



ЧРП

для эффективного
управления
электродвигателями

ОХРАНА ТРУДА:

снижаем риски

2020:

ваш экологический
календарь





Коллеги,

В детстве в любой трудной, непонятной и даже безнадежной ситуации мы идем за помощью к родителям. Будь то сломанный велосипед, потерянная вещь или сложное уравнение, мы абсолютно уверены в том, что взрослые точно все решат, починят и найдут. Чем старше мы становимся, тем шире круг задач, которые мы решаем сами. И вот, незаметно для нас самих наступает день, когда в любой непонятной ситуации ответственность мы берем исключительно на себя.

Не рост и не возраст, а именно зона ответственности — главное отличие взрослого человека и взрослого общества. И на примере задач, которые вы ставите перед нашей командой я вижу, что в российском бизнесе она стремительно растет. Если раньше энтерпрайз-менеджеры предприятий чаще боролись за улучшение показателей и устраняли проблемы вверенных им участков, в уходящем году мы заметили явное стремление расширить зону контроля. Собственная генерация, управление отходами, экологическая безопасность — повышая уровень автономности, предприятия получают недоступные ранее инструменты для повышения эффективности.

На собственном опыте я знаю, как трудно тем, кто привык брать ответственность на себя, научиться доверять важные задачи другим.

Спасибо вам за то, что выбираете в союзники команду «Первого инженера».

Я очень ценю ваше доверие к нашей компании и возможность решать вместе с вами интересные и амбициозные задачи. Пусть в наступающей году у нас будут большие цели. Я знаю, вместе мы сможем их достичь!

Ваш Михаил Баклыгин



Перейти в группу >>



Перейти в группу >>

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА:

Антон Аристовский

ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЕ ПРИВОДЫ
КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

3

СЧИТАЕМ ЭКОНОМИЮ:
КОНДЕНСАЦИОННЫЙ ЭКОНОМАЙЗЕР

7

Елена Большакова

ПРЕДВИДЕТЬ, ПРЕДУСМОТРЕТЬ,
ПРЕДОТВРАТИТЬ:
КАК НОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ОХРАНОЙ ТРУДА РАБОТАЕТ В РОССИИ

9

Денис Маршинский

ВАШ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ
НА 2020 ГОД

12

Редакция:

Мы будем рады острым вопросам, критическим замечаниям и новым идеям, которые помогут нам сделать «Клуб ПИ» более актуальным и полезным для читателей.

Если у вас появится вопрос по опубликованным в журнале материалам, присылайте его в редакцию, и автор статьи обязательно ответит вам.

Если вы считаете, что наш журнал будет интересен вашим коллегам, дайте нам знать, и мы включим их в список рассылки. Ждем ваших писем на club@1-engineer.ru

ИНТЕРВЬЮ

Антон Аристовский

Главный инженер проектов компании «Первый инженер»

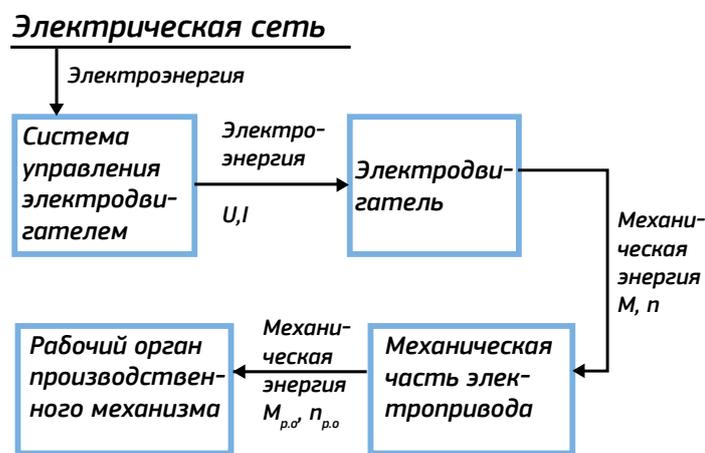
В постиндустриальную эпоху, начиная с 80-х годов XX века, асинхронный электропривод стал основным потребителем электрической энергии (свыше 60% электроэнергии в промышленности потребляется данными электродвигателями), как наиболее простой, за счет этого и дешевый, и надежный тип двигателя. Большинство секторов экономики стали использовать (или еще более нарастили) двигательную нагрузку в виде: насосных, компрессорных, вентиляционных и т.п. установок. Технологический процесс различных производств зачастую стал требовать изменения частоты вращения каких-либо исполнительных механизмов, например, когда расход водопотребления мал в магистральной сети, достаточно снизить частоту вращения ротора электродвигателя, который приводит в действие магистральный насос, тем самым снизив потребление воды.

В тоже время возникла тенденция к использованию энергосберегающих технологий, снижению потерь электроэнергии, в том числе и в силовых машинах. Ощутимый рост стоимости энергоресурсов, острота рационального их использования, а также бурное развитие электронной и вычислительной техники способствовали появлению устройств, предназначенных для экономного управления электродвигателями различного типа.

О том, как обеспечить максимально эффективное управление электроприводом, говорим сегодня.

ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЕ ПРИВОДЫ КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

Большая часть электрической энергии, потребляемой производственными и технологическими установками, используется для выполнения какой-либо механической работы. Для приведения в движение рабочих органов различных производственных и технологических механизмов преимущественно используются асинхронные электрические двигатели с короткозамкнутым ротором (в дальнейшем именно о данном типе электродвигателя и будем вести повествование). Сам электродвигатель, его система управления и механическое устройство, передающее движение от вала двигателя к производственному механизму, образуют систему электрического привода.



Структурная схема системы электропривода.

Наличие минимальных потерь электроэнергии в обмотках за счет регулирования частоты вращения двигателя, возможность плавного пуска за счет равномерного увеличения частоты и напряжения — это основные постулаты эффективного управления электродвигателями.

Ведь раньше и до сих пор существуют такие способы управления двигателем, как:

- реостатное регулирование частоты, путем введения дополнительных активных сопротивлений в цепи обмоток двигателя, последовательно закорачиваемых контакторами;
- изменение напряжения на зажимах статора, при этом частота такого напряжения постоянна и равна частоте промышленной сети переменного тока;
- ступенчатое регулирование путем изменения числа пар полюсов статорной обмотки.

Но эти и другие способы регулирования частоты несут с собой главный недостаток — значительные потери электрической энергии, а ступенчатое регулирование по определению является недостаточно гибким способом.

Потери неизбежны?

Остановимся более подробно на электрических потерях, возникающих в асинхронном электродвигателе.

Работа электрического привода характеризуется целым рядом электрических и механических величин.

К электрическим величинам относятся:

- напряжение сети,
- ток электродвигателя,

- магнитный поток,
- электродвижущая сила (ЭДС).

