ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 14955-1— 2025

СТАНКИ. ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ СТАНКОВ

Часть 1

Методология проектирования энергосберегающих станков

(ISO 14955-1:2017, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 070 «Станки»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 декабря 2025 г. № 1595-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 14955-1:2017 «Станки. Оценка условий окружающей среды для станков. Часть 1. Методология проектирования энергосберегающих станков» (ISO 14955-1:2017 «Machine tools — Environmental evaluation of machine tools — Part 1: Design methodology for energy-efficient machine tools», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом ISO/TC 39 «Станки» Международной организации по стандартизации (ИСО).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2017
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 2
4 Ограничение энергоэффективности на этапе эксплуатации 4
5 Включение экологических аспектов в проектирование и разработку станков (методика проектирования энергоэффективных станков) 5
5.1 Общие положения 5
5.2 Цель и потенциальные преимущества 5
5.3 Стратегические факторы 5
5.4 Факторы управления 5
5.5 Процесс проектирования и разработки станков 6
6 Станок и функции станка 7
6.1 Общие положения 7
6.2 Границы системы 8
6.3 Обобщенные функции станка 8
6.4 Значимые функции и компоненты станка 14
6.5 Достигнутые результаты 15
6.6 Оценка эффективности 15
7 Порядок проектирования энергоэффективных станков 15
8 Отчетность и контроль результатов 17
Приложение А (справочное) Перечень мероприятий по повышению энергоэффективности станков 18
Приложение В (справочное) Пример применения методики на станке 31
Приложение С (справочное) Режимы работы 36
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам 37
Библиография 38

Введение

Поскольку воздействие на окружающую среду является общей проблемой для всех видов продукции, а природные ресурсы становятся все более ограниченными, необходимо определить критерии экологической эффективности при работе станков и установить порядок их использования.

Станки представляют собой сложные изделия промышленного назначения, предназначенные для производства готовых к использованию деталей или полуфабрикатов. Эффективное функционирование станка, являющееся ключевым показателем с целью инвестирования, носит многоцелевой характер в отношении его экономической стоимости, технических характеристик и эксплуатационных требований, которые зависят от конкретного применения станка. Поэтому один и тот же станок может потреблять разное количество энергии в зависимости от изготавливаемой на нем детали и режимов работы станка. В связи с этим оценка условий окружающей среды станка не следует рассматривать без учета вышеперечисленных факторов.

В настоящем стандарте проведен анализ работы станков с учетом выполняемых функций с целью выявления общих черт в существующих типах станков. Компоненты станков, реализующие различные функции, требуют усовершенствований с учетом особенностей применения оцениваемой системы, которые подлежат количественной оценке вместе с общим проектированием системы для получения изделия с инновационными экологическими характеристиками. Подход, представленный в настоящем стандарте, также направлен на поддержку экологических усовершенствований на многонациональном уровне, осуществляемых различными изготовителями/поставщиками и заказчиками.

На основе перечня положительных экологических характеристик, которые могут быть учтены при создании станка, предполагается проанализировать эксплуатационные характеристики изделия, предназначенные для количественной оценки экологических инноваций, разработанных за определенный период.

Настоящий стандарт содержит рекомендации по проектированию и конструированию станков с уменьшенным влиянием на окружающую среду, уделяя особое внимание потреблению энергии на этапе эксплуатации станков.

Эксплуатация станков может оказывать существенное влияние на экологическую эффективность производимой продукции.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СТАНКИ. ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ СТАНКОВ

Часть 1

Методология проектирования энергосберегающих станков

Machine tools. Environmental evaluation of machine tools. Part 1. Design methodology for energy-efficient machine tools

Дата введения — 2026—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт описывает применение стандартов экологического проектирования для станков преимущественно с автоматическим и/или числовым программным управлением (ЧПУ).

В настоящем стандарте рассмотрена энергоэффективность станков на этапе их эксплуатации, т. е. в течение срока службы станка. Другие этапы и их воздействие на окружающую среду, помимо влияния энергии, подаваемой на станки, не входят в область применения и требуют отдельного рассмотрения (например, в соответствии с ISO/TR 14062).

