ТЕХНИЧЕСКАЯ БРОШЮРА

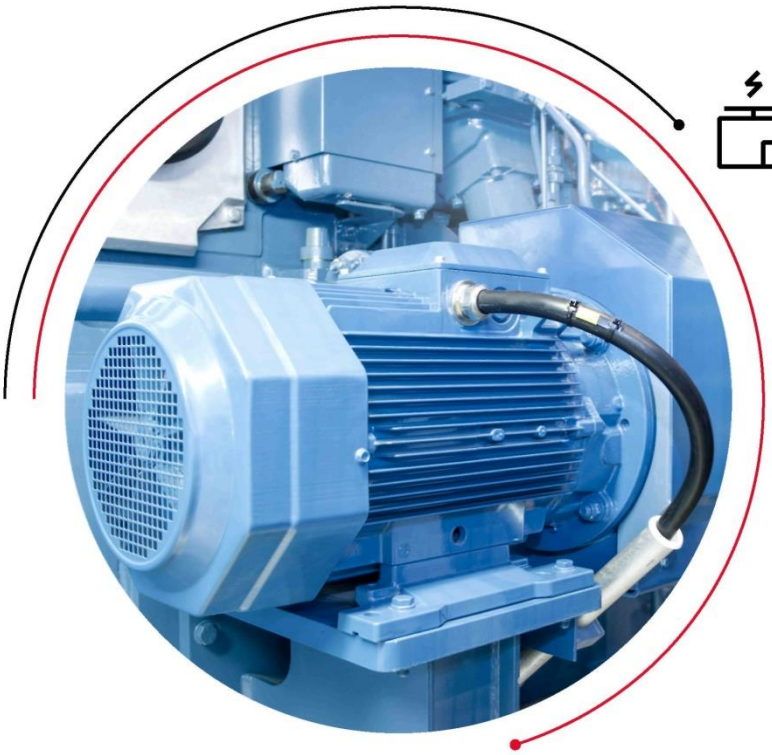
Достижение целей Парижского соглашения

Ключевая роль высокоэнергоэффективных электродвигателей и приводов в сокращении энергопотребления

Ключевая роль высокоэнергоэффективных электродвигателей и приводов в сокращении энергопотребления

По оценкам, к 2050 году численность населения мира вырастет до 9,7 миллиарда человек с 7,7 миллиарда в 2019 году[1]. Ожидается, что за тот же период мировая экономика увеличится более чем вдвое[2]. Урбанизация, автоматизация и повышение уровня жизни приведут к росту мирового спроса на энергию. В настоящее время более половины мирового населения проживает в городах, и, по прогнозам ООН, к 2050 году численность городского населения в мире увеличится примерно до 68 %[3]. Если мы ничего не предпримем, то такой рост ускорит изменение климата и ухудшит качество воздуха и воды, жизненного необходимых для всех живых организмов планеты. Чтобы защитить окружающую среду, не сдерживая при этом экономический рост, необходимо удвоить наши усилия по сокращению потребления энергии и природных ресурсов.

Мировые тенденции позволяют ожидать значительного увеличения спроса на электрическое управление движением, например на приводные системы, которые работают на основе электродвигателей. По данным МЭА, на промышленность приходится 37 % мирового потребления энергии и 24 % мировых выбросов CO_2[4], а на строительство — около 30 % потребления энергии и 28 % выбросов CO_2[5]. Большая часть этой деятельности связана с электродвигателями. По оценкам, около 70 % электроэнергии, потребляемой промышленными предприятиями, используется электродвигателями[6], а в коммерческом строительстве они потребляют 38 % всей электроэнергии[7].



38 %

электроэнергии потребляется электродвигателями, используемыми в коммерческом строительстве.

70 %

электроэнергии, потребляемой в промышленности, приходится на электродвигатели.

Электродвигатели появились в нашей жизни 150 лет назад, и с течением времени они постепенно совершенствовались. Однако за последнее десятилетие они пережили период исключительно быстрого технического прогресса. Последняя волна улучшений создала предпосылки для значительного сокращения углеродного следа промышленных и бытовых электродвигателей в ближайшем будущем. Сейчас на рынке представлен постоянно расширяющийся ассортимент высокоэнергоэффективных электродвигателей (класса IE3 или выше) и частотно-регулируемых приводов (преобразователей частоты или приводов переменного тока), которые могут быть использованы для управления электродвигателями.

Эти решения представляют собой возможность для многих стран, подписавших Парижское соглашение, достигнуть целей по сокращению выбросов углерода в течение следующих 10 лет, и обладают потенциально огромной областью воздействия.