Основными механическими величинами являются

- частота вращения n (об/мин),
- вращающийся момент M (Н·м) двигателя,
- механическая мощность электродвигателя P (Вт), определяемая произведением момента на частоту вращения:

$$P=(Mn)/(9,55) \quad (1)$$

Для обозначения скорости вращательного движения наряду с частотой вращения n используется и другая известная из физики величина — угловая скорость ω , которая выражается в радианах за секунду (рад/с). Между угловой скоростью ω и частотой вращения n существует следующая связь:

$$\omega=(2\pi n)/60=n/(9,55),$$

при учете которой формула приобретает вид:

$$P=M\omega \quad (2)$$

Зависимость вращающего момента двигателя M от частоты вращения его ротора n называется механической характеристикой электродвигателя. Отметим, что при работе асинхронной машины со статора на ротор передается через воздушный зазор с помощью электромагнитного поля так называемая электромагнитная мощность:

$$P_{эм}=M\omega_0 \quad (3)$$

Часть этой мощности передается на вал ротора в виде механической мощности согласно выражению (2), а остальная часть выделяется в виде потерь в активных сопротивлениях всех трех фаз роторной цепи.

Эти потери, называемые электрическими, равны:

$$\Delta P_{эл}=3I^2r$$

Таким образом, электрические потери определяются квадратом тока, проходящего по обмоткам.

Они в сильной степени определяются нагрузкой асинхронного двигателя. Все другие виды потерь, кроме электрических, изменяются с нагрузкой менее существенно.

Поэтому рассмотрим, как изменяются электрические потери асинхронного двигателя при регулировании частоты вращения.

Электрические потери непосредственно в обмотке ротора электродвигателя выделяются в виде тепла внутри машины и потому определяют ее нагрев. Очевидно, чем больше электрические потери в цепи ротора, тем меньше КПД двигателя, тем менее экономична его работа.

Учитывая, что потери в статоре примерно пропорциональны потерям в роторе, еще более понятно стремление уменьшить электрические потери в роторе. Тот способ регулирования частоты вращения двигателя является экономичным, при котором электрические потери в роторе относительно невелики.

Из анализа выражений следует, что самый экономичный способ управления двигателями заключается в частоте вращения ротора близкой к синхронной.

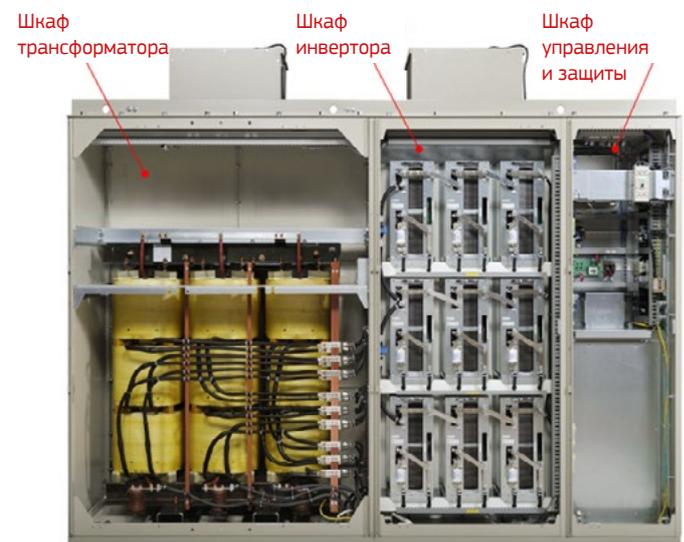
Частотно-регулируемые приводы

В обиход различных сфер промышленности, которые используют насосное, вентиляционное оборудование, производства, использующие конвейерные установки, объекты генерации (ТЭЦ, ГРЭС и т.п.) и многих других, вошли такие установки как частотно-регулируемые приводы (ЧРП), также называемые — преобразователями частоты

(ПЧ). Данные установки и позволяют изменять частоту и амплитуду трехфазного напряжения, поступающего на электродвигатель, за счет чего и достигается гибкое изменение режимов работы управляющих механизмов.



Высоковольтный частотно-регулируемый привод



Конструктив ЧРП

Приведем краткое описание существующих преобразователей частоты.

Конструктивно преобразователь состоит из функционально связанных блоков: блока входного трансформатора (шкаф трансформатора); многоуровневого инвертора (шкаф инвертора) и системы управления и защит с блоком ввода и отображения информации (шкаф управления и защит).

В шкафу входного трансформатора производится передача энергии от трехфазного источника питания входным многообмоточным трансформатором, который распределяет пониженное напряжение на многоуровневый инвертор.

Многоуровневый инвертор состоит из унифицированных ячеек — преобразователей. Количество ячеек определяется конкретным конструктивом и заводом-изготовителем. Каждая ячейка, оснащена выпрямителем и фильтром звена постоянного тока с мостовым инвертором напряжения на современных IGBT транзисторах (биполярный транзистор с изолированным затвором). Первоначально выпрямляется входной переменный ток, а затем с помощью полупроводникового инвертора преобразуется в переменный ток с регулируемой частотой и напряжением.

Полученные источники управляемого переменного напряжения соединяются последовательно в звенья, формируя фазу напряжения. Построение выходной трехфазной системы питания асинхронного двигателя производится включением звеньев по схеме «ЗВЕЗДА».

Система управления защиты располагается в шкафу управления и защиты и представлена многофункциональным микропроцессорным блоком с системой питания от источника собственных нужд преобразователя, устройством ввода-вывода информации и первичными сенсорами электрических режимов работы преобразователя.

Потенциал экономии: считаем вместе

На основании данных, предоставленных компанией Mitsubishi Electric, оценим потенциал энергосбережения при внедрении преобразователей частоты.

Вначале посмотрим, как меняется мощность при различных режимах регулирования двигателя:



Мощность, потребляемая при регулировании дросселированием (при номинальной частоте вращения двигателя).

На графике ниже изображена диаграмма общей зависимости при изменении расхода воздуха вентилятором от 100% до 70% в процессе дроссельного регулирования — как одного из видов регулирования.

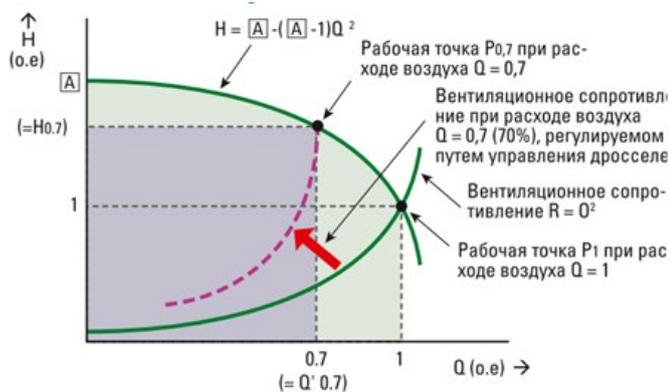


График зависимости давления воздуха от расхода при номинальной частоте вращения двигателя

$H=1$ — номинальное давление воздуха;

$Q=1$ — номинальный расход воздуха.