В отношении станков применены элементы методики экологического проектирования в соответствии с ISO/TR 14062. Определен порядок предоставления отчетов о результатах проделанной работы пользователям и поставщикам и контроля полученных результатов.

Оценка энергоэффективности включает количественную оценку используемых ресурсов, т. е. потребляемой энергии, и достигнутого результата. Настоящий стандарт содержит рекомендации по воспроизводимой количественной оценке потребляемой энергии. В настоящем стандарте не приведена методология количественной оценки достигнутого результата из-за отсутствия универсальных критериев. Достигнутым результатом при промышленном применении являются обработанные заготовки, их свойства (например, материал, форма, точность, качество поверхности), ограничения производства (например, минимальный размер партии, пластичность). Другие значимые параметры для проведения количественной оценки достигнутого результата следует определять для каждой области применения или для различных областей применения.

Настоящий стандарт определяет методы организации процесса интеграции аспектов энергоэффективности при проектировании станков. Настоящий стандарт не предназначен для сравнения станков; кроме того, в настоящем стандарте не рассматривается влияние различных типов поведения пользователя или различных производственных стратегий на этапе эксплуатации станков.

Перечни экологически значимых усовершенствований и компонентов станков, управление компонентами станков и их комбинации приведены в приложении А. Пример применения методологии представлен в приложении В.

Примечание — Определенные процессы обработки и отдельные типы станков могут значительно изменить влияние обработанных деталей на окружающую среду, например: за счет применения специальной технологии прессования можно сократить количество материала для алюминиевых банок, повысить производительность компрессоров за счет обработки на прецизионных формошлифовальных станках [10], [13]. Влияние на окружающую среду таких технологий или станков может быть менее существенным по сравнению с воздействием на окружающую среду обрабатываемых деталей и их применения. В настоящем стандарте не рассмотрены изменения относительно влияния процесса обработки деталей на окружающую среду, но они могут быть значимыми при сравнении различных процессов обработки или разных типов станков с точки зрения воздействия произведенной продукции на окружающую среду. Например, точность обрабатываемых деталей может быть важным параметром, определяющим влияние обрабатываемых деталей на окружающую среду на этапе их эксплуатации, и все способы сравнения типов станков направлены на то, чтобы обязательно это учитывать.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

ISO/TR 14062:2002*, Environmental management. Integrating environmental aspects into product design and development (Экологический менеджмент. Интегрирование экологических аспектов в проектирование и разработку продукции)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ISO/TR 14062, а также следующие термины с соответствующими определениями.

ИСО и МЭК поддерживают терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- платформа онлайн-просмотра ИСО, доступная по адресу: gost.e-ecolog.ru ;
- Электропедия МЭК, доступная по адресу: gost.e-ecolog.ru .

3.1 **проектирование и разработка** (design and development): Перечень процессов, преобразующих требования в заданные характеристики или в технические требования к продукции, процессу или системе.

Примечание 1 — Термины «проектирование» и «разработка» в одних случаях используют как синонимы, а в других — для определения различных этапов общего процесса превращения идеи в продукцию.

Примечание 2 — Разработка продукции — это процесс реализации продукции от планирования до ее вывода на рынок и последующего анализа, в ходе которого применяют бизнес-стратегии, маркетинговый мониторинг, методы исследования и аспекты проектирования, для доведения продукции до стадии практического применения. Разработка продукции включает в себя усовершенствование или модификацию уже существующих продукции или процессов.

Примечание 3 — Интеграция экологических аспектов в проектирование и разработку продукции также может быть названа проектированием с учетом экологических требований (DFE), экологическим проектированием, обеспечением экологичности продукции и т. д.

3.2 **окружающая среда** (environment): Окружение, в котором работает организация, в том числе воздух, вода, земля, природные ресурсы, флора, фауна, люди и их взаимоотношения.

Примечание 1 — Окружение в данном контексте охватывает все аспекты от организации до глобальной системы.

[ИСО 14001:2015, 3.2.1]

3.3 **экологический аспект** (environmental aspect): Элемент деятельности организации, продукции или услуг, которые взаимодействуют или могут взаимодействовать с окружающей средой.