Но в реализации всех преимуществ высокоэнергоэффективных электродвигателей и приводов важную роль играют все заинтересованные стороны:

- Официальные лица, принимающие решения, и государственные регулирующие органы должны будут стимулировать быстрое принятие решений.
- Компании, города и страны должны быть осведомлены как о снижении расходов, так и об экологических преимуществах и готовы инвестировать.
- Такие производители, как ABB, должны будут предоставлять необходимые технологии и продолжать внедрять инновации, повышающие энергоэффективность.
- Инвесторам необходимо перераспределить капитал в пользу компаний, лучше подготовленных к борьбе с климатическими рисками.
- Для объяснения и продвижения ценности этих инноваций потребуются программы общественного просвещения.

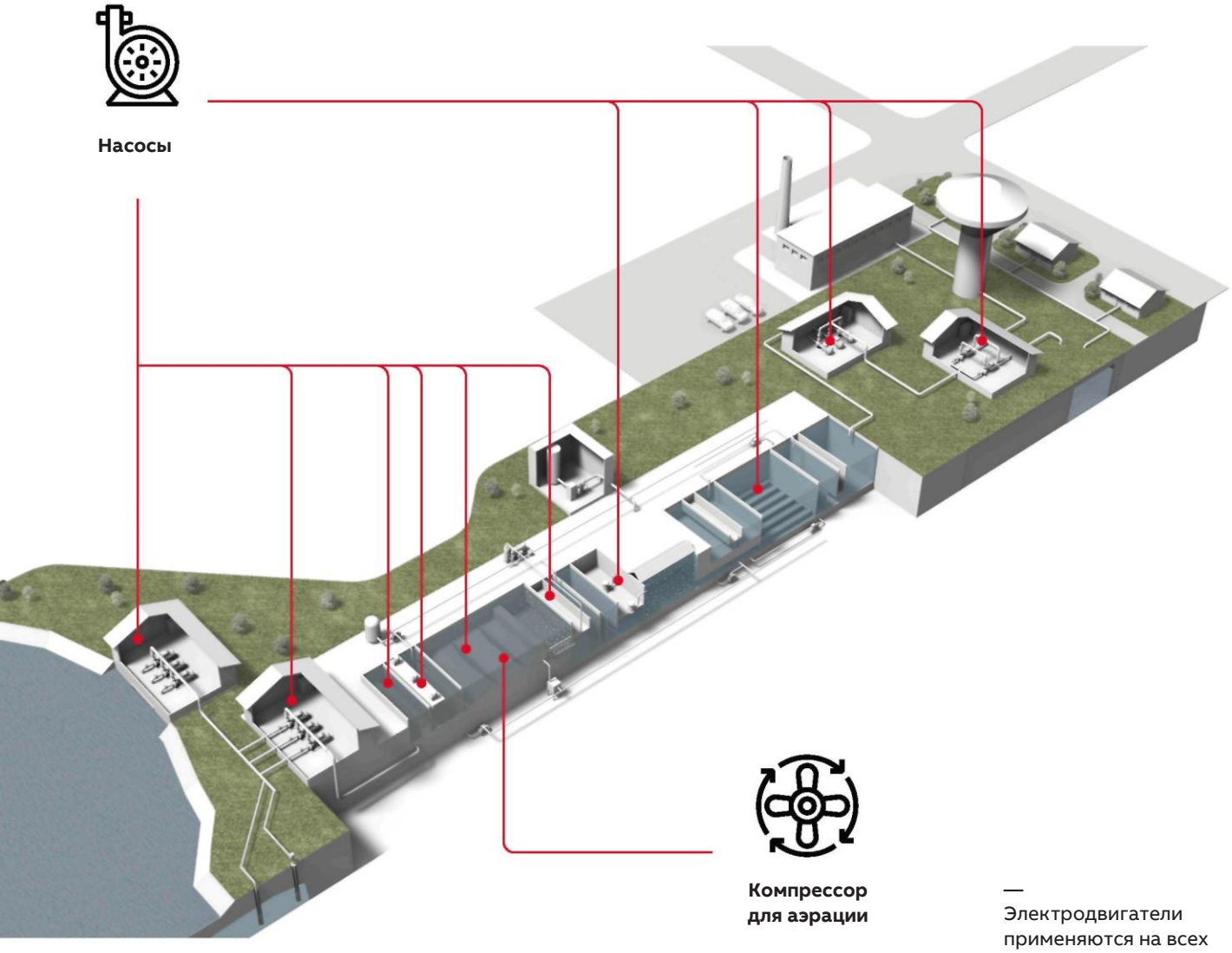
—

Подобные шаги уже были предприняты для поддержки внедрения электромобилей и использования возобновляемых источников энергии. Пора сделать то же самое для технологии устойчивого использования ресурсов, которая обещает принести еще большую пользу для окружающей среды и мировой экономики.