Необходимая мощность на валу P1 при Q=1 представляет собой номинальную мощность на валу (кВт) вентилятора. Мощность на валу P0,7, требуемая при Q0,7 следующая:

$$P_{0,7} = P_1 \cdot Q_{0,7}^3 \cdot H_{0,7}$$

Следовательно, если КПД электродвигателя равняется η_M , то входная мощность Pвх.1 при Q=1 и входная мощность Pвх.0,7 при Q=0,7 определяются по следующим формулам:

$$P_{вх.1} = P_1 / \eta_M \text{ (кВт)},$$

$$P_{вх.0,7} = P_{0,7} / \eta_M \text{ (кВт)}$$

Мощность, потребляемая при регулировании скорости вращения преобразователем частоты.

На аналогичном графике приведем пример зависимости при изменении выдуваемого вентилятором регулируемого объема воздуха от 100% до 70%, но уже путем регулирования скорости преобразователя частоты.

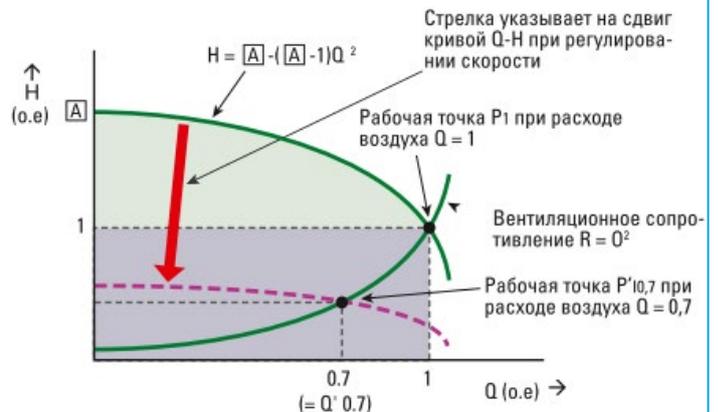


График зависимости давления воздуха от расхода при работе ЧРП

Входная мощность Pвх.1, требуемая при Q=1, та же, что и при номинальной частоте вращения двигателя:

$$P_{вх.1} = P_1 / \eta_M \text{ (кВт)},$$

С другой стороны, если 70% воздуха это Q=0,7, рабочая точка, получаемая на графике P'0,7. Мощность на валу P'0,7, требуемая в этом случае, следующая (с учетом законов пропорциональности, применимых для вентиляторов):

$$P'_{0,7} = P_1 \cdot Q'_{0,7}^3 \cdot H'_{0,7} = P_1 \cdot Q'_{0,7}^3$$

Следовательно, входная мощность, требуемая в этом случае при КПД преобразователя частоты η_{INV} , следующая:

$$P'_{вх.0,7} = (P'_{0,7}) / (\eta_M \cdot \eta_{INV}) = (P_1 \cdot Q'_{0,7}^3) / (\eta_M \cdot \eta_{INV}) \text{ (кВт)}$$

А теперь приведем пример расчета:

КПД электродвигателя:	96,5%;
КПД частотно-регулируемого привода:	97%;
Мощность на валу вентилятора при номинальном объеме:	1100 кВт;
Характеристика вентилятора:	$H=1,4$ о.е. при $Q=0$;
Полное рабочее время за год:	8000 ч;

Режимы работы вентилятора согласно графику 1.

Из графика получаем следующие данные:

100% расхода воздуха	20% времени работы за год
70% расхода воздуха	50% времени работы за год
50% расхода воздуха	30% времени работы за год.

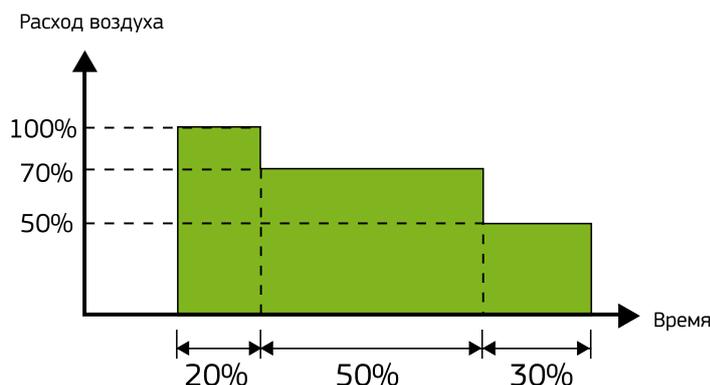


График 1. Режим работы вентилятора.

Расчет затрат электроэнергии при дроссельном регулировании:

Если $P_{100}=100\%$ расхода воздуха, $P_{70}=70\%$ расхода воздуха и $P_{50}=50\%$ расхода воздуха, получаем:

$$P_{100} = P_1 / \eta_M = 1100 / (0,965) = 1140 \text{ кВт},$$

$$P_{70} = P_{0,7} / \eta_M = (P_1 \cdot Q_{0,7} \cdot H_{0,7}) / \eta_M = (1100 \cdot 0,7 \cdot 1,204) / (0,965) = 961 \text{ кВт},$$

$$P_{50} = P_{0,5} / \eta_M = (P_1 \cdot Q_{0,5} \cdot H_{0,5}) / \eta_M = (1100 \cdot 0,5 \cdot 1,3) / (0,965) = 741 \text{ кВт},$$

при этом отметим, что значение $H_{0,7}$ и $H_{0,5}$ описывается уравнением из графика:

$$H_{0,7} = A - (A-1) \cdot Q^2 = 1,4 - (1,4-1) \cdot 0,7^2 = 1,204 \text{ о.е.},$$

$$H_{0,5} = A - (A-1) \cdot Q^2 = 1,4 - (1,4-1) \cdot 0,5^2 = 1,3 \text{ о.е.},$$

то есть при расходе 70% и 50% воздуха давление создаваемое вентилятором будет 1,204 о.е. и 1,3 о.е. соответственно.

