) печей приходится около 2,6 %.

Своды индукционных печей плавильных установок ЛФД пришедшие в негодность не могут эффективно использоваться. Рекомендуется восстановить своды печей, поскольку из-за их отсутствия происходит неконтролируемый выброс тепловой энергии и дымовых газов в плавильный цех. Для реализации предлагаемого мероприятия целесообразно привлечь специализированную организацию в проектировании и производстве сводов индукционных печей.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 3%.

## 14. Внедрение установок высокотемпературного нагрева шихты

Улучшить удельные показатели расхода электроэнергии на выплавку тонны металла можно посредством использования специализированного оборудования для подготовки шихты к плавке, к которому относятся установки для предварительного нагрева шихты перед загрузкой в плавильные печи.

В плавильных, в том числе и индукционных, печах процесс плавки разделяют на несколько основных этапов, это – нагрев, расплавление, доводка и восстановление. На нагрев металлозавалки в плавильной печи расходуется ориентировочно 25÷30% электроэнергии, на расплавление металла затрачивается примерно 40÷45% энергии и на доводку и восстановление жидкого металла ~ 25÷30%.

Среди различных способов сокращения удельных энергозатрат особый интерес для действующего производства представляет нагрев металлической шихты до температуры 500÷600<sup>0</sup>С перед подачей в печь. Этот способ не требует значительных капиталовложений, производственных площадей или изменения технологии и может быть освоен силами Предприятия.

Для нагрева кускового материала наиболее эффективным способом является продувка высокотемпературными газами (фильтрация) при конвективном теплообмене. Такой режим, существующий, например, в шахтных печах, обеспечивает при нагреве термический КПД до 65÷75%. При скоростях продувки 15÷25 м/с коэффициент объёмного теплообмена достигает 1,2÷1,8 МВт/м<sup>3</sup>.

Наиболее надёжным и наименее дорогостоящим способом предварительного нагрева шихты при электроплавке является подогрев вне печи на автономной установке, использующей природный газ или жидкое топливо. Экономический эффект при этом обуславливается двумя факторами: во-первых, стоимость единицы тепловой энергии, полученной от сжигания природного газа, меньше, чем стоимость электроэнергии, преобразованной в тепло; во-вторых – в установках предварительного нагрева шихты термический КПД составляет 65÷75% против 20÷25% при нагреве металла в самих электропечах.

Дополнительно при нагреве шихты происходят удаление влаги, выжигание масел, смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и др. загрязнений, частичное удаление пыли за счет продувки нагреваемого слоя металла. Более чистая шихта и сокращение времени пребывания в печи способствуют повышению качества жидкого металла за счет уменьшения количества неметаллических включений и газонасыщенности.

В качестве примера, рекомендуется одноступенчатая установка предварительного нагрева шихты, разработанная и внедрённая в промышленную эксплуатацию УП «Технолит» БНТУ совместно с кафедрой «МитЛП» ГГТУ им. П. О. Сухого.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 30%.

## **15. Внедрение пакетировочных и брикетировочных прессовых станков**

Пакетировочные и брикетировочные прессы для различных видов шихтового материала (профильный, листовой металл, стружка и т. п.) используются для уменьшения габаритных размеров и увеличения удельного веса металла, благодаря чему сокращается количество подвалок при плавлении, а следовательно – количество пусков/остановов печей, сопровождаемых потерей энергии. Уменьшение количества подвалок позволяет сократить полное время плавки металла и тем самым снизить удельный расход электроэнергии на выплавку 1 т годного литья (в зависимости от качества поставляемой шихты) на 1÷3%.

## **16. Замена вентиляторов на более экономичные с энергоэффективными двигателями**

Замена старых вентиляторов, исчерпавших назначенный срок службы, на новые, имеющие лучшие значения КПД, позволит сократить расход электроэнергии, а замена вентиляторов с избыточной номинальной производительностью на вентиляторы меньшей производительности – снизить установленную мощность вентсистемы и улучшить энергетические показатели двигателей вентиляторов (КПД, коэффициент мощности).

Сопоставление аэродинамических характеристик новых вентиляторов, например серии ВР со старыми серии Ц указывает на то, что КПД в рабочей зоне характеристик для современного вентилятора изменяется в диапазоне от 74% до 82%, а для старого – от 55% до 64%. Разница КПД, определяющая удельный показатель потребления электроэнергии вентилятором, обусловлена улучшением конструкции, в т. ч. формы лопастей, и использованием более лёгких конструкционных материалов. По соотношению КПД потребление электроэнергии устаревшими вентиляторами завышено на 18%.

Наряду с современными вентиляторами рекомендуется использовать энергоэффективные двигатели, имеющие более высокий коэффициент полезного действия, по сравнению с традиционными. Большинство устаревших моделей асинхронных двигателей серий А, АО и др. номинальной мощностью от 5,5 до 75 кВт имеют КПД приблизительно равный 80-85%, в то время как энергоэффективные двигатели того же диапазона мощностей имеют КПД на уровне 90%: энергосберегающий эффект достигается за счёт снижения сопротивления обмоток, путём увеличения сечения проводника, как следствие – повышенная, ориентировочно в 1,2 раза, цена современных двигателей. Таким образом, потенциал энергосбережения при использовании энергоэффективных двигателей оценивается в 5-10%.

## **17. Внедрение установки осушки сжатого воздуха на компрессорной станции**

Компрессорная станция работает без влагоотделения и осушки воздуха, а трубопроводы наружной прокладки не теплоизолированы, в результате чего в зимнее время вынужденно практикуются продувки участков труб для удаления конденсата, что приводит к непроизводительному расходованию воздуха и, соответственно, электроэнергии. Во избежание замерзания конденсата в трубах в зимний период в ночное время и нерабочие дни 1 компрессор постоянно работает на заполнение и продувку системы, потребляя непроизводительно электроэнергию. Внедрение системы осушки сжатого воздуха позволит снизить эксплуатационные затраты на препятствие образования замершего конденсата.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить 15-45%.

## **18. Экономия электроэнергии за счет регулирования температуры печей сопротивления (АСУ ТП)**

Электротермические процессы характеризуются тепловым воздействием на материалы. Нагрев происходит в специальных печах и агрегатах за счет преобразования электроэнергии. Нагрев сопротивлением происходит с выделением теплоты в материалах включенных непосредственно в электрическую цепь, при протекании по ним электрического тока. Если печь не загружена, то не обязательно поддерживать постоянную температуру в ней. Однако, при отключении печи нагревательные элементы охлаждаются и их повторный нагрев может занимать значительный промежуток времени. Поэтому более целесообразным является снижение температуры на время холостого хода печи. Это позволяет уменьшить время разогрева печи до требуемой температуры и более эффективно использовать электроэнергию на термические нужды. Также необходимо поддерживать оптимальную температуру для правильного протекания технологического процесса.

Для плавного регулирования температуры печей рекомендуется внедрение автоматизированной системы управления (АСУ). Проектное решение по применению АСУ ТП позволяет повысить качество продукции, уменьшить количество брака, снизить расход сырья, увеличить объем выпуска продукции, сократить поломки и простои оборудования, а также улучшить условия труда обслуживающего персонала. Общая цель проекта заключается в том, чтобы с помощью системы автоматического управления электропечи исключить погрешность регулирования температуры, снизить затраты на ремонт и обслуживание оборудования, получить экономический эффект от рационального использования энергоресурсов вследствие оптимального управления технологическим процессом.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить 5-15%.

## 19. Компенсация реактивной мощности

Режим реактивной мощности существенным образом сказывается на потерях в распределительных электросетях предприятия, поскольку нагрузочные потери определяются квадратом полного тока, включающего реактивную составляющую.

Установленные приказом Минпромэнерго РФ № 49 от 22.02.2007 нормативные величины коэффициента мощности составляют – 0,928 (для напряжения 6-20 кВ) с 7 до 23 ч и 1,0 - в остальное время суток.

В отсутствие финансовых и юридических санкций за отклонение от нормативных величин в настоящее время (а эта ситуация может измениться), основным стимулом для приведения  $\cos \phi$  к нормативному уровню должно явиться снижение технологических потерь при передаче электроэнергии по электросетям предприятия и возможность уменьшения присоединённой полной мощности электрооборудования.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить 10-30% от технических потерь.

## 20. Децентрализация системы выработки сжатого воздуха

Децентрализация в масштабах крупного машиностроительного предприятия - это довольно большой объем предварительных работ, требующих кропотливой работы и высокой квалификации. Смысл децентрализации состоит в том, что вместо большой центральной компрессорной станции на каждом участке потребления сжатого воздуха устанавливаются небольшие локальные компрессоры. За счет этого снижаются потери на транспортировку, система становится более гибкой, качество и количество вырабатываемого сжатого воздуха точно соответствует потреблению. В целом затраты на производство при внедрении этой системы могут снизиться в 1,5-2 раза.

Действительно, небольшое количество мощных компрессорных установок находятся в одном месте, что позволяет ограничить количество обслуживающего персонала. Существенно меньшее занимаемое место для компрессоров и оборудования для очистки и осушки воздуха по сравнению с децентрализацией. Все в этой схеме просто и прозрачно, есть только несколько но:

- при такой схеме практически всегда необходимо обеспечить очень дорогую осушку, в противном случае велик риск замерзания конденсата в магистральных, идущих по улице
- очень сложно (а порой невозможно) обнаружить утечку в магистральной линии, идущей по улице
- на трубопроводе, ведущем к потребителю неизбежно будет падать давление (часто сильно падать в случае неправильного выбора диаметра пневмомагистрали)

- регулировка производительности часто производится путем сброса «лишнего» воздуха в атмосферу

- большой расход масла

Конечно установить компрессор непосредственно рядом с потребителем не представлялось возможным, ввиду очень высокого уровня шума, характерного для поршневых компрессоров. В настоящее время с развитием винтовых компрессоров, возможно достичь значительной экономии за счет децентрализации.

Шум, производимый винтовым компрессором значительно ниже аналогичного по производительности поршневого компрессора, что позволяет установить его непосредственно вблизи от места потребления. Только поставив компрессор внутри цеха и избежав применения адсорбционной осушки, экономия электроэнергии составит до 20 %. Кроме того, маломощную винтовую машину можно отключать, когда в производимом воздухе отсутствует потребность, что тоже дает ощутимую экономию по сравнению с централизованным питанием сжатым воздухом. Практически полное отсутствие утечек – это еще одно серьезное преимущество децентрализации. Затраты на закупку и монтаж трубопровода существенно уменьшаются за счет значительного уменьшения длины магистрали, также очевидно, что падение давления в такой системе будет минимально.

**Таблица – Сравнительная таблица пневмосистем**

Централизованная система воздухообеспечения	Современная система воздухообеспечения
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Отдельное здание компрессорной станции (шум, вибрации)</li> <li>- Система охлаждения оборотной воды</li> <li>- Дорогостоящая и неэнергоэффективная система осушки сжатого воздуха</li> <li>- Выделенный обслуживающий персонал</li> <li>- Отсутствие регулирования работы системы</li> <li>- Сложная система трубопроводов и как следствие наличие утечек и падения давления в системе</li> <li>- Плохое качество воздуха</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использование локально установленных компрессорных станций с воздушным охлаждением</li> <li>- Использование более дешевой интегрированной системы осушки сжатого воздуха</li> <li>- Синхронизация системы снабжения сжатым воздухом с работой основного оборудования</li> <li>- Отказ от протяженных магистралей и как следствие снижение утечек</li> <li>- Использование тепла выделяемого компрессором</li> <li>- Поддержание необходимого давления</li> <li>- Повышение качества сжатого воздуха</li> <li>- Снижение потребления электроэнергии</li> </ul>

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 50%.