Важная роль электродвигателей

Современные высокоэнергоэффективные двигатели в сочетании с частотно-регулируемыми приводами отличаются гибкостью и надежностью, а также непревзойденной энергоэффективностью. Она выражается в значительном снижении энергопотребления по сравнению с системами предыдущих поколений. Важность этих решений в обществе, ориентированном на устойчивое развитие, невозможно переоценить. Поскольку 45 % мировой электроэнергии потребляется электродвигателями в строительстве и промышленности, любые инвестиции в модернизацию оборудования, используемого в этих отраслях, принесут значительные выгоды с точки зрения эффективности и устойчивого развития[8].

—
Мы можем не замечать электродвигатели, но они используются повсюду и являются неотъемлемой частью мировой промышленности и нашей повседневной жизни.



—
Электродвигатели применяются на всех этапах очистки воды.

Небольшие электродвигатели используются в компрессорах кондиционеров и холодильников, в автомобильных стеклоподъемниках, принтерах, охлаждающих вентиляторах электроприборов и в бесчисленном множестве других самых распространенных устройств. Двигатели среднего размера используются в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также в лифтах, скоростных транспортных средствах, электрических и гибридных автомобилях. Кроме того, они нашли широкое применение в промышленных насосах, конвейерах, вентиляторах и всех видах механических транспортных средств. Самые большие электродвигатели используются в железнодорожном транспорте, канатных дорогах, судовых двигательных установках и тяжелом оборудовании, например в горнодобывающей и бумажной промышленности.

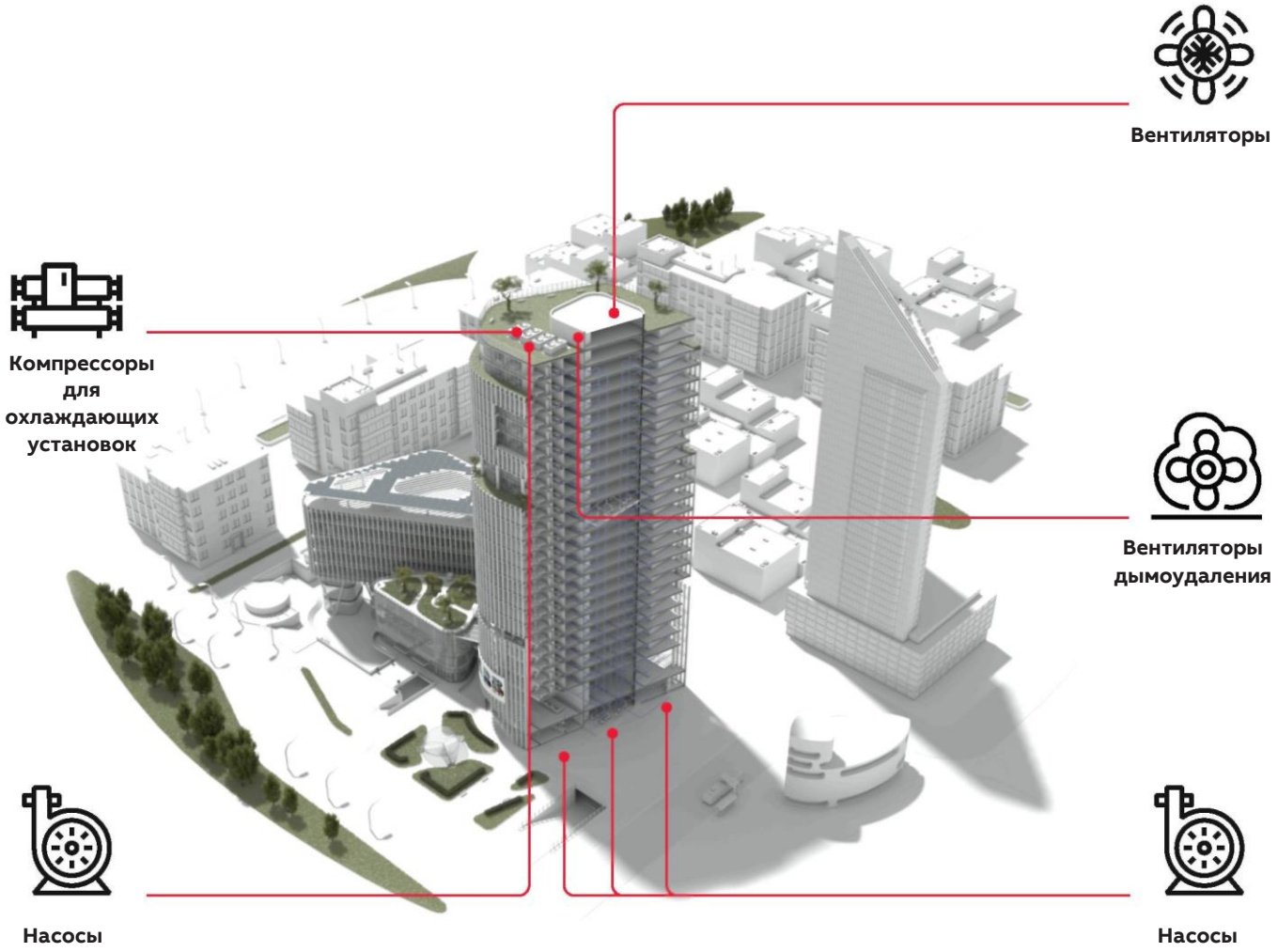
Хотя большие двигатели мощностью более 375 кВт составляют лишь 0,03 % всех используемых двигателей, на них приходится около 23 % всего энергопотребления двигателями в мире или 10,4 % всей потребляемой электроэнергии. На самые маленькие двигатели с мощностью менее 0,75 кВт приходится всего около 9 % потребляемой электродвигателями электроэнергии[9].