Потребляемая мощность вентилятором за год равна сумме произведений необходимой затрачиваемой мощности в том или ином режиме на время работы в этом режиме и составит:

$$P_{\Pi} = 1140 \cdot 8000 \cdot 0,2 + 961 \cdot 8000 \cdot 0,5 + 741 \cdot 8000 \cdot 0,3 = 7\,446\,400 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год}$$

Расчет затрат электроэнергии при работе частотно-регулируемого привода:

Аналогично расчетам выше примем, что если $P'_{100}=100\%$ расхода воздуха, $P'_{70}=70\%$ расхода воздуха и $P'_{50}=50\%$ расхода воздуха,:

$$P'_{100} = P'_1 / (\eta_M \cdot \eta_{INV}) = 1100 / (0,965 \cdot 0,97) = 1176 \text{ кВт},$$

$$P'_{70} = (P'_{0,7} \cdot Q_{0,7}^3) / (\eta_M \cdot \eta_{INV}) = (1100 \cdot 0,7^3) / (0,965 \cdot 0,97) = 403 \text{ кВт},$$

$$P'_{50} = (P'_{0,5} \cdot Q_{0,5}^3) / (\eta_M \cdot \eta_{INV}) = (1100 \cdot 0,5^3) / (0,965 \cdot 0,97) = 147 \text{ кВт},$$

Потребляемая мощность составит:

$$P'_{\Pi} = 1176 \cdot 8000 \cdot 0,2 + 403 \cdot 8000 \cdot 0,5 + 147 \cdot 8000 \cdot 0,3 = 3\,846\,400 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год}$$

Экономия между работой под номинальной нагрузкой и работой с возможностью регулирования скорости вращения двигателя (работа совместно с ЧРП) равна:

$$7\,446\,400 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год} - 3\,846\,400 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год} = 3\,600\,000 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год}$$

Учтем тариф на электроэнергию равным — 1 кВт·ч / 5,5 руб. Стоит отметить, что стоимость взята по первой ценовой категории и усредненному значению для одного из промышленных предприятий Приморского края за 2019г.

Получим экономию в деньгах:

$$3\,600\,000 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год} \cdot 5,5 \text{ руб}/\text{кВт}\cdot\text{ч} = 19\,800\,000 \text{ руб}/\text{год}$$

Практика реализации подобных проектов позволяет с учетом затрат на эксплуатацию и ремонты, а также стоимости самих преобразователей частоты, добиться срока окупаемости в 3 года.

Как показывают цифры, в экономической целесообразности внедрения ЧРП сомневаться не приходится. Однако одной экономикой эффект от их внедрения не ограничивается. О том, как ЧРП осуществляют плавный пуск двигателя, значительно уменьшая его износ, читайте в следующих выпусках журнала.

Источники:

1. «Регулирование частоты вращения двигателей», Л. Б. Масандилов, В. В. Москаленко, 1978 г.
2. <https://www.mitsubishielectric.ru/>

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Ключом к успешному проекту рекуперации отработанного тепла является оптимизация использования утилизированной энергии. Установив конденсационный экономайзер, компании могут улучшить общую эффективность утилизации тепла и паровой системы до 10%. Хотите узнать, какого результата можно достичь на вашем предприятии? Читайте вместе с нами.

СЧИТАЕМ ЭКОНОМИЮ: КОНДЕНСАЦИОННЫЙ ЭКОНОМАЙЗЕР

Конденсационные экономайзеры требуют разработки и проектирования с учетом специфики места работы, а также четкого понимания того, как установка экономайзера влияет на действующую паровую систему и систему химводоподготовки.

Обычный экономайзер питательной воды снижает потребность в топливе для парового котла, передавая тепло от дымовых газов к питательной воде. Для использующих в качестве топлива природный газ котлов наименьшая температура, до которой могут быть охлаждены дымовые газы, составляет примерно 120 °С. Это позволяет избежать конденсации и возможной коррозии дымохода или его внутреннего покрытия.

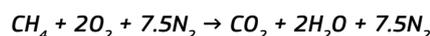
Конденсационный экономайзер улучшает рекуперацию отработанного тепла путем охлаждения дымовых газов до температуры ниже точки росы, что для продуктов сгорания природного газа составляет примерно 55 °С.

Экономайзер утилизирует как полезное тепло от дымовых газов, так и скрытую теплоту конденсации паров, содержащихся в дымовых газах (см. Таблицу 1). Все углеводородные виды топлива выделяют значительное количество водяного пара в качестве побочного продукта сгорания.

Таблица 1. Эффективность котла с конденсационным экономайзером

Система	КПД котельной установки при 4%-м избытке O ₂ , (%)	Температура дымовых газов, °С
Котел	От 78 до 83%	От 175 до 285 °С
— с экономайзером питательной воды	От 84 до 86%	От 120 до 150 °С
— с экономайзером питательной воды и конденсационным экономайзером	От 92 до 95%	От 25 до 65 °С

В приведенном ниже уравнении показаны реагенты и продукты сгорания для стехиометрического сжигания в воздухе метана (CH₄), который является основным компонентом природного газа. При сгорании одной молекулы метана образуются две молекулы воды в виде пара. При преобразовании молей в г/моль мы обнаруживаем, что каждый грамм сжигаемого метанового топлива дает 2,25 грамма водяного пара, что составляет около 12% от общей массы дымовых газов.



Поскольку высшая теплотворная способность метана составляет 55,5 МДж/кг, для производства энергии в 1 гДж требуется 19 кг метана, что приводит к образованию 42 кг высокотемпературного водяного пара. Скрытая теплота испарения воды при атмосферном давлении составляет 2,257 МДж/кг.

В дымоход котла выводится 94 МДж (0,09 МВт*ч) теплоты испарения водяного пара (42кг x 2,257МДж/кг). Эта скрытая теплота составляет примерно 9% от исходного содержания энергии в топливе. Основная часть этой скрытой теплоты может быть восстановлена путем охлаждения выхлопного газа до температуры ниже точки росы с использованием конденсационного экономайзера прямого или непрямого действия. Можно нагревать воду примерно до 90 °С с помощью экономайзера непрямого действия или до 60 °С с помощью экономайзера прямого действия.

Считаем экономию

Доступное тепло в дымовых газах котла зависит от содержания водорода в топливе, скорости горения топлива, процента избыточного кислорода в топливной смеси с воздухом и температуры дымовых газов.

Рассмотрим котел на природном газе, который вырабатывает 40 т/ч насыщенного пара при давлении 7 бари. При КПД 83% полная тепловая мощность котла составляет около 30 МВт.

На максимальной тепловой мощности котел потребляет более 1945 кг (или примерно 2,5 тыс.нм³) природного газа в час (плотность 0,781 кг/м³), при этом выделяя 4374 кг высокотемпературного водяного пара в час. Содержащийся в дымовом газе водяной пар содержит более 2,7 МВт*ч скрытой теплоты. Как показано в таблице 2, общее количество тепла, фактически доступное для извлечения, сильно зависит от температуры дымовых газов на выходе из конденсаторного экономайзера.