## **21. Улучшение КПД системы передачи электроэнергии за счет оптимизации режима нагрузки сети по коэффициенту мощности**

Коэффициент мощности ( $\cos\varphi$ ) является мерой доли активной мощности в полной мощности и характеризует нагрузку потребителя электроэнергии с точки зрения эффективности электропотребления (КПД). Коэффициент мощности должен быть равен установленным экономическим значениям, когда полная мощность состоит из активной мощности, выполняющей полезную работу, и нормированных значений реактивной мощности, обеспечивающих намагничивание в оптимальных режимах работы индуктивных электроприемников.

При наличии различного рода индуктивных электроприемников, по времени присоединения к сети основной вклад в потребление реактивной энергии вносят силовые трансформаторы.

Мероприятием предлагается замена силовых трансформаторов со сроками службы 40-50 лет современными энергоэффективными трансформаторами ТМГ. Данная замена не только снизит потери активной энергии, но и потребление реактивной энергии на намагничивание.

Таким образом, мероприятие позволит полностью исключить существующее потребление реактивной энергии сверх установленных экономических значений.

Экономический эффект данного мероприятия выражается в том, что для снижения потребления реактивной энергии потребовалось бы приобретать и эксплуатировать устройства компенсации, а замена самих трансформаторов устраняет необходимость в УКРМ.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить 10-30% от технических потерь.

## **22. Снижение затрат на электроэнергию за счет оптимизации внереализационных расходов**

В соответствии с Налоговым Кодексом (часть вторая) в состав внереализационных расходов, не связанных с производством и реализацией, включаются обоснованные затраты на осуществление деятельности, непосредственно не связанной с производством и (или) реализацией.

К таким расходам можно отнести, в частности, потери электроэнергии и эксплуатационные затраты за счет передачи электроэнергии субабонентам. Только часть этих затрат компенсируется индивидуальным тарифом на передачу.

Еще одним способом снижения затрат на электроэнергию является наращивание передачи электрической электроэнергии за счет привлечения новых субабонентов с высокими показателями ЧЧИ (числом часов использования мощности).

Например, при росте передачи до уровня собственного потребления внереализационные доходы вырастают более чем вдвое, при, практически неизменных, внереализационных расходах (неизменные эксплуатационные расходы, условно-постоянные потери и незначительный рост нагрузочных потерь).

Указанное мероприятие обосновывает дополнительные доходы и возможные пути их роста от деятельности, непосредственно не связанной с производством и (или) реализацией основной продукции. Реализация мероприятия требует организационных и финансовых затрат (в т.ч оплату услуг подрядной организации) по подготовке документов, обосновывающих тариф на передачу, по привлечению новых субабонентов и незначительных затрат по технологическому присоединению новых субабонентов.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 20%.

### **23. Использование ремонтно-восстановительной смеси**

Самыми крупными по мощности и соответственно по потреблению энергии единицами оборудования являются синхронные машины, что обуславливает особую актуальность в энергосберегающих мероприятиях применительно к данной категории электропотребителей. Предлагаемая в данном мероприятии технология может быть применена в любом механизме, где есть трение и контакт его элементов.

Несмотря на довольно широкий круг предприятий разного профиля, применивших у себя описанную ниже технологию, она остается малоизвестной и используется в основном не как энергосберегающая технология, а как ремонтно-восстановительная.

Ремонтно-восстановительная технология (РВС-технология) – совокупность технологических операций использования ремонтно-восстановительных составов (РВС), состоящих из природных минералов и специальных добавок.

Известно, что сопряженные поверхности, под увеличением, имеют форму пиков и углублений, в процессе эксплуатации всё больше забиваясь продуктами износа, а также продуктами разложения масел и присадок.

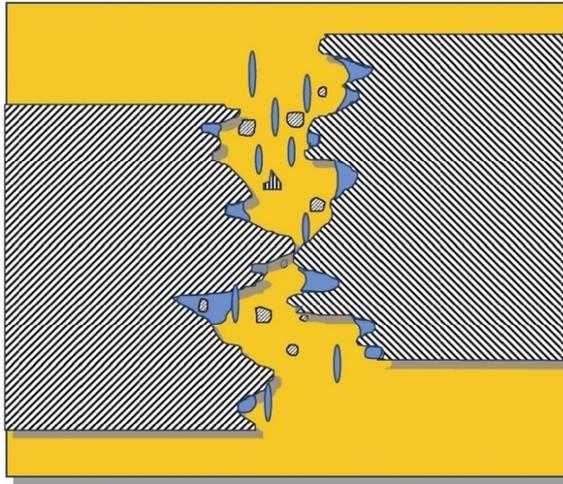


Рисунок – Поверхность трения до использования PBC

При обработке механизмов, в зависимости от их конструкции и условий эксплуатации, PBC вводятся в штатную масляную систему, в консистентную смазку, либо наносятся непосредственно на обрабатываемые детали. Попадая на поверхности трения и контакта работающих механизмов, частицы PBC изменяют поверхности, создавая новообразования, которые компенсируют износ и оптимизируют зазоры пар трения. Образованная таким способом поверхность обладает уникальными свойствами и называется специалистами металлокерамическим защитным слоем (МКЗС), обладающий рядом уникальных свойств.

В присутствии катализаторов и при энергии, выделяемой при трении, начинается реакция замещения атомов магния в кристаллических решетках микрочастиц PBC на атомы железа поверхностного и приповерхностного слоев металла. При этом образуются новые кристаллы, имеющие гораздо более объемную кристаллическую решетку.

Таким образом, начинает формироваться слой, «поднимающийся» над поверхностью, тем самым компенсируя износ. Именно такой слой, где вместо обычных связей между атомами металла, возникают новые образования со связью металл-кремний-металл, носит название металлокерамики.

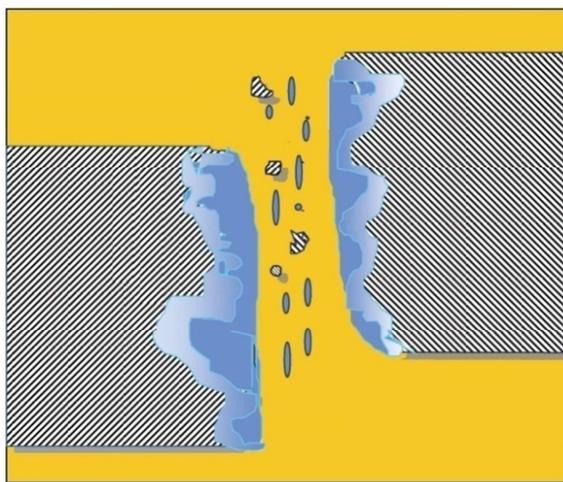


Рисунок – Поверхность трения после использования РВС

Опыт использования данной технологии подтверждает, что обработанные по РВС-технологии механизмы эксплуатируются с явно выраженным большим технико-экономическим эффектом, минимизирующим пагубное влияние на окружающую среду:

- снижение потребления электроэнергии и топлива на 5% – 25%;
- увеличение межремонтного ресурса работы узлов и механизмов от 2-х до 5-и раз;
- увеличение полезной мощности для различного типа механизмов от 5 % до 15 %;
- увеличение ресурса масел в 2 – 4 раза;
- снижение шумов и вибраций работы механизмов;
- снижение электрохимических коррозионных процессов;
- снижение вредных выбросов двигателей внутреннего сгорания (ДВС);
- увеличение выносливости механизмов в режиме масляного голодания.

Преимущества РВС-технологии

– работы выполняются в режиме штатной эксплуатации оборудования без остановки технологического процесса;

– при своевременном применении значительно дешевле и эффективнее традиционного ремонта;

– позволяет восстанавливать эксплуатационные характеристики оборудования с износом до 50%, а в отдельных случаях имеющего предельно допустимый износ;

– применяется не только для восстановления изношенных узлов механизмов, а также для предотвращения износа новых;

– РВС не влияют на физико-химический состав масел и смазок, не требуют добавки при замене последних, т.к. не являются присадками.

В отличие от различных известных присадок, модификаторов трения и добавок в смазочные материалы, РВС восстанавливает и оптимизирует зазоры в сопряжениях деталей, полностью устраняет контакт металл-металл, предотвращая дальнейший износ и коррозию металлов в пятнах контакта пар трения.

Суммарная экономия от реализации предлагаемого мероприятия составляет 2 % от годового потребления электроэнергии.

Следует отметить, что основной эффект от применения ремонтно-восстановительной смеси заключается в увеличении межремонтного периода оборудования и снижении количества расходных материалов.

## 24. Установка энергосберегающей системы на трансформаторных подстанциях

Данное мероприятие не получило широкой огласки и известно лишь узкому кругу специалистов, в связи с незначительным сроком присутствия на рынке энергосберегающих технологий. В его основе лежит запатентованная наукоёмкая технология.

Суть мероприятия заключается в подключении предлагаемого устройства к шинам трансформатора, способом, изображенном на рисунке.

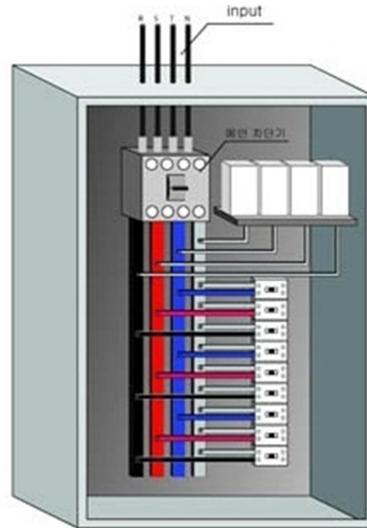


Рисунок – Схема подключения

Предпосылкой для появления и использования данной энергосберегающей технологии послужило изменение представления о том, что основой энерговооруженности предприятий являются электрические машины и различного рода устройства преобразования электрической энергии в тепловую. В условиях современного производства мы сталкиваемся с широким использованием полупроводниковых приборов управления технологическими процессами, обилием электронных средств и оборудования, средств электродуговой, лазерной, высокочастотной и сверхвысокочастотной обработки, с многочисленными преобразователями, разрядными и ионными приборами, и, наконец, с обилием цифровой вычислительной и информационной техники. Появление парка этих устройств значительно меняет условия и качество передачи электрической энергии.

Общая нагрузка цехов и производственных участков перестает быть традиционно индуктивной, а становится знакопеременной и сильно зависящей от технологических режимов в каждый конкретный момент времени. Нетрудно понять, что емкостные компенсаторы реактивности, десятилетиями служившие средством повышения коэффициента мощности, становятся бесполезными и требуют замены на адаптивные устройства, способные без вмешательства человека реагировать на всевозможные изменения характера нагрузки.

Исключительно важным обстоятельством является то, что работа современного технологического оборудования сопровождается нелинейным преобразованием исходной формы напряжения сети и появлением спектра высших гармонических составляющих. В этих условиях коэффициент мощности не определяется только величиной  $\cos\varphi$  на промышленной частоте, а зависит от амплитудных соотношений на частотах гармоник, присутствующих в питающей линии. Искажается исходная синусоидальная (или, гармоническая) форма питающего напряжения, возникает неопределенность в вопросе балансировки фаз, что приводит к росту потерь на проводящих элементах, повышает опасность электрического пробоя, создаёт обременительный эффект шумной работы электрических машин, и ухудшает условия электромагнитной совместимости оборудования вследствие возрастания нежелательного излучения.

Теоретически обоснованным средством снижения последствий нелинейного преобразования являются фильтры высших гармоник. Но, увы, только теоретически. Синтез подобного фильтра (независимо от его схемотехнического исполнения) и его практическая реализация – это индивидуальная работа, требующая столь подробного знания всех характеристик нелинейного преобразования, что формирование технического задания на проектирование фильтра превращается в самостоятельную и исключительно сложную научно-исследовательскую работу. И работа эта по-существу бесполезна, поскольку в условиях производства процессы нелинейного преобразования быстропеременны и, объективно, не поддаются учету. Если к трудностям причислить стоимостные показатели и добавить, что фильтры имеют собственные потери и относительно невысокую надежность, то становится легко объяснимо отсутствие у практиков интереса к фильтрам высших гармоник.