Большая часть электроэнергии, потребляемой электродвигателями, используется электродвигателями среднего размера. Многие из них используются там, где достаточно небольших электродвигателей. Кроме того, зачастую они работают на полной скорости и вырабатывают энергию даже тогда, когда она не требуется.

—

Примерно 75 % промышленных электродвигателей используются для работы насосов, вентиляторов и компрессоров, т. е. там, где можно добиться значительно повышения энергоэффективности[10].

Без преувеличения можно сказать, что потенциальное сокращение энергопотребления и выбросов углекислого газа в этой области имеет огромные масштабы.



—

Электродвигатели используются в зданиях для обеспечения отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Электродвигатели как основа повышения энергоэффективности и сокращения выбросов по всему миру

В промышленном проектировании наблюдается тенденция к использованию большего количества компактных электродвигателей, оптимизированных для конкретных задач. Согласование выходной мощности электродвигателя с максимальной мощностью, необходимой для выполнения задачи, уже является важным шагом к повышению энергоэффективности. Есть мнение, что повышение энергоэффективности может быть связано с усложнением системы. В новейших системах проблема усложнения эффективно решается внедрением интеллектуальных датчиков и систем онлайн-мониторинга, которые могут предупреждать операторов о необходимости ремонта или замены электродвигателя.

В то же время современные электродвигатели предлагают гораздо более высокую энергоэффективность, чем было раньше. Энергоэффективность электродвигателя равна его механической выходной мощности, поделенной на потребляемую электрическую входную мощность. Наиболее распространенным типом электродвигателя является асинхронный электродвигатель переменного тока, в основе которого лежат разработки ученых XIX века Галилео Феррариса, Николы Теслы и Михаила Доливо-Добровольского. На протяжении многих лет электродвигатели постоянно совершенствовались, например, менялся материал и конструкция статора и ротора.

Стоит отметить, что даже обычный асинхронный электродвигатель более эффективен по сравнению с любым двигателем внутреннего сгорания. Термический КПД двигателя обычного легкового автомобиля редко превышает 35 %[11]. Энергоэффективность практически любого электродвигателя сопоставимой мощности составляет более 90 %.

Современные асинхронные электродвигатели отличаются очень высокой энергоэффективностью. Энергоэффективность электродвигателя оценивается по шкале, опубликованной Международной электротехнической комиссией (МЭК). Электродвигатели классов IE1 или IE2 относительно неэффективны. Асинхронный электродвигатель переменного тока мощностью 200 кВт, соответствующий классу IE3, имеет энергоэффективность около 96 %. Некоторые из новых электродвигателей соответствуют классу IE4, и их потери энергии примерно на 15 % ниже, чем у двигателей IE3. Самые новые электродвигатели класса IE5 со сверхвысокой энергоэффективностью демонстрируют наивысший на сегодняшний день уровень энергоэффективности.

Международные стандарты энергоэффективности (IE) определяют энергоэффективность низковольтных двигателей переменного тока. Классы энергоэффективности служат эталоном для стран, которые определяют уровни энергоэффективности для собственных минимальных стандартов энергоэффективности (MEPS).