Предположим, что на этом паровом котле емкостью 40 т/ч установлен конденсационный экономайзер непрямого действия. Котел используется для нагрева 50% подпиточной воды с 15 °С до 95 °С, а дымовых газов — до 40 °С. В этих условиях в уходящих газах содержится суммарная энергия 3,3 МВт*ч, из которых 1,95 МВт*ч будет извлечено для нагрева подпиточной воды в конденсационном экономайзере. Можно восстановить больше энергии, если имеются дополнительные радиаторы.

При условии 8000 часов работы в год котла и стоимости природного газа 5 руб*/нм³ (плотность 0,781 кг/м³), ежегодная экономия энергии составит:

$$\begin{aligned} & \text{Экономия расхода природного газа} \\ & = 1,95 \text{ МВт*ч} \times 3600 / 55,5 \text{ МДж/кг} / 0,781 \text{ кг/м}^3 / 0,83 \text{ (КПД)} \\ & = 196 \text{ нм}^3/\text{ч}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Экономический эффект в денежном выражении} \\ & = 196 \text{ нм}^3/\text{ч} \times 8000 \text{ ч/год} \times 5 \text{ руб./нм}^3 = 7840 \text{ тыс.руб./год.} \end{aligned}$$

Таблица 2. Энергия, содержащаяся в уходящих газах парового котла на 40 т/ч, работающего на природном газе, МВт*ч

Температура дымового газа при использовании конденсационного экономайзера	25 °С	40 °С	50 °С	65 °С
Полезная теплота	1.7	1.5	1.3	1.1
Скрытая теплота	2.5	1.8	0.5	0.0
Всего	4.2	3.3	1.8	1.1

Примечание: пример в таблице 2 предполагает 83% эффективность выработки пара при сжигании топлива, 4% избытка кислорода, температуру дымовых газов после экономайзера питательной воды 150 °С, величину продувки 4% и температуру питательной воды котла 125 °С. Температура подпиточной воды составляет 15 °С.

* используйте в расчете тариф региона, чтобы рассчитать потенциал экономии на вашем предприятии.

Примеры

Система централизованного теплоснабжения

В котельной установке, вырабатывающей до 230 т/ч пара для системы централизованного теплоснабжения, установлен экономайзер прямого действия. Этот экономайзер позволяет экономить до 6 МВт*ч, в зависимости от нагрузки на котел.

Поскольку конденсат из системы централизованного теплоснабжения не возвращается, утилизируемая энергия используется для предварительного подогрева подпиточной воды с температуры 7-15°С до температуры 55 °С, что приводит к повышению энергоэффективности паровой системы на 6,3%.

Завод по производству пищевых продуктов

На заводе по производству пищевых продуктов был установлен экономайзер непрямого действия на паровой котел производительностью 9 т/ч. Конденсационный экономайзер уменьшил температуру дымовых газов с 150 °С до 50 °С, при этом получил 0,6 МВт*ч полезной и скрытой теплоты. Энергия, восстанавливаемая конденсационным экономайзером, нагревается подпиточной водой, что позволяет снизить требования к количеству пара из деаэратора с 2,3 т/ч до 0,7 т/ч.

Руководство к действию

- Определите мощность вашего котла, среднюю выработку пара, эффективность процесса сжигания топлива, температуру дымовых газов, количество часов работы в год и годовой расход топлива.
- Выявите внутривозовские способы использования нагрева воды, например: нагрев воды для котла, подогрев, условия нагрева воды на бытовые или технологические нужды.
- Определите теплотехнические условия, которые могут быть достигнуты при установке конденсационного экономайзера. Определите ежегодную экономию тепловой энергии и денежных средств.
- Выполните смету затрат и рассчитайте рентабельность установки конденсационного экономайзера. Убедитесь в том, что оценены изменения в системе, и проект включает в себя всё необходимое вспомогательное оборудование (например, туманолоуловитель, дополнительная очистка воды, теплообменники). Срок окупаемости проектов с использованием конденсационного экономайзера обычно составляет менее трех лет.



БЕЗОПАСНОСТЬ

Елена Большакова

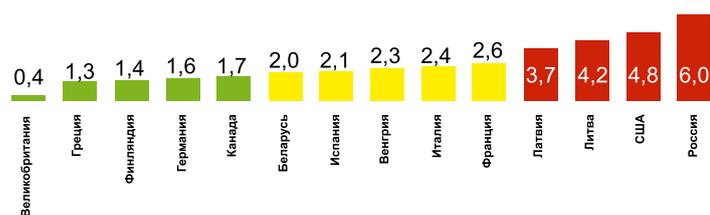
Начальник службы охраны труда, окружающей среды и промышленной безопасности компании «Первый инженер»

Ежедневно на рабочих местах из-за несоблюдения мер безопасности погибает более пяти тысяч человек*. По данным Минздравсоцразвития РФ по уровню производственного травматизма наша страна сегодня значительно опережает многие развитые страны мира. Почему так вышло, есть ли шансы изменить ситуацию, и как обезопасить сотрудников своего предприятия, разбираемся вместе.

ПРЕДВИДЕТЬ, ПРЕДУСМОТРЕТЬ, ПРЕДОТВРАТИТЬ: КАК НОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА РАБОТАЕТ В РОССИИ

Проще всего оценить масштаб проблемы в цифрах:

Число смертельных профессиональных травм на 100 000 работников в 2018 году



В Роструде указывают, что примерно треть случаев травматизма в России на рабочих местах произошла в результате неправильной организации работы сотрудников. Также среди распространенных факторов, которые вызывают смертельные случаи, называют нарушение порядка подготовки сотрудников в сфере безопасности труда, несоблюдение правил технологического процесса, невыполнение требований безопасности самими работниками.

Приведенные цифры наглядно свидетельствуют о том, что в области безопасности труда России следует ориентироваться на опыт европейских стран. В последние годы число смертельных несчастных случаев на 100 000 работников в большинстве стран ЕС стабильно находится в пределах от 0 до 3. И объясняется это тем, что среди «технологически продвинутых стран» уже достаточно давно применяют современные методы управления охраной труда.

Самые безопасные рабочие места в мире по статистике издания Health & Safety Executive — в Великобритании, где уровень производственного травматизма, в том числе и смертельного, значительно ниже, чем где-либо еще в Европе. Именно поэтому британский подход к организации системы управления охраной труда, основанный на оценке рисков на производстве, был принят за основу Международной организацией труда (далее — МОТ) при разработке документа OHSAS18001:1999 «Система менеджмента профессионального здоровья и безопасности. Спецификация» (Occupational Health and Safety 178 Management Systems), в котором была прописана схема применения новой системы управления охраной труда.

Этот документ был рекомендован МОТ к применению во всех странах, а в дополнение к нему в 2000 г. было разработано методическое пособие OHSAS 18002:2000 «Системы управления охраной труда и здоровья на рабочем месте. Руководство по выполнению OHSAS 18001». Первый документ на тот момент не являлся стандартом и носил добровольный характер.