Предлагаемое к внедрению энергосберегающее оборудование исключают необходимость долгосрочных и дорогостоящих предварительных исследований, внесения изменений в схему энергоснабжения, и применения каких-либо дополнительных мер безопасности. Это революционная разработка, позволяющая любому потребителю электричества экономить от 15 до 20 % электроэнергии.

Устройство представляет собой стабильную молекулярную структуру различную для каждой фазы и нулевого провода, производящую очень слабый электрический ток (0,06-0,09 мА) в течении 30-100 лет. Технология базируется на запатентованных магнитных керамических составах EMF6 и EMF7, которые нормализуют электрический поток в сети, приводя к значительному сокращению потребляемой мощности.

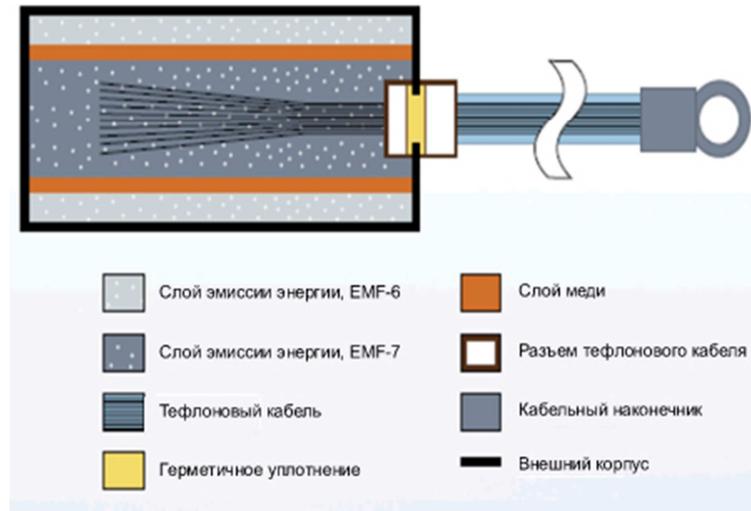
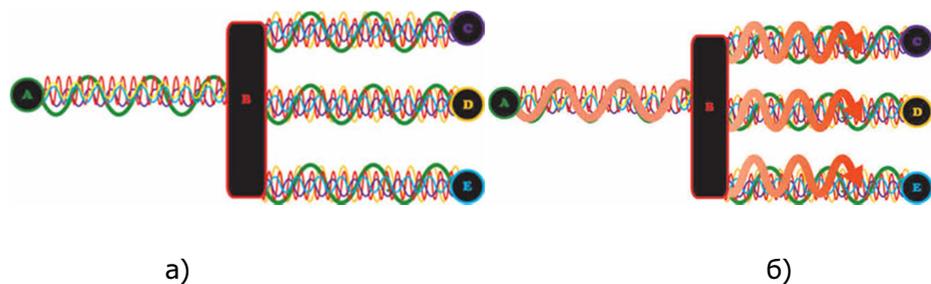


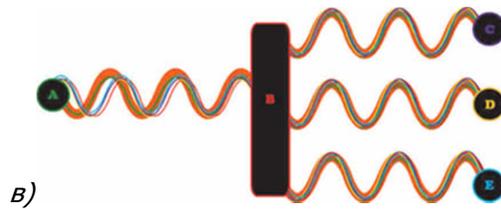
Рисунок – Схематическое устройство

Использование данного устройства, благодаря комплексу EMF-7 и его стабилизирующему воздействию на молекулярную структуру, уменьшает количество вредных гармоник в сети (рисунок в). Снижение количества вредных гармоник приводит к экономии активной энергии на 1-5%.

Помимо этого, по заверению производителей, устройство работает как компенсатор реактивной мощности, снижая ее величину на 20-30%.

Наибольший экономический эффект достигается, когда система подключается на входе объекта, где используются самые разнообразные электропотребители (электродвигатели, кондиционеры, осветительные приборы, компьютеры, теле- и радио- аппаратура и т.д.). Величина экономии электроэнергии при внедрении данного мероприятия, принятая в расчете, выбрана из наиболее пессимистичного сценария заявляемого производителем и составляет 10 %.





а) до установки устройства; б) в момент установки устройства; в) после установки устройства

Рисунок– Картина гармоник

В отдельную группу следует выделить объекты, где используется много компьютерной и оргтехники. Благодаря снижению количества вредных гармоник в трехфазной сети устройство предотвращает преждевременный выход из строя компьютерных и других электронных систем, что приносит гораздо большую экономию в будущем.

## **25. Применение энергоэффективной пускорегулирующей аппаратуры на производственных и административно-бытовых объектах предприятия**

Мероприятие проводится с целью замены традиционных электромагнитных аппаратов (ЭМПРА) необходимых для работы люминесцентных ламп электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА) ввиду увеличения коэффициента мощности и следовательно сокращения потерь электроэнергии.

Технические характеристики пускорегулирующей аппаратуры:

- Электромагнитные ПРА
  - коэффициент мощности (от 0,35 до 0,5);
  - средний срок службы (10000 ч)
- Электронные ПРА
  - коэффициент мощности (от 0,9 до 0,98);
  - средний срок службы (25000 ч)

Суммарная экономия от реализации предлагаемого мероприятия составляет 0,49 % от годового потребления электроэнергии.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить 1-2%.

## 26. Приведение в соответствие с требованиями НТД состояния контактов, болтовых соединений и электрооборудования ПС, ТП, РП

Метод тепловизионного контроля основан на дистанционном измерении и регистрации тепловизором температурных полей наружных поверхностей элементов электрооборудования, аппаратов и устройств, которые находятся в эксплуатации под рабочим напряжением с применением тепловизора. Целью тепловизионного обследования являлась оценка теплового состояния и уменьшения потерь электроэнергии при перегреве контактов.

Оценка теплового состояния электрооборудования осуществляется по следующим критериям:

– При токовых нагрузках  $[60\%-100\%] \times I_{ном}$  определяется значение превышения температуры при  $I_{ном}$  (разность между измеренной температурой нагрева и температурой окружающей среды, пересчитанное на  $I_{ном}$ ):

- от 20<sup>0</sup>С до 40<sup>0</sup>С – Начальная степень неисправности;
- от 40<sup>0</sup>С до 60<sup>0</sup>С – Развитый дефект;
- более 60<sup>0</sup>С – Аварийный дефект.

– При токовых нагрузках  $[30\%-60\%] \times I_{ном}$  определяется значение избыточной температуры при  $0,5I_{ном}$  (превышение измеренной температуры контролируемого узла и температурой аналогичных узлов других фаз, пересчитанное на  $0,5I_{ном}$ ):

- от 5<sup>0</sup>С до 10<sup>0</sup>С – Начальная степень неисправности;
- от 10<sup>0</sup>С до 30<sup>0</sup>С – Развитый дефект;
- более 30<sup>0</sup>С – Аварийный дефект.

– Наибольшая допустимая температура нагрева составляет:

Экономия электроэнергии заключается в предотвращении аварийных отключений электрооборудования, а так же в снижении потерь электроэнергии в нагретых дефектных местах сети.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 0,5% от общего потребления.

## **27. Использование отработанного моторного и трансформаторного масла для растопки пылеугольного котла и для стабилизации горения (подсветки) пылеугольного факела**

В технологии растопки пылеугольного котла и подсветки пылеугольного факела на ТЭЦ используется обычно топочный мазут. Мазут используется в качестве дополнительного топлива для розжига и подсветки пылеугольного факела. Расход мазута через одну форсунку достигает в среднем 250-500 кг/ч.

Подсветка пылеугольного факела осуществляется в следующих случаях:

- при работе на пониженных тепловых нагрузках (когда включены две пылеугольные горелки);
- при влажности угля более 16%;
- при температуре аэросмеси ниже 60 0С.

Годовое потребление мазута достигает 6-10 тыс. т, причем 95% этого мазута расходуется на подсветку. Общее потребление мазута достигает в холодное время 75 т в сутки. При температурах воздуха ниже -30<sup>0</sup> розжиг очень затруднен. Продолжительность его может достигать 12 часов и более, а расход мазута – более 50 т.

В тоже время при собственном автохозяйстве и большом количестве трансформаторов, побочным результатом деятельности которых является от 30 до 50 тонн отработанного моторного и трансформаторного масла ежегодно, можно использовать отработанное масло как замену топочного мазута. При схожих физико-химических характеристиках, масло обладает даже большей чем у мазута удельной теплотой сгорания: более 10 000 ккал/кг против 9150 – 9500 ккал/кг у мазута.

В данном мероприятии предлагается использовать отработанное масло в качестве частичной замены топочному мазуту при растопке пылеугольного котла и подсветки пылеугольного факела на ТЭЦ.

Экономическая эффективность данного мероприятия, отнесенного к использованию вторичных энергоресурсов (ВЭР), выражается в сумме, сэкономленной на приобретении замещаемого мазута, и составляет 0,3 – 0,5 % от общегодовых расходов на топочный мазут.

Помимо этого, в результате реализации данного мероприятия отпадает необходимость утилизации отработанного масла, являющегося сильным загрязнителем окружающей среды.

## **28. Снижение высоты подвеса светильников с лампами типа ДРЛна**

Использование светильников на высоте 6 м с ДРЛ для организации рабочего освещения в цехах неэкономично и мало эффективно. Рекомендуется снизить высоту подвеса светильников с 6 до 3 м, организовав при этом боковое освещение рабочего пространства помещений. Для обеспечения минимального уровня освещенности на высоте 6 м, требуемого для прохождения вдоль цеха мостового крана, достаточно использовать светильники дежурного освещения с ЛЛ.

Одновременно со снижением высоты подвеса рекомендуется использовать в качестве источников света светодиодные светильники.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 10%.

## **29. Внедрение в коридорных помещениях корпусов и зданий установки датчиков движения (или фотореле для наружного освещения)**

При реализации мероприятия датчиков движения для автоматического управления искусственным освещением в коридорных помещениях или фотореле для наружного освещения территорий предприятий, время нахождения в работе светильников сократится минимум на 4 ч в сутки. Что приводит к сокращению издержек на освещение.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить 3-20% в зависимости от времени работы смен.

## **30. Оптимизация электропотребления в системе вытяжной вентиляции**

Экспертная оценка показала, что поддержание температуры воздуха в пределах 10 – 15<sup>0</sup>С может обеспечиваться при отключении вентиляционных установок от четырех до пяти часов в сутки.

Для обеспечения автоматического регулирования температурных режимов в ремонтных и стояночных боксах предлагается на каждой вентиляторной установке установить реле температуры-термостат. Это позволяет гибко управлять температурным режимом в боксах из-за различных мест установки систем вытяжной вентиляции. На каждую установку требуется по два реле температуры. Один для нижнего уровня температуры, а другой – для верхнего уровня. Исполнительные контакты реле включаются в цепи управления двигателем вентилятора.

При внедрении данного мероприятия, в режиме автоматического регулирования температуры воздуха в боксах приводит к снижению потребления электроэнергии вентиляторами

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить 5-10%.

### **31. Проведение на регулярной основе диагностики УКРМ**

Неравномерное распределение активной мощности по фазам может быть связано с нагревом контактных соединений в силовой цепи УКРМ (при нарушении соединения площадь соприкосновения контактов уменьшается и активное сопротивление увеличивается), либо с нарушением изоляционных свойств пластин конденсаторных батарей (при нарушении изоляции увеличиваются токи утечки, возрастает активное сопротивление), как следствие – повышенный расход электроэнергии и возможный выход из строя установок.