Примечание 1 — Значимый экологический аспект — это экологический аспект, который оказывает или может оказать значительное влияние на окружающую среду.

[ИСО 14001:2015, 3.2.2]

3.4 **влияние на окружающую среду** (environmental impact): Изменение окружающей среды (см. 3.2), неблагоприятное или благоприятное, полностью или частично обусловленное экологическими аспектами (см. 3.3) деятельности организации.

[ИСО 14001:2015, 3.2.4]

3.5 **жизненный цикл** (life cycle): Последовательные и взаимосвязанные этапы производственной системы — от приобретения сырья или его получения из природных ресурсов до окончательной утилизации.

Примечание 1 — Этапами жизненного цикла продукции являются приобретение сырья, производство, сбыт, применение и утилизация (введение в действие ISO/TR 14062, основанного на ИСО 14040:2006, 5.2.3).

[ИСО 14040:2006, 3.1]

3.6 **принцип действия** (mode of operation): Метод управления станком (см. 3.16), при котором различные режимы работы определены стандартами безопасности для станков.

---

* ISO/TR 14062 отменен.

Примечание 1 — Примерами принципов действия являются ручной режим, автоматический режим, режим настройки.

Примечание 2 — Для различных видов работ на станках требуются определенные режимы работы, предусмотренные стандартами безопасности для станков.

3.7 **режим работы** (operating state): Комбинация режимов работы «Включено», «Режим ожидания», «Выключено» и т. д., настроек сети, периферийных устройств, управления станком, блока обработки и перемещения станка, включая соответствующие операции со станком.

Примечание 1 — Периферийными устройствами являются, например, устройства для охлаждения/прогрева станка, процесс кондиционирования, работа с заготовками и инструментом, переработка вторичного сырья и отходов.

Примечание 2 — Элементами блока обработки являются, например, главный шпиндель токарного станка, инструментальный шпиндель блока обработки, генератор электроэрозионного станка, ползун пресса, подушки пресса.

Примечание 3 — Элементами блока перемещения являются, например, линейные оси токарного станка, линейные и поворотные оси блока обработки, линейные оси электроэрозионного станка.

Примечание 4 — Указания на режимы работы (например, «Выключено», «Режим ожидания», «Расширенный режим ожидания», «Прогрев», «Готов к работе», «Обработка», «Цикл переработки») требуют определения этих режимов. Пример такого определения для металлорежущего станка приведен в приложении С.

Примечание 5 — Примерами операций со станком являются загрузка инструмента, заготовок, перемещение осей, ожидание, работа станка или циклический режим работы, а также полные циклы испытаний.

Примечание 6 — В зависимости от режима работы и операций со станком выбирают принцип действия, соответствующий стандартам безопасности станков.

3.8 **экологическое требование** (environmental claim): Заявление, символьный или графический материал, указывающий на экологический аспект (см. 3.3) продукции, компонента или упаковки.

Примечание 1 — Экологические требования могут быть размещены на этикетках продукции или упаковки, в документации по продукции, технических бюллетенях, в рекламных, информационных и телемаркетинговых материалах, а также в цифровых или электронных средствах массовой информации, например в сети Интернет.

[ИСО 14021:2016, 3.1.4]

3.9 **верификация экологического требования** (environmental claims verification): Подтверждение обоснованности экологических требований (см. 3.8) с использованием определенных заранее критериев и методик с обеспечением надежности данных.

[ИСО 14021:2016, 3.1.5]

3.10 **пояснительная записка** (explanatory statement): Пояснение, которое необходимо или дано для того, чтобы обеспечить правильное понимание экологического требования (см. 3.8) покупателем, потенциальным покупателем или пользователем продукции.

[ИСО 14021:2016, 3.1.7]

3.11 **функциональная единица** (functional unit): Количественная оценка эффективности системы жизненного цикла продукции для использования в качестве эталонной единицы в исследовании по оценке жизненного цикла (см. 3.5).

[ИСО 14021:2016, 3.1.8]

3.12 **функция станка** (machine tool function): Работа станка (процесс обработки, перемещение и контроль), процесс кондиционирования, обработка заготовок, работа с инструментом или замена штампа, переработка вторичного сырья и отходов, охлаждение/прогрев станка.