В результате эти два документа и составили рекомендованную МОТ для всех государств новую международную систему управления охраной труда на производстве. Несмотря на ее рекомендательный характер, новая система активно внедрялась, и уже к 2005 г. применялась более чем в 80 странах мира.

Дальнейшее развитие документов международного характера и успешная реализация новой эффективной системы управления охраной труда во многих странах привели к тому, что в 2007 г. был разработан и принят новый международный стандарт OHSAS 18001:2007 «Система менеджмента профессионального здоровья и безопасности. Требования».

* https://www.ilo.org/moscow/news/WCMS_689384/lang--ru/index.htm

В отличие от предшествующих документов OHSAS 18001:2007 получил статус стандарта, обязательного к применению в странах, входящих в систему MOT.

Так как Россия является членом MOT, то она это приняла к исполнению и с 2007 г. начал постепенный переход на новую систему управления охраной труда, рекомендованную MOT, которая основана на оценке профессиональных рисков. Однако до сих пор уровень травматизма в масштабах нашей страны остается высоким.

По данным Роструда в 2018 году общее количество зарегистрированных несчастных случаев на производстве — 5969 случаев!

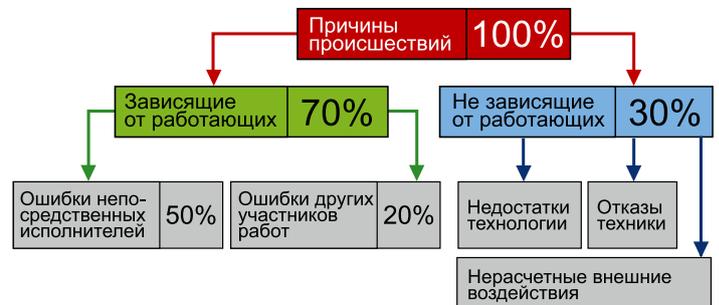
Из них:



Итого 2018 года: 1618 человек погибших на производстве!

Согласно результатам анализа, проведенного Фондом Социального страхования России, в 2018 году, причинами травмирования работников в процессе трудовой деятельности явились: ошибки человека, отказы техники и нерасчетные внешние воздействия.

Основные причины и факторы аварийности и травматизма



Организация охраны труда на предприятии: затраты или инвестиции?

По данным статистики затраты на необходимые мероприятия и средства для охраны труда и безопасности жизнедеятельности в десять раз меньше, чем расходы из-за несчастных случаев, связанных с несвоевременным их проведением.

Для предприятия экономически выгодно стремиться к снижению уровня производственного травматизма, так как этот показатель непосредственным образом влияет на величину страхового тарифа.

ИНОСТРАННЫЙ ОПЫТ

Великобритания

Современная система управления охраной труда отсчитывает свою историю с 1974 г., когда был принят закон «О здоровье и безопасности на работе», возложивший на работодателя ответственность по проведению и оценке профессионального риска на каждом рабочем месте, а также разработку мероприятий, которые бы позволили снизить этот риск до допустимого или устранить его в целом.

Подход по оценке и управлению профессиональными рисками на производстве был построен на принципе предотвращения несчастных случаев и заставил разработать новые подходы мотивации работодателей по вложению средств в безопасность труда.

По сути, пришлось перестраивать всю систему управления охраной труда в государстве, что отразилось в длительности этого процесса. Великобритании потребовалось 20 лет на то, чтобы реализовать в стране новую систему управления охраной труда. Сегодня в стране высок процент работодателей, своевременно проводящих эту оценку на своих предприятиях — не менее 92%. А уровень травматизма за прошедший период удалось снизить в 5 раз.

США

В 1970 г. в США был принят закон о безопасности труда на производстве, и в связи с этим было учреждено независимое федеральное агентство — Управление по безопасности труда на производстве (УПБТ).

В каждом штате были приняты свои законы и созданы исполнительные органы в сфере безопасности труда.

В первые 20 лет после принятия закона штрафы в США были невысокими: в большинстве случаев до одной тысячи долларов максимум. Это приводило к тому, что ряд предпринимателей предпочитали отделываться штрафами, но не выполнять предписания УПБТ. В ноябре 1990 г. Конгресс США принял поправку к закону, и с 1991 г. максимальный штраф стал теперь составлять семь тысяч долларов за однократное нарушение, семь тысяч долларов за нарушение ведения и предоставления отчетности и семь тысяч долларов за каждый просроченный день после предписанной даты устранения нарушения.

Сумма штрафов резко возросла и могла достигать более 0,5 млн. долл. За неоднократные и преднамеренные нарушения закона о безопасности труда устанавливались штрафы в размере до 70 тыс. долл. Это привело к тому, что работодатели стали серьезно относиться к вопросам охраны труда. В целом УПБТ с помощью Конгресса США и судебной системы удалось сломить сопротивление наиболее упорных предпринимателей, игнорировавших трудовое законодательство.

Вот немногие из «бонусов» доступных законопослушным предприятиям:

- Каждому предприятию, не имеющему задолженности по уплате страховых взносов, Фонд социального страхования в текущем году предоставляет право направить на финансирование мер по профилактике производственного травматизма и профессиональной заболеваемости до 20% суммы страхового взноса, перечисленного в предыдущем году. При этом сумма средств, направляемых на предупредительные меры, уменьшается на размер выплат пострадавшим, которые Фонд производит по страховым несчастным случаям на производстве, имевшим место на предприятии.
- Каждому предприятию, где проведена СОУТ не менее чем 30% рабочих мест, проводятся обязательные медицинские осмотры, а уровень производственного травматизма в отчетном году не превышает показателя по соответствующему виду экономической деятельности в среднем по РФ, Фонд социального страхования на следующий год может предоставить скидку к страховому тарифу в размере до 40%.

Что грозит, если не соблюдать требования охраны труда?

Каждому предприятию, где уровень производственного травматизма в отчетном году превышает средний показатель по соответствующему виду экономической деятельности в РФ, на следующий год устанавливается надбавка к страховому тарифу в размере 40%.

Согласно трудовому законодательству за неисполнение или ненадлежащее исполнение своих обязанностей работодатель привлекается к ответственности.

Применение того или иного вида юридической ответственности зависит от характера нарушения трудовых прав работника, степени тяжести нарушений и некоторых других обстоятельств.

При этом должностным лицам учреждения грозит штраф в размере от 15000 руб. до 25000 руб., а на учреждение в целом может быть наложен штраф от 110 000 руб. до 130 000 руб.

Также возможно административное приостановление деятельности учреждения на срок до 90 суток.

В случае неуплаты штрафа в дело вступают судебные приставы, так как постановление трудовой инспекции является исполнительным документом согласно пп. 6 п. 1 ст. 12 Федерального закона от 02.10.2007 N 229-ФЗ "Об исполнительном производстве".