Рекомендуется на регулярной основе проводить диагностику УКРМ, а именно - осуществлять работы по измерению активной и реактивной мощности, температуры контактных соединений для выявления недостатков в работе УКРМ.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 10% от технических потерь.

### **32. Отказ от сетей 6 кВ**

При неблагоприятным соотношением объёма потребления электроэнергии и установленной мощностью трансформаторного оборудования, суммарные технологические потери в распределительной сети 0,4 кВ и 10 кВ и потери на напряжении СН2 (6 и 10 кВ) превышают справочные величины

Для повышения энергетической эффективности распределительных электросетей предприятия (и снижения потерь в относительном исчислении) необходимо, в зависимости от перспективы развития предприятия, увеличивать загрузку его мощностей или оптимизировать систему электроснабжения с сокращением установленной мощности работающих трансформаторов или же отказаться от применения напряжения 6 кВ.

Экономия электроэнергии по сравнению с базовым вариантом может составить до 30% в зависимости от загрузки сетей.

### **33. Модернизация системы приточной вентиляции главного корпуса и сварочного цеха**

Система приточной вентиляции выполнена таким образом, что приток нагретого воздуха в производственное здание осуществляется неравномерно, поэтому наблюдается значительная неравномерность температурного поля по высоте помещения. Причем температура на рабочих местах может быть ниже нормативной. Всё это позволяют сделать вывод, что система вентиляции работает неэффективно и большая часть тепла направляется выше рабочей зоны. Причиной тому являются различные препятствия на пути потоков нагретого воздуха, такие как оборудование, перегородки и т .д.

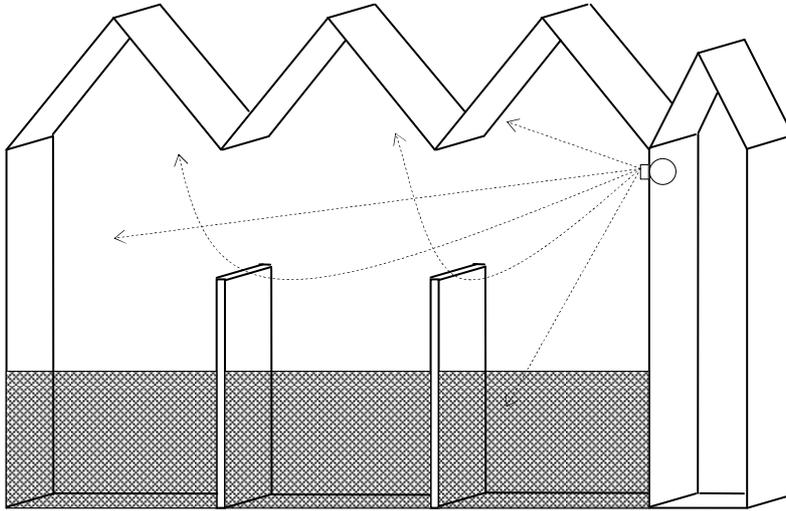


Рисунок – Действующая система вентиляции

Для поддержания нормативной температуры воздуха вентилируемого помещения во всех участках рабочей зоны необходимо произвести реконструкцию воздуховодов системы вентиляции таким образом, чтобы приток нагретого воздуха направлялся непосредственно в рабочую зону.

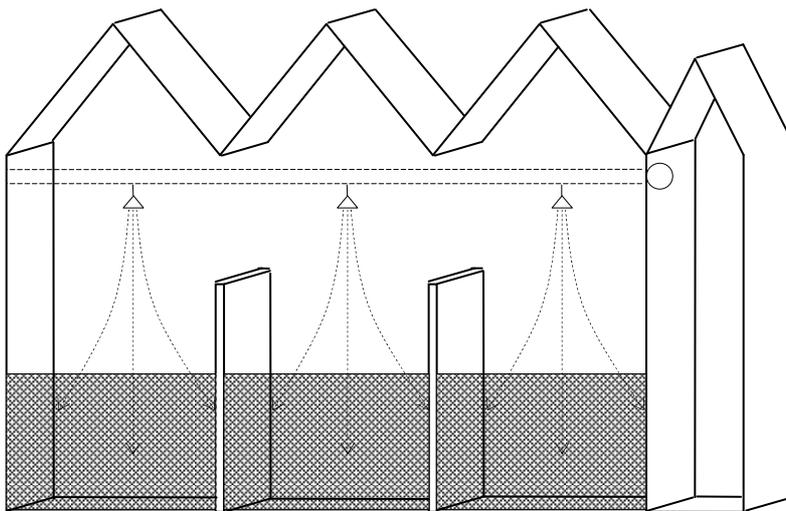


Рисунок – Модернизированная система вентиляции

Экономия тепла может составить до 5 % в системе вентиляции.

#### **34. Внедрение автоматического управления приточными вентиляционными системами**

Основание для внедрения мероприятия:

- отсутствие исправных автоматических регуляторов расхода теплоносителя на калориферных установках;
- превышение температуры обратной сетевой воды после приточных установок;
- защита калориферов систем вентиляции от обмерзания.

Предлагается с целью повышения надёжности работы приточных систем установка системы автоматического управления приточными системами. Системы автоматического управления приточными установками позволяют контролировать нагрев, охлаждение, осушение воздуха и сигнализируют о загрязнении фильтров вентиляционной системы. Автоматика для приточной установки основана на действии выносного щита (контроллера). На передней панели автоматического контроллера расположены элементы управления приточной вентиляцией. Датчики, получая и анализируя сигнал о состоянии воздуха в помещении, дают системе команду охладить, нагреть или осушить воздух, либо сообщают о необходимости замены или чистки фильтров.

Для предохранения калориферной установки от замерзания в момент запуска системы предусматривается предварительное открытие регулирующего клапана на сетевой воде, что обеспечивает прогрев калорифера до открытия клапана (заслонки) в канале наружного воздуха и включения вентилятора. Защита калорифера при неработающей приточной установке осуществляется периодическим открытием регулирующего клапана по команде датчика по температуре теплоносителя, установленного в трубопроводе обратной воды, если температура её станет ниже +30 °С. (принципиальная схема блокировки представлена в приложении). Основной входной информацией являются сигналы датчиков температуры наружного и приточного воздуха, сигнал датчика температура обратной воды из калорифера и сигналы контактных датчиков состояния оборудования. Система автоматического управления программируется для любой приточной установки с водяным калорифером на требуемые параметры входящего и выходящего воздуха, температуры входящей и выходящей воды.

Экономический эффект, полученный от создания автоматизированной системы, обусловлен повышением эффективности автоматизированного процесса управления тепловым режимом здания.

Использование автоматизированных систем управления тепловым режимом позволяет:

- сокращать объем обслуживания и ремонта в расчете на отдельный прибор;
- увеличивать срок службы оборудования вследствие дистанционного управления, автоматического регулирования и регистрации состояния и времени работы каждого механизма оборудования; снижать эксплуатационные расходы;
- уменьшать количество обслуживающего персонала, так как устранение неисправностей производится силами небольших специализированных бригад;

- повышать безопасность производства благодаря немедленной реакции на аварийную ситуацию.
- существенно экономить тепловую энергию.

Экономия тепловой энергии достигается за счет:

- управления временем работы оборудования отопления и вентиляции согласно фактическим требованиям для различных помещений здания;
- регулирования оптимальной температуры воды, поступающей в систему отопления в соответствии с потребностью каждого помещения здания;
- учета тепла в тепловом балансе помещений зданий от поступающей внутрь помещения радиации;
- учета количества инфильтрующегося воздуха в воздушном балансе помещения;
- исключения возможности одновременного подогрева и охлаждения воздуха вентиляционной системы;
- использование тепла обратного воздуха вентиляционной системой;
- ограничения пиковых расходов электроэнергии путем временного отключения потребителей энергии с учетом инерционного теплового режима помещений;
- регулировки отопления и вентиляции таким образом, чтобы тепловой режим помещений на разных этажах высокого здания не искажался.

Общая экономия тепловой энергии, в случае применения автоматизированной системы управления тепловым режимом, достигает 25-30% по сравнению с системой отопления и вентиляции с локальной автоматикой.

### **35. Внедрение приточно-вытяжной системы вентиляции с рекуперацией тепла**

Основание для внедрения мероприятия:

- использование рекуперации тепла в теплообмене между приточными и вытяжными потоками воздуха;

- внедрение автоматического управления вентиляционными установками;

Системы вентиляции выполнены в зависимости от назначения, режимов работы помещений, характера, величины тепло- и влагопоступлений, от месторасположения помещений в здании. Все воздухопроводы спроектированы из листовой стали с толщиной согласно СНиП. Системы вентиляции – прямоточные. Воздухообмен в помещениях с выделением тепла и влаги определен расчетом с учетом коэффициентов использования и одновременности работы оборудования. От технологического оборудования, работа которого сопровождается выделением вредных веществ (тепла и влаги), устроены местные отсосы.

Использование приточно-вытяжных рекуператоров - одно из самых перспективных направлений в энергосбережении в области вентиляции, отопления и кондиционирования.

Рекуператор (от лат. recuperator - получающий обратно, возвращающий) – теплообменник поверхностного типа, использующий теплоту отходящих газов. В системе вентиляции он работает следующим образом: в холодное время года, поступающий через рекуператор с улицы холодный воздух обогревается выходящим из помещения отработанным теплым воздухом (18-23 °С). В результате чего достигается экономия тепловой энергии, необходимой на прогрев в калорифере приточной вентиляционной системы наружного воздуха до температуры помещения, за счет предварительного подогрева наружного воздуха в рекуператоре. Эффективность рекуператора во многом определяется его типом.

Экономия тепла может составить до 6 % в системе вентиляции.

### **36. Установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами**

В подавляющем большинстве случаев отопительные приборы устанавливаются у наружных стен. При нагреве внутреннего воздуха помещения, нагревается также и область стены за радиатором отопления, создавая тем самым локальную зону повышенных потерь. Происходит это из-за того, что температура внутренней поверхности стены за прибором отопления значительно выше температуры прочих менее нагретых внутренних поверхностей стены.

В качестве ЭСМ предлагается установка теплоотражающих экранов за приборами отопления. Теплоотражающая пленка выполняет 2 основные функции:

- увеличение термического сопротивления теплопередаче для области стены за радиатором отопления за счет низкого коэффициента теплопроводности материала пленки (около 0,038 Вт/(м·°С)),
- отражение теплового излучения от радиатора отопления обратно в помещение.

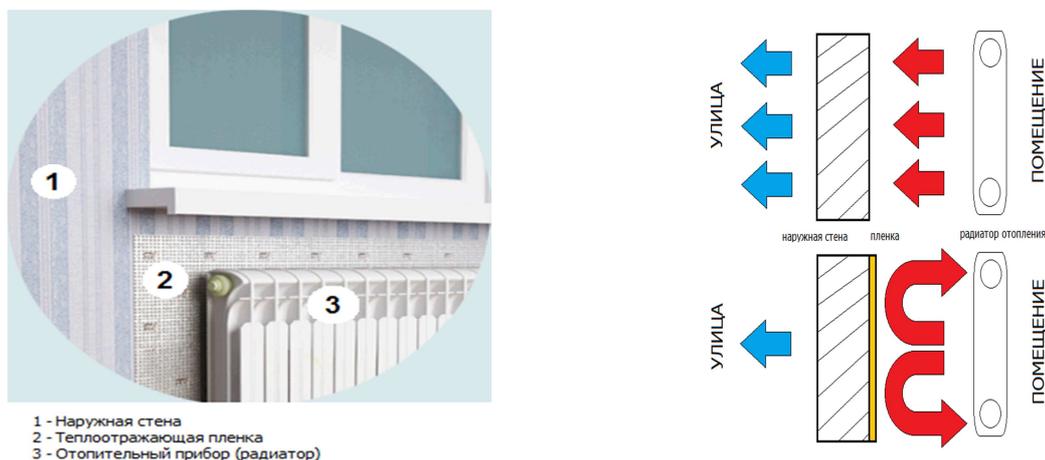


Рисунок – Теплоотражающая пленка за отопительным прибором

Экономия тепла может составить до 2-3 % в системе вентиляции.