IE1
Класс стандартной энергоэффективности

IE2
Класс высокой энергоэффективности

IE3
Премиум-класс энергоэффективности

IE4
Максимально высокий класс энергоэффективности

IE5*
Класс супервысокой энергоэффективности

Пять уровней энергоэффективности электродвигателей

*** Класс IE5 еще не был определен в стандарте, но некоторые производители уже разработали двигатели, которые будут соответствовать его требованиям.**

Слишком много двигателей, используемых сегодня, не соответствуют этим стандартам и принадлежат к классу IE1 или IE2. Еще одна проблема заключается в том, что большая часть этих двигателей имеет слишком большие размеры для своих задач. Зачастую, они имеют большую мощность, чем требуется, что приводит к лишним потерям энергии. Установка электродвигателей, размеры которых соответствуют их применению, может привести к значительному повышению энергоэффективности.

Некоторые новые типы электродвигателей так же зарекомендовали себя как высокоэффективные на ряду с асинхронными. Среди них синхронный реактивный электродвигатель, который сочетает в себе характеристики электродвигателя с постоянными магнитами и простоту обслуживания асинхронного двигателя. В отличие от электродвигателей с постоянными магнитами, синхронные реактивные электродвигатели не требуют использования компонентов на основе редкоземельных элементов. Вместо этого они достигают максимального реактивного момента за счет простой, но надежной конструкции ротора.

Сегодня эти инновационные электродвигатели практичны и чрезвычайно эффективны. Они даже способны соответствовать предложенной цели энергоэффективности класса IE5, впервые обозначенной в 2016 году[12]. По оценкам, если бы 80 % установленных сегодня промышленных электродвигателей были заменены на двигатели класса IE5, это позволило бы сэкономить за год 160 ТВт·ч электроэнергии, что превышает годовой объем электроэнергии, потребляемой в Польше[13, 14].

Несмотря на то, что мир стремится к общему повышению энергоэффективности, на рынке появилось оборудование, в котором на передний план выдвигается эффективная конструкция электродвигателей.

Примером может стать любое оборудование, в котором для питания электродвигателя используются аккумуляторы. Так, автомобиль с питанием от аккумулятора не может получать электроэнергию от сети. Он должен быть тщательно спроектирован таким образом, чтобы минимизировать потребление для увеличения запаса хода и мощности, доступной водителю. Такая потребность стимулирует постоянный поток новых технологических решений на фоне глобального роста продаж электромобилей, и есть все основания полагать, что эта тенденция сохранится.

Современные тяговые технологии, системы хранения электроэнергии и решения для электронных трансмиссий позволяют расширять спектр экологически чистого железнодорожного транспорта, автобусов, тяжелых транспортных средств и морских судов. В коммерческом судоходстве начинают появляться лодки, не создающие выбросы, и гибридные паромы. Инновации в проектировании электродвигателей играют важную роль в обеспечении быстрого внедрения всех этих форм электромобильности.

Недооцененная роль частотно-регулируемых приводов

Несмотря на то, что модернизация электродвигателя дает значительный прирост энергоэффективности, еще большее повышение КПД достигается при использовании высокоэнергоэффективного электродвигателя в сочетании с частотно-регулируемым приводом.

Частотно-регулируемый привод управляет электродвигателем и оптимизирует его работу путем регулировки скорости и крутящего момента двигателя во время его работы в соответствии с требованиями к нагрузке системы. С правильно выбранным приводом электродвигатель будет работать на такой скорости, которая требуется в конкретном случае, что приведет к значительной экономии энергии.

Частотно-регулируемые приводы управляют скоростью электродвигателя переменного тока, подавая на него переменное напряжение переменной частоты. Самые ранние приводы, разработанные в начале XX века, имели механическую конструкцию.

Традиционная насосная система

Энергоэффективность системы = 28 %

Входная мощность 359

Энергоэффективность стандартного электродвигателя **91 %**

Энергоэффективность муфты **98 %**

Энергоэффективность насоса **78 %**

Энергоэффективность дросселя **40 %**

Выходная мощность 100

Энергоэффективная насосная система

Энергоэффективность системы = 82 %

Входная мощность 122

Энергоэффективность преобразователя частоты **98 %**

КПД энергоэффективного электродвигателя **96 %**

Энергоэффективность муфты **99 %**

КПД более энергоэффективного насоса **88 %**

Выходная мощность 100

Показатели в этом примере основаны на 60 % номинального расчетного расхода

Развитие электроники в последние десятилетия привело к усложнению конструкции и снижению стоимости частотно-регулируемых приводов. Несмотря на эти достижения, их внедрение имеет пока низкие темпы. По оценкам, всего 23 % промышленных электродвигателей в мире в настоящее время оснащены частотно-регулируемыми приводами[15]. Ожидается, что в течение следующих пяти лет этот показатель увеличится до 26 %. При этом повышение скорости внедрения таких приводов может привести к значительно более высокой экономии электроэнергии. Отраслевые эксперты предполагают, что примерно 50 % промышленных электродвигателей выиграют от работы в паре с частотно-регулируемым приводом[16].