Если же руководитель предприятия ранее уже привлекался к административной ответственности за нарушения законодательства о труде, то за повторное аналогичное правонарушение возможна дисквалификация на срок от одного года до трех лет.

Существуют нарушения трудового права, за которые предусмотрена не только административная, но и уголовная ответственность.

Если судом будут выявлены корыстные цели руководителя, ему грозит лишение свободы на срок до двух лет.

Кстати, размер штрафа можно попытаться снизить, доказав, что все возможные последствия нарушений уже предотвращены. Также можно попробовать сослаться на то, что подобное нарушение совершено впервые, да еще и под влиянием тяжелых личных обстоя-

тельств. При наличии подобных смягчающих вину причин инспектор имеет право снизить штраф.

Проверить себя и начать действовать

Разумеется, далеко не всегда действующие нормы по охране труда нарушаются предприятиями преднамеренно и из злого умысла. Часто нарушения связаны с недостаточной информированностью и недостатком кадровых ресурсов.

Для того чтобы понять, насколько организация безопасности труда на предприятии соответствует установленным нормативным требованиям необходимо проводить самоконтроль.

Приказом Федеральной службы по труду и занятости № № 655 от 10 ноября 2017 года утверждены проверочные листы (чек-листы) для осуществления проверочного контроля «Об утверждении проверочных листов (списков контрольных вопросов) для осуществления федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права».

Доступные в открытом доступе, эти чек-листы заметно облегчают жизнь отечественных специалистов по охране труда при рутинной проверке соблюдения тех или иных требований в части охраны труда и промышленной безопасности в организации.

Таким образом, вы запросто можете воспользоваться данными документами, чтобы упростить процесс монотонной оценки охраны труда в вашей организации.

Проведите ревизию системы охраны труда на вашем предприятии уже сегодня, чтобы запланировать на будущий год необходимые мероприятия по ее совершенствованию.

Передовые и безопасные технологии, высочайший уровень автоматизации производственных процессов, экологически эффективные подходы к ресурсам на современном производстве правильнее всего закладывать еще на этапе проектирования. Технологии позволяют экономить электроэнергию, многократно использовать водные ресурсы, возвращать в производство сопутствующие продукты производства.

Помните об этом и соблюдайте требования безопасности труда! А мы продолжим серию статей, посвященных охране труда и промышленной безопасности в будущем году.



ИНТЕРЕСНО

Денис Маршинский

Специалист по маркетингу компании «Первый инженер»

Мы привыкли считать основными экологическими угрозами промышленное производство, транспорт и городское хозяйство, а потому, даже искренне переживая по поводу ухудшающейся экологической обстановки, зачастую остаемся наблюдателями. На самом деле, образ жизни, отношение к потреблению и бытовые привычки жителей оказывают большое влияние на производителей, поставщиков энергоресурсов и городскую инфраструктуру. Поэтому каждый, кто хочет больших изменений, должен начать с малого — с себя и своего дома.

В нашем «календаре» вы найдете 24 простые, но полезные привычки, которые помогут вам сократить ваше личное влияние на состояние окружающей среды. Двигайтесь шаг за шагом сами и привлекайте к изменениям близких и друзей, чтобы вместе сделать мир лучше.

2020 ВАШ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

Январь

Во время новогодних каникул среднестатистическая семья выбрасывает на 5 мешков мусора больше¹, чем в обычные дни. Как правило, люди готовят так много еды, что от нее приходится избавляться. Как этого не допустить? Просто в следующий раз постарайтесь тщательнее спланировать свои расходы на покупку продуктов, а также не приобретать слишком много еды, которая быстро портится.

Обычно в праздничный период у нас появляется много свободного времени — так проведите его с пользой для экологии! Отремонтируйте вещи, которые вы собирались выбросить: почините диван или превратите старые джинсы в модные шорты. Сейчас в интернете можно найти инструкцию по ремонту абсолютно любого предмета или устройства.



Февраль

В самый холодный месяц года жители домов и квартир с индивидуальным отоплением, как правило, эксплуатируют свои котлы на полной мощности. Как сократить расходы на электричество и при этом не замерзнуть от холода? Попробуйте понижать температуру

отопления каждый раз, когда выходите из квартиры или ложитесь спать. Кстати, по мнению ученых, уменьшение температуры всего на несколько градусов ночью позволит улучшить качество вашего сна.

В темные зимние вечера многие из нас любят проводить свое свободное время за домашним компьютером. Но в этом месяце попробуйте заменить персональный компьютер на ноутбук — ведь ради автономности устройства все его комплектующие априори оптимизированы под минимальное энергопотребление, что позволит вам еще немного сэкономить на коммунальных услугах.

Март

Говоря об электричестве, нельзя не вспомнить об «электрических вампирах» — приборах, которые расходуют электроэнергию даже в «режиме ожидания». К ним относятся телевизоры, тв-приставки и компьютеры. Наилучший способ предотвратить это — обзавестись пилотом и выключать его каждый раз, когда вы не используете технику.

Также задумайтесь о том, чтобы вместо приобретения новых бытовых предметов покупать их в отличном состоянии с рук. Начните пользоваться сервисами объявлений Авито и «Юла», которые помогут вам значительно сэкономить и сократить свое воздействие на окружающую среду.



¹ <https://www.theguardian.com/environment/ethicallivingblog/2007/dec/21/reducingwasteoverchristmas>

Апрель

В ближайшие годы многие европейские супермаркеты планируют полностью отказаться от продажи полиэтиленовых пакетов — вместо них будут предлагаться многоразовые тканевые сумки. Российские розничные сети пока не поддержали данную идею, поэтому сейчас вы можете сыграть на опережение и быть в числе первых экологически осознанных покупателей.

Помимо этого, российские супермаркеты и сервисы по доставке еды используют невероятное количество пластика и бумаги для упаковки продуктов, что непосредственным образом сказывается на количестве ваших отходов. Поэтому не забывайте о небольших магазинах, продающих овощи и фрукты на развес, или делайте выбор в пользу продуктов, упакованных в картон вместо пластика.

Май

Если вы счастливый обладатель дачи, то не поленитесь выделить на своей территории небольшой участок под огород. Помимо того, что летом вы будете питаться экологически чистыми продуктами, вы еще и сократите свои расходы.

Кстати, если вы отправляете слишком много скоропортящихся продуктов на помойку, то задумайтесь о том, чтобы их компостировать и использовать в качестве удобрений. Так вы соберете еще больше урожая, а ваши отходы не нанесут вреда экологии.



Июнь

В самом светлом месяце в году обзаведитесь привычкой экономить на электричестве. Постарайтесь не включать свет до наступления сумерек и выключать его каждый раз, когда выходите из комнаты.