### 37. Применение низкоэмиссионных пленок на окнах

С целью повышения эффективности использования тепловой энергии в здании и уменьшения тепловых потерь через оконные блоки, рекомендуется применение низкоэмиссионных «энергосберегающих» оконных пленок. Применение данного ЭСМ имеет ряд преимуществ по сравнению, например, с мероприятием по замене окон на энергосберегающие (с К,И-покрытиями), а именно:

- Не требует больших капитальных затрат, возникающих при замене окон, поскольку пленка наклеивается на окно изнутри помещения.
- Исключаются дополнительные затраты на транспортировку, монтаж.
- Пленка является солнцезащитной пленкой селективного типа, т.е. пропускают видимый свет и отражают инфракрасное излучение, в том числе и тепловое.
- Поскольку покрытием пропускается лишь электромагнитное излучение видимого диапазона, для всех остальных каналов (оптического, акустического, радиочастотного и электронно-оптического) пленка является фильтром.
- Защита интерьера помещения путем задерживания 99% разрушительных ультрафиолетовых лучей, которые вызывают выцветание и изнашивание портьер, деревянной мебели, ковров и драпировок.
- Удерживание стекла в раме в случае разбиения или взрыва, уменьшая тем самым вероятность человеческих жертв и защищая имущество.

Селективность приобретено благодаря низкоэмиссионному покрытию пленки, отражающему тепловые лучи в сторону их излучателя (зимой – в сторону помещений, летом – в сторону улицы), что значительно снижает расходы на отопление зимой и на кондиционирование летом. Другими

словами, покрытие оставляет тепло там, где его больше. Чем ниже эмиссионная способность стекла, тем выше его энергосберегающие свойства.

По данным одного из производителей энергосберегающих окон, стекло с «твердым» селективным покрытием (К-стекло), коэффициент эмиссии которого равен 0,2, позволяет снизить тепловые потери в 5 раз. Пленки можно устанавливать без ограничения на существующее остекление без демонтажа стекол из рам, а также на стекла - заготовки стеклопакетов.

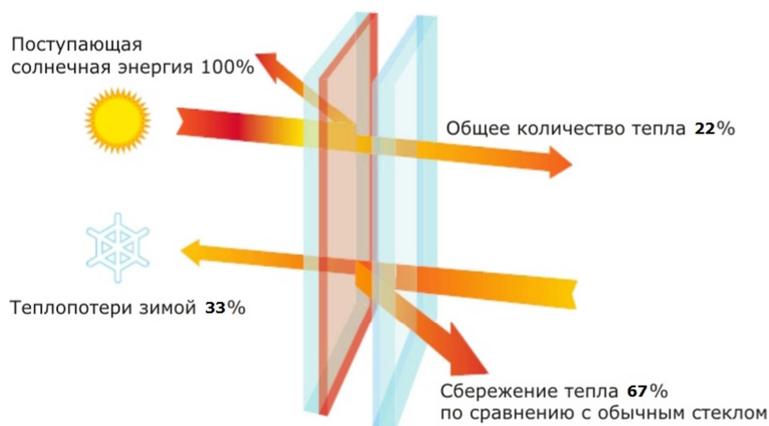


Рисунок – Принцип работы низкоэмиссионной пленки

Экономия тепла может составить до 2-3 % в системе вентиляции.

### **38. Проведение режимно-наладочных работ в тепловых сетях**

Одним из индикаторов стратегического развития теплоснабжения России на период до 2030 года, является «Обновление тепловых сетей». Уже на 1-ом этапе значение показателя должно быть не менее 10% от общей протяженности сетей.

Так как в тепловых сетях предприятия имеет место разрегулировка тепловых и гидравлических режимов, часть зданий недотапливается и нет объективной картины посистемного распределения тепловой энергии между объектами - рекомендуется осуществить ЭСМ по проведению режимно-наладочных работ на системах теплоснабжения, включающие в себя:

Выполнение наладочных работ по результатам гидравлического расчета (гидравлическое шайбирование, замена/установка элеваторов и т.д.); реконструкция сетей систем теплоснабжения (тепловая изоляция, оптимизация диаметров) по результатам гидравлического расчета. Выполнение данного мероприятия приведет к рациональному и равномерному распределению тепловой нагрузки между потребителями.

Экономия тепла может составить до 7-8 %.

### **39. Замена стекол оконных проемов производственных зданий на сотовый поликарбонат**

Основание для внедрения мероприятия:

Уменьшение теплотребления в помещениях за счет более повышения термического сопротивления ограждающих конструкций.

В производственных корпусах имеется большая площадь остекления, через которое теряется значительное количество тепла: разбитые стекла, одинарное остекление, зашивка разбитых стекол сталью, металлические рамы, старые разошедшиеся деревянные рамы - все это приводит к высокой инфильтрации и высоким потерям тепла теплопроводностью.

В связи с этим, предлагается частично заменить стекла на сотовый поликарбонат. Основные свойства сотового поликарбоната:

- малый вес (вес сотового поликарбоната в 16 раз меньше веса обычного стекла аналогичной толщины);

- светопроницаемость;

- высокая теплоизоляция (теплоизоляция сотовых панелей почти в 3 раза лучше, чем у стекла, например, теплопроводность панели сотового поликарбоната толщиной 8 мм сравнима с теплопроводностью окна с двойным остеклением);

- гибкость;

- долговечность (гарантированный срок службы - 10 лет);

- большая ударопрочность (в сравнении со стеклом разница 200-кратная);

- пожаробезопасность.

Экономический эффект состоит таких факторов как:

- 1) уменьшение потерь тепла через окна;
- 2) высокая ударопрочность и гибкость (меньшие эксплуатационные затраты);
- 3) светопроницаемость (экономия электроэнергии на освещении).

Экономия тепла может составить до 15 % в системе вентиляции.

#### **40. Установка системы газо-воздушного лучистого отопления (ГВЛО)**

Принцип действия ГВЛО: нагретая смесь воздуха и продуктов сгорания перемещаются по контуру циркуляционным вентилятором. Отопительным прибором в системе отопления является излучатель, состоящий из теплоизлучающих труб, боковых экранов и тепловой изоляции.

Применение ГВЛО обеспечивает:

- повышение равномерности распределения температуры воздуха в объеме помещения;
- малую подвижность воздуха в помещении;
- отсутствие неприятного «дутья», сокращение переноса пыли и вредных выделений;
- бесшумность работы;
- повышенную надежность (теплоноситель не замерзает в случае отключения системы);
- позволяет поддерживать требуемые условия микроклимата при пониженной в среднем на 2÷4 °С температуре внутреннего воздуха по сравнению с нормируемой и позволяет сократить расход тепловой энергии на нагрев приточного воздуха в вентилируемых помещениях;
- система лучистого отопления автономна и легко регулируема, не требует прокладки тепловых сетей и ввода в эксплуатацию (1,5-2 мес.);
- ГВЛО может использоваться совместно с другими видами отопления, системой вентиляции.

Системы газо-воздушного лучистого отопления с теплоизлучающими трубами (ГВЛО) находят применение во вновь строящихся и реконструируемых помещениях производственных (сборочных, механических, ремонтных цехов, складов, депо, гаражей, ангаров) и общественных (рынки, спортивные залы, вокзалы, перроны и т.п.) зданиях. Обогрев рабочей, обслуживаемой зоны осуществляется преимущественно тепловым излучением с поверхности теплоизлучающих труб, устанавливаемых в верхней зоне помещения.

Уменьшение расхода тепловой энергии при использовании ГВЛО, по сравнению с традиционными системами, может достигать 30 ÷ 40 %, в том числе за счет сокращения теплопотерь здания и эффективного регулирования режимов работы системы. Однако ГВЛО имеет ограничения по области применения из условий обеспечения пожарной безопасности. ГВЛО следует применять в помещениях взрывопожарных категорий В-2, В-3, В-4, Д и Н, кроме зданий VI-а и V степени огнестойкости.

#### **41. Реконструкция системы теплоснабжения**

Вариант реконструкции №1:

Включает в себя замену части участков подземной прокладки сети на надземную прокладку с заменой диаметров трубопроводов, при этом часть зданий будет отапливаться с помощью газо-воздушных лучистых обогревателей.

Вариант реконструкции №2:

Замена части участков подземной и надземной прокладки с заменой диаметров трубопроводов, при этом здания отапливается за счет водяного отопления с проведением гидравлической наладки сетей.

Вариант реконструкции №3:

Замена части участков подземной и надземной прокладки с заменой диаметров трубопроводов, при этом здания отапливается за счет водяного отопления без наладки сетей.

В качестве тепловой изоляции трубопроводов предлагается использовать пенополиуретановые скорлупы с покрытием из фольги. Для замены используем трубу стальную бесшовную горячедеформированную ГОСТ 8732-78.

Данные мероприятия позволят снизить тепловые потери тепловой сети, а также облегчат эксплуатацию и ремонт трубопроводов.

#### **42. Утепление фасадов зданий**

Ограждающие конструкции находятся в неудовлетворительном состоянии, что приводит к высоким потерям тепла.

Согласно экспертным оценкам, герметичное покрытие стен при утеплении фасадов зданий позволит сохранить около 21 % тепла.

#### **43. Оптимизация гидравлического режима в системах теплоснабжения.**

В настоящее время на некоторых предприятиях гидравлический режим в системе теплоснабжения не отрегулирован. Система централизованного теплоснабжения завода может очень отличаться от проектной за счет подключения новых и отключением не востребованных потребителей, реконструкций и строительства новых участков тепловых сетей. Следует подчеркнуть принципиальное отличие режимов, на стадии проектирования систем теплоснабжения, и эксплуатационных режимов. Проектные тепловые и гидравлические режимы разработаны были, при проектировании магистральных тепловых сетей. В связи с этим на каждый конкретный отопительный сезон эксплуатации следует рассчитывать или корректировать эксплуатационные режимы, учитывающие фактическое состояние системы теплоснабжения.

Оптимизация эксплуатационных режимов должна предусматривать наиболее полное использование фактических характеристик установленного оборудования, рационализацию схем тепловых пунктов, увеличения пропускной способности сетей по теплоте за счёт применения рациональных графиков и т.п.

В дополнение к этому, как правило, существуют проблемы в системах теплоснабжения завода. Такие как, разрегулированность режимов теплоснабжения, разукomплектованность элеваторных узлов, самовольное нарушение потребителями схем присоединения (установленных проектами, техническими условиями). Как следствие – недостаточные (из-за повышенных потерь давления) располагаемые напоры теплоносителя на вводах, что в свою очередь приводит к желанию абонентов обеспечить необходимый перепад посредством слива сетевой воды из обратных трубопроводов для создания хотя бы минимальной циркуляции в отопительных приборах (нарушения схем присоединения и т.п.), что приводит к дополнительному увеличению расхода и, следовательно, к дополнительным потерям напора, и к появлению новых абонентов с пониженными перепадами давления и т.д. Происходит «цепная реакция» в направлении тотальной разрегулировки системы.

Важнейшей задачей эксплуатационного персонала тепловых сетей является обеспечение транспортирования теплоносителя при высоких технико-экономических показателях. Эти показатели определяются расходом электроэнергии на перекачку сетевой воды, величинами тепловых потерь и утечек в сетях. Для достижения напоров теплоносителя, обеспечивающих циркуляцию воды у потребителей, подключённых на конечных участках тепловой сети, в системе необходимо увеличивать расход теплоносителя, вследствие чего повышается потребление электрической энергии на подачу сетевой воды. Для каждой тепловой сети разрабатываются нормативные показатели, устанавливающие затраты электрической и тепловой энергии на транспортирование теплоносителя.