Многие электродвигатели, не оснащенные частотно-регулируемым приводом, работают на полной скорости даже при минимальной нагрузке. Например, для управления механической мощностью, вырабатываемой электродвигателем в насосном оборудовании, используется метод дросселирования. Его принцип работы похож на одновременное использование педалей газа и тормоза в автомобиле. Это приводит к потерям значительного количества энергии.

—

Как правило, при подключении частотно-регулируемого привода к электродвигателю насоса, вентилятора или компрессора энергопотребление снижается на 25 %[17].

Влияние цифровизации

Еще одним технологическим решением, призванным повысить энергоэффективность всех электродвигателей, является цифровизация (промышленный Интернет вещей). Беспроводные датчики, закрепленные на используемых электродвигателях, позволят удаленно контролировать их работу. В сложной промышленной установке или системе отопления, вентиляции и кондиционирования большого здания полученные данные могут способствовать оптимизации процессов, а также значительному повышению энергоэффективности и экономии энергии.

Частотно-регулируемые приводы позволяют управлять электродвигателями дистанционно или даже автоматически, что повышает степень «интеллектуальности» оборудования, дополнительно оптимизирует производительность и экономит энергию. Данные, предоставляемые датчиками, могут быть проанализированы вместе с другими данными управления, а затем использованы центральной системой управления для корректировки параметров всей установки в режиме реального времени.

Потенциальные преимущества и пути развития

—

Было подсчитано, что если каждая из более чем 300 миллионов используемых в настоящее время промышленных систем, приводимых в действие электродвигателями, будет заменена на оптимизированное высокоэнергоэффективное оборудование, глобальное потребление электроэнергии может сократиться на 10 процентов[18].

Процесс модернизации связан с большой потенциальной выгодой[19]. Однако для ее реализации нам придется решить ряд практических проблем.

Регуляторная политика является одним из основных факторов, влияющих на промышленные инвестиции в глобальные технологии энергоэффективности. Это утверждение особенно верно в отношении правил, применяемых крупными промышленными производителями, такими как Китай, Европа, Индия и США. Правильно разработанные правила и меры стимулирования могут сыграть важную роль в продвижении внедрения высокоэнергоэффективных электродвигателей.

Еще одним важным фактором являются сроки окупаемости, поскольку инвестиции в технологии энергоэффективности вынуждены конкурировать с потенциальной прибылью от других инвестиций[20]. Инвестиции в электродвигатели и приводы часто являются привлекательным предложением из-за простоты установки, которая, как правило, не требует каких-либо дополнительных модификаций существующей промышленной системы. Однако сроки окупаемости сильно зависят от цен на энергоносители. В периоды повышения цен можно ожидать увеличения инвестиций в более энергоэффективное оборудование. В настоящее время финансовые меры стимулирования работают против быстрого внедрения.

Тем не менее факт остается фактом: развертывание большего количества новейших частотно-регулируемых приводов и электродвигателей открывает огромные возможности на фоне стремления мира к повышению энергоэффективности. В конечном итоге на реализованные выгоды, вероятно, будет приходиться более 40 % показателя сокращения выбросов парниковых газов, которого необходимо достигнуть до 2040 года для выполнения климатических целей, установленных Парижским соглашением[21].

Последние успешные проекты
и их влияние

Ниже приведены лишь некоторые примеры того, как высокоэнергоэффективные двигатели приносят экономические и экологические выгоды по всему миру.

Азия
В 2018 году в рамках Индийской национальной программы по замене электродвигателей (NMRP) были проведены пилотные исследования 36 двигателей в городах Ахмадабаде, Сурате, Джамнагаре и Мумбаи. Замена электродвигателей стандартной энергоэффективности на двигатели класса IE3 в компрессорах, насосах, вентиляторах и воздуходувках, используемых при производстве латуни, а также в текстильной, химической и автомобильной промышленности, позволила снизить энергопотребление на всех экспериментальных установках. NMRP стала изучать потенциальные последствия модернизации 5000 электродвигателей стандартной энергоэффективности для крупных компаний и предприятий малого и среднего бизнеса по всей стране. Эксперты программы пришли к выводу, что это позволит достичь ежегодной экономии энергии в районе 9150 МВт·ч, ежегодной экономии средств в размере 902 112 долларов США и ежегодного сокращения выбросов CO_2 на 8050 тонн. По оценкам NRMP, охват целого рынка страны приведет к экономии энергии в размере примерно 22 миллиона МВт·ч и сокращению выбросов на 18,3 миллиона тонн CO_2 в год[22].