Еще вы можете заменить все лампочки в доме на энергоэффективные — они расходуют в среднем на 70-90% меньше энергии², чем обычные лампы накаливания, да и служат в несколько раз дольше.



>> вернуться к оглавлению

Июль

В период отпусков возрастает количество желающих отправиться на отдых в теплые края. Попробуйте в этот раз провести свои каникулы поближе к дому, или заменить транспорт на более экологичный. Ведь даже обычный полет на самолете из Москвы в Анапу добавит к вашему карбоновому следу 0.5 тонн CO₂, в то время как поезд всего 0.06 тонн CO₂³.

В теплые летние месяцы лучше вообще отказаться от использования транспорта — постарайтесь в радиусе двух-трех километров перемещаться пешком или на велосипеде.



Август

В жаркие летние дни важно не забывать о необходимости поддерживать водный баланс в организме в норме. Но с каждой покупкой бутылки воды увеличивается и количество отходов в виде пластика. Что делать? Откажитесь от покупки воды в пластиковых бутылках, а вместо этого инвестируйте сэкономленные средства в хороший фильтр для очистки воды. Отличным дополнением к этому станет приобретение многоразовой бутылки для питья, в которой вы всегда сможете носить очищенную воду с собой.

Еще один способ помочь природе — задуматься об экономии воды. Вы знали, что около 30% затрачиваемой воды в сутки человек в прямом смысле спускает в унитаз⁴? В ваших силах это изменить — просто наполните пластиковую бутылку водой и поместите ее в сливной бочок — так ежедневное количество затрачиваемой воды заметно снизится. Также попробуйте сократить срок своего пребывания в душе всего на несколько минут — для этого уберите из своего вокального репертуара всего одну песню.

² <https://www.hgtv.ca/green-living/photos/20-super-simple-ways-to-go-green-at-home-1894845/#currentSlide=9>

³ <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>

⁴ <https://www.hgtv.ca/green-living/photos/20-super-simple-ways-to-go-green-at-home-1894845/#currentSlide=18>



Сентябрь

В начале нового сезона постарайтесь сократить количество обедов и ужинов в местах общественного питания. Тот объем пластиковой посуды, салфеток и бумажных пакетов, используемый посетителями в ресторанах и кафе, точно не идет природе на пользу. Вместо этого попробуйте носить еду с собой — так вы снизите количество мусора и заодно сократите ваши финансовые расходы.

Кстати, отходы бывают как вредными, так и очень вредными — в особенности это касается батареек от электротехники. Поэтому для сохранности природы сделайте свой выбор в пользу многоразовых батареек. Они, в отличие от своих одноразовых собратьев, оказывают в 28 раз меньше влияния на глобальное потепление, в 9 раз на загрязнение воздуха и в 12 раз на загрязнение воды⁵. Кстати, старые батарейки можно бесплатно сдавать в специальные пункты утилизации в вашем городе.



Октябрь

В период сильных дождей и слякоти сделайте выбор в пользу натуральных моющих и чистящих средств. Химические аналоги наносят вред окружающей среде, попадая в водоемы через сточные воды⁶. В свою очередь, биоразлагаемые средства абсолютно нейтральны для природы.

Для выполнения домашних обязанностей попробуйте перейти с бумажных салфеток на тканевые — для этого отлично подойдут старые полотенца и футболки, которые можно разорвать на несколько тряпок. В таком случае вместо прямого попадания в мусорный контейнер они смогут сослужить ещё одну добрую службу.



Ноябрь

Холодными осенними вечерами начните использовать все возможности современных технологий для уменьшения своего углеродного следа. Например, попробуйте сократить количество используемой вами макулатуры — читайте новости и статьи онлайн, не приобретая печатные издания; оплачивайте все счета в личном кабинете без похода в банк; при посещении культурных мероприятий постарайтесь обходиться электронными билетами.

Период дождей — отличный повод воспользоваться сервисами доставки продуктов из супермаркетов. Тогда вместо 20 автомобилей в путь отправится всего одна машина с товарами. Вдобавок к этому, вы ограждаете себя от импульсивных покупок — а это полезно как для природы, так и для вашего бюджета.

Декабрь

В преддверии новогодних праздников украсьте свою домашнюю елку светодиодной гирляндой, которая имеет ряд преимуществ перед обычной гирляндой с лампами накаливания: более длительный срок службы — 20-100 тысяч часов, прочность, безопасность, устойчивость к влаге, ну и конечно, экономичность — она тратит в несколько раз меньше электроэнергии.

В канун нового года в нашей стране принято дарить и получать подарки, а значит, трудно найти более подходящий момент для приобретения энергоэффективной стиральной машины. Такая модель тратит на 25% электроэнергии и 33% воды меньше по сравнению со стандартной. Кстати, старую машину вы сразу же можете обменять на новую с доплатой в магазине бытовой техники. Таким образом, эта покупка позволит вам не только экономить электроэнергию и воду, но и снизить свое негативное воздействие на окружающую среду.

⁵ <https://www.ljmu.ac.uk/about-us/news/features/ecofriendly-at-uni>
⁶ <https://minlife.ru/kak-ekologichno-ubratsya-doma/>



Источники:

1. <https://theartofsimple.net/tips-to-go-green-at-home/>
2. <https://www.hgtv.ca/green-living/photos/20-super-simple-ways-to-go-green-at-home-1894845/>
3. <https://pelacase.com/blogs/news/100-easy-ways-to-be-more-eco-friendly>
4. <https://www.goodenergy.co.uk/blog/2017/08/22/ultimate-guide-eco-friendly-living/>
5. <https://www.independent.co.uk/life-style/world-environment-day-2018-how-to-live-ecofriendly-green-life-a8384761.html>
6. <https://www.ljmu.ac.uk/about-us/news/features/ecofriendly-at-uni>
7. <http://www.globalstewards.org/ecotips.htm>
8. <https://metro.co.uk/2018/12/28/how-to-be-more-environmentally-friendly-in-2019-8281963/?ito=cbsshare>
9. <https://infourok.ru/vliyanie-sinteticheskikh-moyuschih-sredstv-na-ekologiyu-701314.html>
10. <https://minlife.ru/kak-ekologichno-ubratsya-doma/>
11. <https://moluch.ru/archive/58/8206/>
12. <http://schetchik-info.ru/skolko-elektrichestva-potreblyayet-noutbuk/>
13. <https://www.kp.ru/guide/novogodnie-girlyandy.html>
14. <https://www.theguardian.com/environment/ethicallivingblog/2007/dec/21/reducingwasteoverchristmas>
15. <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>
16. https://www.energystar.gov/products/appliances/clothes_washers



Компания «Первый Инженер»

Телефон: +7 (495) 643-18-78

mail@1-engineer.ru

www.1-engineer.ru