Потенциальные возможности доведения расходов электроэнергии на котельной до нормативных величин заключается, прежде всего, в оптимизации гидравлического режима в системах теплоснабжения.

Как энергосберегающее мероприятие оптимизация гидравлического режима распространяется на все независимо от тепловой мощности и других данных характеризующих системы теплоснабжения, и имеет первостепенное значение, так как при её осуществлении создаются предпосылки для реализации последующих энергосберегающих мероприятий, а именно:

- осуществление качественного регулирования отпуска тепла потребителям за счёт выполнения принятого для котельной температурного графика;
- улучшение качества услуг по теплоснабжению потребителей при оптимальном расходе топлива на котельной;

- выполнение расчётов потерь тепла в тепловых сетях через тепловую изоляцию по нормативным их значениям, выявления повышенных потерь и разработка соответствующих мероприятий по их ликвидации;
- выполнение расчётов оптимальных диаметров трубопроводов тепловых сетей, что позволит снизить затраты при проведении ремонтов с заменой отдельных участков тепловой сети;
- возможность присоединения отопительных систем через элеваторы, что повышает гидравлическую устойчивость системы теплоснабжения, так как увеличиваются потери напора на вводе и этим уменьшаются относительные потери в сети по сравнению с присоединением потребителей непосредственно к сети;
- подбор, замена или отключение насосных агрегатов на котельной насосных агрегатов для перекачки теплоносителя в соответствии с характеристикой сети и повышение к.п.д.

Оптимизация гидравлического режима в системах теплоснабжения - мероприятие наиболее эффективное, так как его реализация не требует значительных материальных затрат.

Экономия электроэнергии может составить до 25 %.

#### **44. Система возврата конденсата**

Существующая система теплоснабжения построена таким образом, что весь пар, вырабатываемый в паровой котельной, после использования сбрасывается в канализацию. Данная схема принята по той причине, что после производства конденсат выходит загрязнённым нефтепродуктами и не пригоден к использованию без очистки.

Между тем, непосредственные технологические потери в тепловых сетях практически отсутствуют, т. е. конденсат можно возвращать в тепловую сеть после очистки. Прямые потери, которые несёт предприятие, определяются объёмом сбрасываемого конденсата себестоимостью химочищенной воды, подаваемой с водозабора и проходящей обработку в котельной, плюс себестоимость теплоты, необходимой для подогрева холодной воды до температуры 40 °С, требуемой для подачи в систему ХВО парового котла.

Для замещения теряемой в виде сбрасываемого парового конденсата химподготовленной воды предлагается организовать сбор, очистку и возврат в рабочий цикл котельной парового конденсата. Создание пароконденатного хозяйства потребует прокладки конденсатопроводов, сооружения установки очистки загрязнённого конденсата и подачи его в котельную.

#### **45. Замена теплоизоляции на тепловых сетях и термическом оборудовании.**

Фактические потери тепловой энергии в системах теплоснабжения превышают нормативные потери тепловой энергии в этих сетях, полученные расчетным способом по утвержденным Министерством энергетики РФ методикам.

В качестве энергосберегающего мероприятия для систем тепло- и пароснабжения завода предлагается провести работы по улучшению теплоизоляции тепловых и паровых сетей, а также термического оборудования, используя в качестве теплоизоляции инновационный теплоизоляционный материал - сверхтонкое теплоизоляционное покрытие.

Сверхтонкие теплоизоляционные покрытия являются новейшим направлением в развитии теплоизоляционных материалов, на современном рынке теплоизоляционных материалов доля таких покрытий составляет лишь 3 %, однако, по мнению экспертов, эти материалы со временем способны полностью заменить традиционную теплоизоляцию.

Материал является экологически чистым продуктом, что позволяет работать с ним в помещении без дополнительной вентиляции.

Экономия тепла может составить до 10 % в системе.

#### **46. Замена старой изоляции на ППУ участка трубопровода системы отопления надземной прокладки от коллектора до зданий**

Замена изоляции является действенным инструментом повышения энергетической эффективности систем теплоснабжения. Основные технические аспекты такого подхода достаточно хорошо известны. Заключаются они в следующем:

- способствуют повышению надежности теплоснабжения,
- приводят к серьезному уменьшению затрат на ремонт тепловых сетей и устранению аварий,
- положительное качество, которым является хорошее теплоизолирующее свойство.

Предлагается заменить устаревшую изоляцию (стекловата) участка трубопровода надземной прокладки системы отопления на современную – пенополиуретановые скорлупы (ППУ). Трубы ППУ сегодня – это эффективный механизм снижения тепловых потерь на системах коммуникаций, надежность, высокий уровень контроля за состоянием эксплуатируемой трубопроводной системы, повышение экономической эффективности и снижение расходов эксплуатирующих организаций и платежей конечных потребителей тепловой энергии. ППУ скорлупа представляет собой изделие в виде полужесткого цилиндра из пенополиуретана низкой плотности.

Экономия тепла может составить до 10 % в системе теплоснабжения.

#### **47. Устранения щелей в оконных блоках при помощи утепления специальным изоляционным материалом. Создание технического УУТЭ**

В ходе обследования зданий предприятий было выявлено, что значительный расход тепловой энергии идет на нагревание холодного воздуха, попадающего с улицы в отапливаемые помещения через щели и неплотности под оконными блоками, т.е. на компенсацию инфильтрационных потерь. Из-за чего, сотрудникам предприятия приходится использовать электрические масляные радиаторы, чтобы поддерживать комфортные условия в помещениях.

В качестве энергосберегающего мероприятия по снижению затрат на отопление зданий рекомендуется произвести утепление окон с помощью самоклеющегося уплотнителя, «теплоскотча». Для данной задачи, например, подойдет самоклеющийся уплотнитель для окон и дверей.



Рисунок – Самоклеющийся изоляционный материал Remontix D 100

Экономия тепла может составить до 10-20 % в системе вентиляции.

#### **48. Мероприятия по хим-водоподготовке котельной**

Для более достоверной оценки инвестиций по техническому перевооружению установки умягчения котельной необходимо определить границы зоны реконструкции, которые позволили бы достигнуть повышения эффективности работы установки после реконструкции, имеется в виду возможность стабильной работы реконструируемого узла с заданными показателями вне зависимости от состояния окружающих его систем.

Основу технологического процесса в настоящий момент составляет прямоточное натрий катионирование. Теоретически локальная замена установки на противоточную позволит сократить потребление реагентов, понизить сброс засоленных стоков и сократить собственные нужды. Если

учесть, что подготовка исходной воды требует нагрев, перечисленные мероприятия можно отнести к энергоэффективным.

В настоящее время наиболее широкое распространение получили лишь два принципа организации противоточного процесса ионирования, это технологии с восходящим потоком обрабатываемой воды, нисходящим потоком регенерационного раствора и технология с нисходящим потоком обрабатываемой воды, восходящим потоком регенерационного раствора. К первому типу относятся технология фирмы Bayer (Германия) под общим названием SCHWEBEBETT (распространенные модификации – LIFTBETT, RINSEBETT), технология компании ROHM & HAAS (США) под названием AMBERPACK и технология компании Purolite (Англия) под названием Purorack. Ко второму типу относится технология фирмы Dow Chemical (США) под названием UP.CO.RE (UPflow COuntercurrent REgeneration). Остальные варианты организации противоточной технологии менее эффективные.

В настоящий момент теплосеть подпитывается умягченной водой. Возможен переход на дозирование антинакипных реагентов в осветленную воды.

Предусматривается в качестве ингибитора солеотложений и коррозии внедрить реагент комплексного действия, представляющий собой композицию аминокислотноорганических соединений и полимеров с повышенным уровнем экологической безопасности. Реагент должен быть разрешен для применения в системах открытого водозабора.

Применение подобного рода реагента позволит:

- оптимизировать режим работы теплосети
- предотвратить образование железистых отложений и образование отложений солей жесткости
- ингибировать коррозию
- исключить использование умягченной воды для подпитки теплосети

Работы по внедрению реагентов проводятся поэтапно. На первом этапе проводится мягкая отмывка и насыщение системы с замещением существующей технологии на дозирование ингибитора. После проведения ингибирования системы и достижения положительных результатов рассматривается вопрос совместно со специалистами химического цеха о дальнейшей возможности снижения затрат за счет снижения дозировки.

Экономия топлива может составить до 2-3 % на котельной.

#### **49. Установка расширителя непрерывной продувки и подогревателя сырой воды**

Непрерывная продувка барабанных котлов имеет целью поддержание в допустимых пределах концентраций солей в котловой воде и получение пара надлежащей чистоты. Превышение концентрации или иные загрязнения котловой воды создают такие проблемы, как нестабильность уровня воды в барабане или вспенивание. Эти явления могут стать причиной ложного срабатывания аварийной сигнализации уровня воды, уноса капельной влаги паром, загрязнения пароперегревателей.

Для уменьшения потерь тепла с продувочной водой применяются сепараторы (расширители) непрерывной продувки. Так как давление в расширителе значительно ниже, чем в барабане котла, то продувочная вода за счет аккумулированного в ней тепла частично испаряется. Образовавшийся в расширителе вторичный пар обычно направляется в деаэратор.

#### **50. Установка охладителя выпара из деаэратора**

Охладители выпара атмосферных деаэраторов (ОВА) предназначены для конденсации максимального количества пара из отводимой от деаэратора паро-газовой смеси (выпара) с утилизацией тепла. Охладители выпара состоят из горизонтального цилиндрического корпуса и размещенной в нем трубной системы. Химочищенная вода, проходит внутри трубок, нагревается и затем поступает в деаэрационную колонку. Парогазовая смесь (выпар) поступает в межтрубное пространство, где пар из нее практически полностью конденсируется. Оставшиеся газы отводятся в атмосферу, конденсат пара сливается в деаэратор.

#### **51. Модернизация системы ГВС с установкой подогревателей**

Подготовка воды для нужд ГВС на предприятии осуществляется методом прямого барботирования пара в емкости с сырой водой. Греющий пар, из главного коллектора, поступает в емкости, где смешиваясь с водопроводной водой, конденсируется, отдает тепло, тем самым нагревая воду. При всей простоте, данная схема, является неэффективной, так как теряется весь греющий пар, который необходимо возвращать в тепловую схему котельной через систему ХВО. Также происходит увеличение собственных нужд котельной, обусловленное подогревом химочищенной воды до температуры обратной сетевой воды.

Замена данной системы, путем установки сетевых бойлеров позволит существенно экономить энергоресурсы ориентировочно до 15%.

## **52. Восстановление обмуровки паровых котлов**

Обеспечение минимальных потерь теплоты в окружающую среду обеспечивает обмуровка котлов, именно она позволяет свести потери теплоты к минимуму и создавать в топке и газоходах разрежение, обеспечивающее движение продуктов сгорания по газоходам. Это достигается путём выравнивания плотности теплового потока от различных участков обмуровки.

Экономия тепла может составить до 1-2 % в системе вентиляции.

## **53. Модернизация и перевод на природный газ мазутных печей**

В настоящее время можно перевести с жидкого топлива на газообразное подавляющее большинство конструкций печей (независимо от системы их дымовых каналов), но строго соблюдая при этом против взрывные и противопожарные правила, изложенные в соответствующих инструкциях. При этом было определено, что для безопасного и экономичного сжигания газа в печах в первую очередь необходимо применять инжекционные трубчатые горелки, имеющие защитную автоматику, предотвращающую поступление газа в печь при погасании пламени в топливнике и при нарушении тяги в дымоходе.

Доказано, что при эксплуатации печей на газе значительно улучшаются температурный режим и санитарно-гигиеническое состояние отапливаемых помещений, а также примерно в 1,3—1,4 раза возрастает их КПД и снижение энергоносителя до 10%.