Европа
На сахарном заводе Nordzucker AG в Ильцене (Германия) высокоэнергоэффективные рекуперативные промышленные приводы ABB используются для работы сахарных центрифуг. Центрифуги играют ключевую роль в процессе производства сахара. Они отделяют кристаллический сахар от липкого сиропа. Двигатели, приводящие в движение центрифуги, должны сначала разгонять их с максимальной скоростью и полным крутящим моментом в течение примерно 15–20 секунд, а затем как можно быстрее замедлять центрифугу. Приводы позволяют избежать перегрева, а рекуперативная способность передает тормозную энергию электродвигателей в сеть. По сравнению с другими способами торможения эти приводы экономят значительно больше энергии[23].

Северная и Южная Америка
Центр Enercare в Торонто — девятый по величине конференц-центр в Северной Америке. Его площадь составляет более 92 000 квадратных метров. Имея платиновый сертификат LEED, Enercare уделяет первостепенное внимание экологичности. Из-за размеров центра его система обогрева, вентиляции и кондиционирования воздуха расходует более 380 000 кВт·ч энергии в год на питание насосов, которые перекачивают воду к отопительному и охлаждающему оборудованию объекта. В 2018 году 11 больших насосов Enercare были оборудованы современными приводами для систем обогрева, вентиляции и кондиционирования воздуха. Это позволило мгновенно сократить энергопотребление насосов на 38 %[24].

Глобальное влияние высокоэнергоэффективных электродвигателей и приводов ABB

Как ведущий поставщик электродвигателей и приводов низкого и среднего напряжения ABB часто оценивает чистое влияние производимого ею оборудования на глобальную энергоэффективность. В течение 2020 года база инсталлированных высокоэнергоэффективных двигателей и приводов ABB позволила сэкономить 198 ТВт·ч электроэнергии (что в три раза превышает годовое потребление электричества Швейцарии)[25]. По оценкам, к 2023 году расширение базы инсталлированных электродвигателей и приводов ABB поможет потребителям дополнительно сэкономить 78 ТВт·ч электроэнергии в год, что немного больше, чем годовой объем потребляемой электроэнергии в Чили.

Группа компаний ABB стремится предоставить своим клиентам возможность дополнительно снизить годовой объем выбросов CO_2 на 100 тысяч тонн с 2021 по 2030 год[26]. Помимо электродвигателей и приводов, компания использует технологии Интернета вещей и искусственный интеллект для повышения энергоэффективности и производительности машин и роботов, а также широкого спектра оборудования на производственных площадках, судах и в шахтах. Эти решения также продлевают срок службы оборудования и помогают экономить ресурсы. Компания ABB намерена подавать пример, добиваясь углеродной нейтральности в своей деятельности за счет перехода на возобновляемые источники энергии, повышения энергоэффективности на своих заводах и площадках, а также перевода своего автопарка на электрические или другие альтернативные способы приведения в движение без выбросов.

198 ТВт·ч

сэкономленной электроэнергии

>

3×

годового энергопотребления в Швейцарии

Заключение

Технологии, необходимые миру для значительного повышения энергоэффективности, уже разработаны. Многие из них, такие как высокоэнергоэффективные электродвигатели и приводы, хорошо зарекомендовали себя в длительной эксплуатации. Ускорение внедрения этих технологий в промышленности, городах и транспорте приведет к значительной экономии энергии во всем мире. Уже по этой причине высокоэнергоэффективные электродвигатели и приводы должны заинтересовать инвестиционное сообщество, которое все чаще рассматривает устойчивое развитие в качестве инвестиционного критерия.

Содействуя их внедрению с помощью налоговых льгот, государственных инвестиций и системных нормативных требований, правительства могут стимулировать дальнейшие частные инвестиции и исследования и приблизить мир к достижению климатических целей, установленных Парижским соглашением.

Преимущества повышения энергоэффективности выходят далеко за рамки борьбы с изменением климата. Они включают сохранение окружающей среды, обеспечение чистоты воздуха и воды, улучшение здоровья населения, энергетическую независимость и ускорение экономического роста и развития. С начала индустриальной эры повышение энергоэффективности производства всегда приводило к периодам экономического подъема. Благодаря последним технологическим достижениям мы вступаем в эпоху, в которой повышение энергоэффективности одновременно способствует и экономическому росту, и защите окружающей среды. Поэтому ускорение внедрения этих решений отвечает здравому смыслу.