Однако указанные преимущества могут быть достигнуты только при правильном переоборудовании на газ отопительных печей и соблюдении установленных правил эксплуатации.

## **54. Автоматизация воздушных завес**

На транспортных воротах зданий установлены воздушные тепловые завесы. Тепловые завесы используются как в целях снижения тепловых потерь здания через транспортные ворота, так и в целях отопления.

Для снижения дополнительных потерь здания от инфильтрации и теплопередачи, возникающих вследствие повышенной температуры воздуха перед закрытыми воротами, предлагается осуществлять включение и выключение завес в зависимости от открытия и закрытия ворот, при этом отопительная нагрузка компенсируется установкой регистров.

Экономия тепла может составить до 20 % в системе вентиляции.

## **55. Установка систем погодного (суточного) регулирования системы отопления**

Реализация автоматической системы управления технологическим процессом теплоснабжения зданий позволит в первую очередь соблюдать температурных график. Так же с помощью данной системы возможно будет осуществлять погодное/суточное регулирование подачи

тепла потребителям, т.е. возможно будет снижать температуру в помещениях в нерабочие/праздничные дни, а так же ночью.

Типовое решение по мероприятию можно описать следующим способом: комплект оборудования, состоящий из регулирующего клапана с исполнительным механизмом, циркуляционного насоса, датчиков температуры подающего и обратного трубопроводов, датчики температуры воздуха в помещении, датчика температуры наружного воздуха.

Работает система регулирования следующим образом: регулятор температуры (погодный компенсатор) получает информацию о температуре от датчиков и на основании заложенного температурного графика определяет необходимую степень открытия клапана. При изменении степени открытия клапана происходит изменение расхода теплоносителя, поступающего в систему отопления из внешней тепловой сети. При этом происходит изменение коэффициента подмеса и, следовательно, температуры подающего трубопровода после элеватора. Циркуляционный насос необходим для обеспечения требуемой циркуляции теплоносителя в системе отопления при малой степени открытия регулирующего клапана, когда водоструйный элеватор не способен обеспечить необходимый подмес теплоносителя из обратной магистрали. Посредством изменения степени открытия клапана, регулятор температуры поддерживает необходимый температурный график, т.е. требуемую зависимость температуры подающего трубопровода системы отопления от температуры наружного воздуха. Заданный температурный график может подвергаться параллельному смещению для поддержания в здании комфортной температуры. Кроме этого, регулятор осуществляет ограничение минимальной и максимальной температуры подающего трубопровода и максимальной температуры обратного трубопровода системы отопления.

Экономический эффект от внедрения системы автоматизации можно разбить на следующие составляющие:

- Эффект от оптимизации теплового потребления и приведение его в соответствие с нормативами и тепловыми потребностями здания.
- Эффект от программируемого снижения температуры в здании в нерабочее время.

Экономия тепла может составить до 12 % в системе вентиляции.

## **56. Установка конденсатоотводчиков с установкой дренажного кармана на паропроводы с целью улучшения качества поставляемого пара.**

Основание для внедрения мероприятия:

- использование конденсатоотводчиков в целях осушения пара и удаления скопившегося конденсата;
- снижение затрат на транспортировку и количества использования пара в технологических процессах.

Для того чтобы пар находился в состоянии насыщения на протяженности всего участка паропровода дренирующие конденсатоотводчики должны устанавливаться на горизонтальных участках паропровода с интервалом не более 100 м.

При отсутствии конденсатоотводчиков с установкой дренажного кармана на паропроводе величина пролетного пара может достигать до 20%.

## **57. Теплоизоляция магистральных воздухопроводов**

После восстановления теплоизоляции трубопроводов представляется возможным довести до потребителя сжатый воздух с температурой около 150 °С. Повышение температуры сжатого воздуха у потребителей (повышение на 30 °С дает сокращение объемов потребления сжатого воздуха на 10 %, что в целом приводит к снижению расхода электроэнергии на выработку на 5 %).

Для тепловой изоляции воздухопровода наиболее подходит изоляция из скорлуп пенополиуретана, которая, в настоящий момент, являются самым эффективным материалом по сохранению тепла.

Срок службы минеральных матов: 3-5 лет (в зависимости от внешнего покрытия). Скорлупа из пенополиуретана, армированная алюминиевой фольгой служит до 30 лет.

Установка скорлуп из пенополиуретана это:

- повышение долговечности с 5-10 лет до 30 лет и более;
- снижение эксплуатационных расходов в 2 раза;
- снижение расходов на ремонт теплотрасс в 3 раза.

## **58. Установка термостатических регуляторов на приборах отопления**

Основание для внедрения мероприятия:

- Уменьшение теплотребления в помещениях на приборах отопления за счет количественного регулирования потребляемой тепловой энергии, ввиду установки термостатических регуляторов.
- Регулировка термостатов находится в пределах от 6°C до 26°C по отношению к внутренней температуре. Терморегуляторы поддерживают температуру на желаемом уровне с точностью до 1°C.

Современные системы отопления зданий должны иметь погодозависимое регулирование, обеспечивающее комфортные температурные условия в здании в целом. Соответствующая автоматика работает с использованием сигналов с нескольких датчиков температуры, и не может учесть специфику условий каждого помещения. При этом возможны отклонения от оптимальных значений температуры воздуха в помещении в рабочее время (+18-25°C). В связи с вышесказанным предлагается для поддержания комфортных условий в помещениях и исключения нерационального расхода тепла установить на входе в отопительные приборы термостатические клапаны (ТСК).

После установки ТСК отпадает необходимость открывать окна для регулирования температуры в помещениях. ТСК будут постоянно поддерживать температуру в диапазоне от +6°C до +26°C на желаемом уровне с точностью 1°C.

Принцип действия ТСК состоит в контроле температуры воздуха и регулировании подачи теплоносителя в радиатор, так что при увеличении температуры подача воды ограничивается, и наоборот. В результате, как показывает практика применения ТСК, уменьшается расход тепловой энергии.

## **59. Запроектировать замену главных паропроводов на паропроводы большего диаметра**

Замена главных паропроводов на больший диаметр позволит снизить потери давления пара на участке котел – турбина по предварительным данным на 30 – 35 %. Это позволит увеличить удельную работу пара и получить дополнительно 0,5-1 % электроэнергии.

## **60. Экономическая эффективность перехода на оптимальное распределение режимов эксплуатации ТЭЦ.**

В основе решения задачи снижения себестоимости тепла и электроэнергии, вырабатываемых ТЭЦ, лежит достижение минимальных эксплуатационных расходов топлива. На ряде теплоэлектроцентралей эта задача решается путем выбора оптимальных режимов эксплуатации основного оборудования с помощью соответствующих программ для выбора режимов эксплуатации основного оборудования промышленно-отопительных ТЭЦ с минимальными расходами топлива на выработку заданного количества теплоты и электроэнергии.

К числу преимуществ таких программы можно отнести:

- возможность учета персоналом ТЭЦ постоянно меняющихся энергетических характеристик оборудования, реальной схемы станции, всех технических ограничений, потерь давления в главных паропроводах и пр.;
- простоту и доступность в работе (не требуется специальных знаний в области применения персональных ЭВМ);
- возможность выбора с помощью программы рационального состава оборудования;
- проведение анализа и сопоставления фактического и оптимального распределения, получение протокола сопоставления.

Оперативное управление режимами ТЭЦ при оптимальном распределении нагрузок может дать значительную экономию топлива. Однако решение этой задачи затруднено отсутствием заинтересованности эксплуатационного персонала в достижении реальной экономии топлива; недостаточной подготовкой персонала к эффективному использованию вычислительной техники; отсутствием вычислительной техники и отработанных методов оперативного определения оптимальных режимов загрузки, в особенности при использовании персональных ЭВМ.

Экономический эффект, достигаемый в результате применения универсальной программы, определяется рядом факторов: типом ТЭЦ, набором оборудования, его параметрами, режимами использования, техническим состоянием и др.

## **61. Модернизация электроцеха**

Надежность работы станции в целом зависит от состояния оборудования Главной электрической схемы ТЭЦ, которое в свою очередь определяется динамикой замены выработавшего свой ресурс оборудования на новое.

Так, для приведения в соответствие с нормативными документами необходимо провести следующие работы по замене (продления срока службы) морально и физически устаревшего оборудования электрического цеха на новое:

- необходимо провести замену блочных трансформаторов;

- выполнить комплекс работ по замене генераторов;
- необходимо провести реконструкцию ОРУ;
- необходимо провести замену трансформаторов тока в ОРУ;
- необходимо провести замену разрядников типа РВС на современные ограничители перенапряжений;
- необходимо провести замену маслонаполненных вводов на высоковольтные вводы с твердой изоляцией;
- необходимо провести замену в распределительных устройствах маломасляных выключателей с пожароопасной масляной средой на вакуумные;
- в целях повышения технического уровня, повышения надежности и обеспечения соответствия современным требованиям по быстродействию, резервированию и др. параметрам, необходимо провести плановую замену существующих устройств РЗА;
- необходимо заменить выработавшие свой ресурс свинцово-кислотные аккумуляторные батареи на новые. Рекомендуем для системы оперативного тока использовать щиты постоянного тока с системой автоматического пофидерного контроля изоляции (Bender, Schneider Electric);
- внедрение вакуумной пусковой аппаратуры для электродвигателей 0,4 кВ;
- замена электродвигателей ПЭН с РЗА, отработавших нормативный срок службы. Внедрение системы мягкого пуска ПЭН (мероприятия по продлению ресурса электродвигателей, коммутационной аппаратуры и поддержанию электрических параметров сети напряжением 6 кВ);
- для защиты изоляции электрооборудования от перенапряжений на секциях собственных нужд и на двигателях СН можно предусмотреть ограничители перенапряжений;
- для освещения производственных помещений и территории станции необходимо установить современные светильники с электронными пускорегулирующими лампами;

Для своевременного обнаружения возникающих дефектов и снижения затрат на ремонты предлагается оснастить турбогенераторы современными приборами, например: приборами контроля токораспределения на щетках щеточно-коллекторного аппарата; приборами контроля искрения щеток.

В последнее время в мировой практике все большее применение находят волоконно-оптические преобразователи (ВОП) тока и напряжения. Имеется опыт промышленной эксплуатации серийных высоковольтных ВОП в энергетических системах (фирма ABB Power Transmission, корпорация Nxt Phase (Канада)). Применение волоконно-оптических преобразователей тока (ВОПТ) и напряжения (ВОПН), или комбинированных (ВОПК – содержащиеся в одном корпусе ВОПТ и ВОПН), не имеющих сердечников, позволяет избавиться от присущих электромагнитным ТТ и ТН недостатков – насыщения магнитной системы и создания условий феррорезонанса. Волоконно-оптические преобразователи генерируют выходные цифровые сигналы, так как

измеряемая величина получается путем цифровой обработки параметров поляризации световых лучей. Использование ВОП позволит создать более совершенные и точные АИISKУЭ, в которых будут использоваться только цифровые технологии.

Для осуществления помехоустойчивого обмена цифровой информацией с высокой плотностью передачи данных между микроэлектронными системами РЗАИ рекомендуется использовать волоконно-оптические линии и оптико-электронные измерители, т. к. они обеспечивают полную гальваническую развязку между объектами связи и устраняют пути проникновения продольных помех в условиях сильных электромагнитных полей.

Одной из важнейших составляющих обеспечения надежности электрических сетей является диагностика и мониторинг состояния оборудования станции. В настоящее время ряд фирм, например ABB, GE, Siemens, Areva, Запорожский трансформаторный завод и др., предлагают комплексы приборов, аппаратов и различных устройств для систем мониторинга, управления и непрерывной диагностики силовых (измерительных) трансформаторов и выключателей. Такие комплексы содержат наборы датчиков для регистрации и измерения большого числа параметров, характеризующих условия и режимы работы, а также состояние всех основных узлов трансформатора или выключателя. Комплексы включают технические средства связи и компьютеры с программным обеспечением для управления самой системой, хранения, передачи и обработки результатов измерений.

Системы мониторинга стоят дорого, но значительно расширяют возможности рациональной эксплуатации оборудования. Они позволяют перейти от планово-предупредительных ремонтов с жесткой регламентацией сроков и объемов ремонта оборудования к экономически более целесообразной системе ремонтов и технического обслуживания, зависящих от состояния оборудования. Установлено, что затраты на систему диагностики и мониторинга оправданы, если они не превышают десяти процентов стоимости оборудования.

## **62. Мероприятия по топливному цеху**

Рекомендуется реализовать технические решения по совершенствованию работы ЦТП:

- Установить устройствам ягкого пуска на электродвигателях 6 кВ.
- Замена отработавших рабочий ресурс электродвигателей на новые.
- Замена второго опрокидывателя вагонов с углем.
- Установка частотного регулирования оборотов электродвигателей на ленточных питателях угля .
- Установить мягкий пуск электродвигателей на конвейере.
- Установить мягкий пуск электродвигателей на дробилках.
- Заменить устаревшие весы .
- Организовать работу грузоподъемного лифта.

- Организовать работу системы вентиляции и кондиционирования в бункерной галерее.
- Укомплектовать необходимыми механизмами склад хранения угля.

### **63. Модернизация технологии сжигания жидкого топлива ТЭЦ**

Предлагается уйти от привычного подогрева мазута в большом резервуаре и перейти к подогреву лишь той части, в которой осуществляется отбор мазута. Объёма подогреваемого мазута должно быть достаточно для резервной подачи жидкого топлива в котёл, а так же для того чтобы включилась система нагрева всего объёма мазута для полного перехода котла на сжигание жидкого топлива. Теплотери в окружающую среду в такой системе нагрева ниже, нежели в классической, т.к. меньше объём и поверхность нагреваемого мазута.

### **64. Магнито-импульсная установка для очистки железнодорожных вагонов**

В настоящее время прибывший на ТЭЦ уголь проходит размораживание в тепляках (в холодное время года) и поступает на вагонопрокидыватели

Высоковольтный научно-исследовательский центр – филиал ГУП ВЭИ им. В.И. Ленина провел испытания по разрушению остатков сыпучих грузов вагонов с металлической обшивкой на основе использования электроиндукционного удара. Применение магнито-импульсной установки (МИУ) для зачистки вагонов от остатков угля показало значительное сокращение затрат труда на выполнение работ.

Применение магнито-импульсного метода очистки вагонов дает возможность отказаться не только от ручной зачистки вагонов, но и от размораживания угля в тепляках.

Замороженный уголь, перед разгрузкой, можно взрыхлять с помощью вибробуров, прикрепленных к площадке, подвешенной на козловом кране. Затем вагоны поступают на вагонопрокидыватель и в перевернутом состоянии подвергаются импульсному ударному воздействию с помощью магнитно-импульсной установки.

### **65. Внедрение парокислородной отмывки котлов**

Проведение предпусковых и эксплуатационных очисток внутренних поверхностей пароводяных трактов теплоэнергетического оборудования необходимо для поддержания уровня отложений, не превышающего допустимого.

В процессе эксплуатации внутри труб поверхностей нагрева котлоагрегатов образуются железоокисные отложения, теплопроводность которых в 30-40 раз меньше, чем теплопроводность металла труб, что существенно снижает коэффициент теплопередачи и приводит к пережогу поверхностей нагрева, а также способствует протеканию различных коррозионных процессов, заносу проточной части турбин. Своевременно и качественно выполненная очистка улучшает гидродинамические характеристики трактов, повышает эффективность теплообмена и

предотвращает перерасход топлива (отложения  $\Delta = 1$  мм – увеличение потребления топлива на 10%).

Из всего многообразия способов периодической очистки – подавляющее большинство основано на химическом взаимодействии. Однако большинство применяемых реактивов характеризуются значительной агрессивностью по отношению к конструкционным материалам. По этой причине при осуществлении химических очисток стремление добиться максимального удаления отложениям вступает в явное противоречие с необходимостью обеспечения сохранности поверхности металла (утонение стенок и т.д.).

Сущность предлагаемой очистки заключается в возможности с помощью высокой концентрации 0,5-1 кг/т кислорода в обессоленной воде и паре перестроить структуру оксидов железа за счет образования пленки магнетита (обычно темного цвета). Это обеспечивает высокий эффект пассивации. При данном способе пассивации продукты коррозии выносятся из парового тракта. Интенсивность выноса загрязнений из тракта зависит от массовой скорости пара и концентрации кислорода.

Выполнение этого мероприятия позволит:

- увеличить срок службы оборудования
- уменьшить время отмывок
- экономить топливо и электроэнергию на собственные нужды из-за сокращения количества неплановых (аварийных) остановов котлоагрегатов
- исключить расход на дорогостоящие реагенты для химических отмывок.

#### **66. Автоматизация режима горения топлива.**

Оптимизация процессов горения в различных котлах осуществляется посредством внедрения автоматической системы управления. Процесс работы котла контролируется компьютером, посредством ввода оператором исходных параметров. Уменьшается время работы человека с котельным оборудованием, отсутствует влияние человеческого фактора.

Автоматизация процессов горения (поддержание оптимального соотношения топливо-воздух), что приведёт к снижению ПДВ, снимается проблема перерасхода топлива, повышается безопасность процесса выработки тепловой энергии.

Котлы не имеют автоматизации режимов горения и растопки. Уровень автоматизации составляет около 50-60 %. Для объекта уменьшение расхода топлива на 3-5%, уменьшение себестоимости тепловой энергии, повышение безопасности процесса выработки тепловой энергии, уменьшение аварийных остановов котлов на 80%, снижение затрат на капитальный ремонт на 15%

### **67. Устранение мест ненормированных присосов воздуха, связанных с нарушением тепловой изоляции, обмуровки котлов и газоходов**

Нормативные присосы воздуха на тракте «пароперегреватель – дымосос» для котлов ТЭЦ составляют 15%.

По данным Службы топливоиспользования ОРГРЭС увеличение присосов на 10% приводит к снижению коэффициента полезного действия (КПД) котла брутто на 0,5 – 0,8 %.

### **68. Модернизация котлов с применением оребренных поверхностей нагрева.**

Многолетними исследованиями по применению различных интенсифицированных теплообменных поверхностей в котельных установках создана современная элементная база для конструирования котлов с лучшими показателями. Она значительно более многообразна и эффективнее старой, которая ограничена преимущественно использованием гладкостенных стальных труб. Замена гладкотрубных экономайзеров на оребренные, по данным проведенных испытаний, позволяет снизить температуру уходящих газов на 25 – 36 оС.

Экономический эффект от снижения температуры уходящих газов на 15-25 оС может привести к снижению расхода топлива на котел на 1 – 2 %.

### **69. Применение присадок в маслосистему турбин**

Применение присадок в турбинное масло повышает его срок службы и улучшает эксплуатационные характеристики оборудования.

За счет улучшения эксплуатационных и ресурсных характеристик турбинных масел сокращается расход на доливку и замену в маслосистемах турбин.

### **70. Установление фильтров предзащиты**

Учитывая, что во время эксплуатации конденсаторов имеет место занос трубок мусором, предлагается к рассмотрению предложение по установке на напорный циркуловод фильтров предочистки. Такие фильтры исключают засорение посторонним крупным мусором трубной доски и непосредственно самих трубок конденсатора. Фильтр представляет собой корпусное устройство с присоединительными размерами, соответствующими диаметру напорного водовода. Внутри корпуса фильтра установлена фильтрующая поверхность. В процессе работы фильтрующая поверхность накапливает загрязнения, гидравлическое сопротивление фильтра возрастает и при достижении заданной величины включается отмывка. В основе практически всех выпускаемых фильтров заложен принцип отмывки фильтрующей поверхности обратным потоком воды. Отмывка проходит во время медленного поворота фильтрующей поверхности относительно неподвижной отмывочной камеры, которая соединяется в момент отмывки со сбросным водоводом. Таким образом, в пределах отсосной камеры, которая имеет площадь существенно меньше циркуловода,

часть воды проходит через фильтрующую поверхность в обратном направлении и уносит загрязнения. Поворот фильтрующей поверхности осуществляется посредством цевочной передачи с помощью электропривода.

### **71. Мероприятия по снижению содержания кислорода в сетевой воде**

Одной из главных причин наличия кислорода в сетевой воде является плохая деаэрация подпиточной воды. Значительные потери сетевой воды в тепловых сетях и абонентских установках приводят к существенному увеличению расхода подпиточной воды. Содержание кислорода в подпиточной воде играет особенно большую роль в коррозионных разрушениях трубопроводов сетевой воды.

Мероприятия:

1. Снижение потерь в теплосети. Рекомендовать разработку на электростанции совместно с тепловыми сетями целевых программ в этом направлении. Это даст снижение расхода подпиточной воды, разгрузит по воде атмосферные деаэраторы 1,2 ата и, как следствие, позволит выйти на содержание кислорода в подпиточной воде до 30 мкг/кг.

2. Провести ремонт деаэрационных барботажных устройств.

3. Осуществлять оперативный контроль за выпаром из деаэраторов, для чего восстановить выпарные теплообменники на деаэраторах.

4. Разработать режимную карту работы атмосферного деаэратора, контролировать соответствие расхода подпиточной воды и расхода пара. При этом необходимо учесть, что загрузка деаэраторов является одним из важнейших факторов, определяющих эффективность десорбции растворенного кислорода. Для достижения остаточного содержания кислорода в подпиточной воде, равного 20 мкг/кг – загрузка деаэратора должна быть не выше 70 % от номинальной.

5. Рекомендовать к внедрению новые более совершенные технологии удаления растворенного кислорода из воды. К ним можно отнести деаэрацию воды в целевых деаэраторах. Информация о данном виде оборудования приведена в Приложении.1.

Ориентировочный экономический эффект от перехода на вакуумную деаэрацию составит от 2 до 5 % тепла расходуемого на подпиточные деаэраторы.

### **72. Использование вторичных продуктов производственного цикла**

Водород в производственном цикле Химического завода является вторичным продуктом, который в настоящее время сбрасывается в атмосферу. В производственном цикле Химического завода для охлаждения продукции используется жидкий азот, вторичным продуктом получения которого на АКС Разделительного завода является кислород, также сбрасываемый в атмосферу.

Выбор водорода как энергоносителя, обусловлен рядом преимуществ, главные из которых: экологическая безопасность, так как продуктом его сгорания является вода, высокая теплота сгорания, равная - 143,06 МДж/кг; высокая теплопроводность, а также низкая вязкость, что очень важно при его транспортировании по трубопроводам; а также возможность многостороннего применения. Водород может быть использован как топливо во многих химических и металлургических процессах, в авиации и автотранспорте, как самостоятельное топливо, так и в виде добавок к моторным топливам.

### **73. Модернизация хладоснабжения**

Модернизация систем химводоочистки дает положительный эффект в части экономии денежных средств за счёт внедрения современных технологий обработки воды (ультрафильтрация, обратный осмос, электродеионизация, мембранная дегазация и др.) для последующего её использования на предприятии. Химводоочистка является одним из важнейших факторов влияющих на срок службы котла.

Оборудование станции морально устарело, и надежность работы его снижается, есть трудности с обеспечением запасными частями. Кроме того современные холодильные машины имеют больший холодильный коэффициент. Предлагается замена холодильных машин на современные, при меньшей производительности. Предлагается разделение одного источника на два. Стоимость обслуживания устаревшего оборудования станции составляет до 10% от его стоимости. При установке нового оборудования, стоимость обслуживания снизится, до 5.