Впереди нас ждут серьезные, но вполне преодолимые проблемы. При должных инвестициях и соответствующей законодательной поддержке в ближайшие десятилетия можно будет добиться значительного прогресса в достижении климатических целей Парижского соглашения, а также целей ООН в области устойчивого развития. По мере роста экологического и экономического воздействия устаревших технологий становится ясно, как много мы выиграем, приняв новые и улучшенные способы производства товаров и эксплуатации наших зданий и транспортных сетей. Чем быстрее мы сможем это осуществить, тем больше выиграем мы все.

(1) United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, “World Population Prospects 2019: Highlights,” https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf.
(2) Guillemette, Y. and D. Turner (2018), “The Long View: Scenarios for the World Economy to 2060,” OECD Economic Policy Papers, No. 22, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/b4f4e03e-en.
(3) United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, “World Urbanization Prospects 2018: Highlights,” https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf.
(4) IEA, “Tracking industry 2020,” https://www.iea.org/reports/tracking-industry-2020
(5) UN Environment Programme, Global Alliance for Buildings and Construction, “Why buildings?,” 2019 (2018 IEA data), http://globalabc.org/media-global-advocacy/why-buildings-our-key-messages.
(6) Fong, J.; F. Ferreira; A.M. Silva; and A.T. De Almeida, “IEC61800-9 System Standards as a Tool to Boost the Efficiency of Electric Motor Driven Systems Worldwide,” Inventions, 2020, 5, 20, https://www.mdpi.com/2411-5134/5/2/20/.
(7) Waide, P. and C.U. Brunner, “Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems,” International Energy Agency working paper, Paris, 2011.
(8) Ibid., p. 35.
(9) Stoffel, B., “The role of pumps for energy consumption and energy saving,” 2015, https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/electric-energy-consumption.
(10) Omdia, “Motor-driven Equipment Research Package,” 2020
(11) Christian Bach, “Record efficiency for a gas engine,” Phys.org, https://phys.org/news/2019-06-efficiency-gas.html.
(12) IEC TS 60034-30-2:2016, “Rotating electrical machines - Part 30-2: Efficiency classes of variable speed AC motors,” International Electrotechnical Commission, Geneva, 2016, https://webstore.iec.ch/preview/info_iec60034-30-2%7Bed1.0%7Den.pdf.
(13) Based on an assumption of 300 million industrial motors currently in service worldwide. Global sales from 2016 to 2020 amounted to roughly 200 million motors. Omdia, “Low Voltage Motors Intelligence Service,” 2020.
(14) U.S. Energy Information Administration, international data: electricity, 2019, Poland, https://www.eia.gov/international/data/world/electricity/electricity-consumption.
(15) Omdia, “Low Voltage Motors Intelligence Service,” 2020.
(16) IEA, “Energy efficiency roadmap for electric motors and motor systems,” 2015, p. 12.
(17) For an example of the calculations involved, see “Program Insights: Variable frequency drives,” Consortium for Energy Efficiency, 2019, https://www.cee1.org/content/variable-frequency-drives.
(18) Waide, P. and C.U. Brunner, op. cit., pp. 13, 17, 118. Absent additional regulations or incentives, and based on ordinary rates of replacement, it is expected that upgrading to high-efficiency equipment could occupy from 10 to 20 years.
(19) United4Efficiency, “Accelerating the Global Adoption of energy-efficient electric motors and motor systems,” UN Environment Programme, https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2017/11/Motors-Policy-Brief.pdf.
(20) “Energy Efficiency 2020,” International Energy Agency, Paris, 2020, https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2020.
(21) Ibid.
(22) “National Motor Replacement Program Vision Document,” Energy Efficiency Services Limited, 2019, https://copperindia.org/wp-content/ uploads/2020/03/Vision-Document_NMRP.pdf
(23) “A sugar-sweet start,” ABB, 2017, https://new.abb.com/drives/media/a-sugar-sweet-start.
(24) U.S. Energy Information Administration, international data: electricity, 2019, Switzerland, https://www.eia.gov/international/data/world/electricity/electricity-consumption.
(25) “We enable a low-carbon society,” ABB, 2022, https://global.abb/group/en/sustainability/we-enable-a-low-carbon-society.
(26) “Convention center exhibits major pump energy savings,” Danfoss case studies, 2019, https://www.danfoss.com/en-us/service-and-support/case-studies/dds/convention-center-exhibits-major-pump-energy-savings/

—

ABB
Контактный центр обслуживания
клиентов ABB в России:
Бесплатный звонок: 8 800 500 222 0
e-mail: contact.center@ru.abb.com

8VZZ005132T0001

© ABB, 2021. Все права защищены.
Технические характеристики могут быть изменены без предварительного уведомления.