Примечание 1 — Любая функция станка может быть реализована с помощью одного компонента или комбинации компонентов станка. Некоторые компоненты станка могут выполнять более одной функции.

Примечание 2 — На рисунке 7 приведен пример взаимосвязи между компонентами и функциями станка.

Примечание 3 — Функции станка могут быть использованы для идентификации компонентов станка (см. 3.13), имеющих отношение к его энергопотреблению.

3.13 **компонент станка** (machine tool component): Механическое, электрическое, гидравлическое или пневматическое устройства станка (см. 3.16) или их комбинация.

3.14 **квалифицированное экологическое требование** (qualified environmental claim): Экологическое требование (см. 3.8), сопровождаемое пояснительной запиской (см. 3.10), описывающей пределы требования.

[ИСО 14021:2016, 3.1.15]

3.15 **самостоятельное экологическое требование** (self-declared environmental claim): Экологическое требование (см. 3.8), предъявляемое без независимой сертификации третьей стороной изготовителями, импортерами, дистрибьюторами, предприятиями розничной торговли или любыми другими лицами, которые могут получить выгоду от соблюдения такого требования.

[ИСО 14021:2016, 3.1.16]

3.16 **станок** (machine tool): Механическое устройство, являющееся стационарным (т. е. неподвижным), приводимое в действие (как правило, электрическим током и сжатым воздухом) и обычно используемое для обработки заготовок путем выборочного удаления/добавления материала или механической деформации.

Примечание 1 — Станки могут иметь механическое, ручное или автоматизированное управление. Станки могут быть наделены периферийными устройствами, используемыми для охлаждения/прогрева станка, кондиционирования, обработки заготовок и работы с инструментом (за исключением подачи заготовок), переработки вторичного сырья и отходов, а также для решения других задач, связанных с их основным назначением.

3.17 **энергоэффективность** (energy efficiency): Взаимосвязь между достигнутым результатом и затраченными ресурсами, которые ограничены энергией.

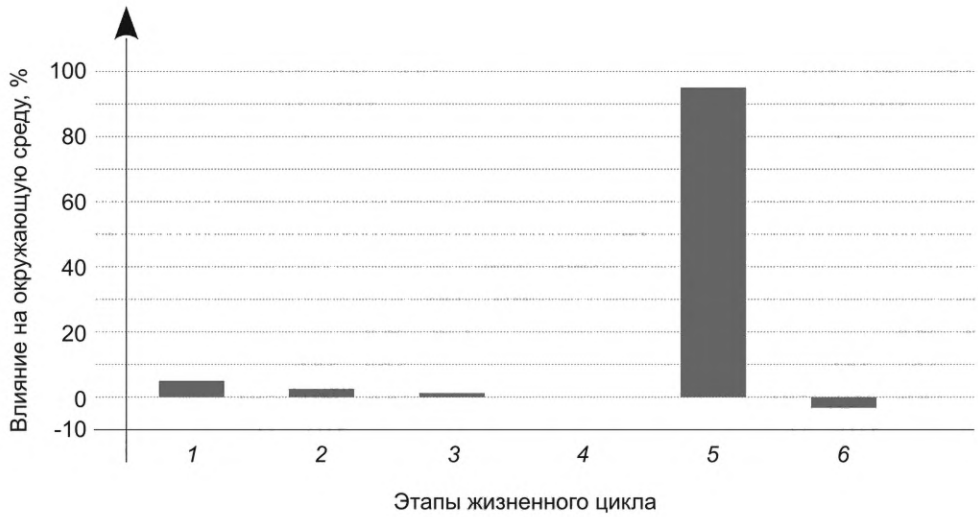
Примечание 1 — Эффективность определяется как соотношение между достигнутым результатом и затраченными ресурсами (см. ИСО 9000:2015, 3.7.10).

Примечание 2 — Показатели энергоэффективности могут быть приведены, например, в циклах на общую потребляемую энергию, в заготовках на потребляемую энергию. При обработке тестовых образцов для определения достигнутого результата учитывают параметры обработки заготовки и ее качество.

4 Ограничение энергоэффективности на этапе эксплуатации

Для оценки влияния станка на окружающую среду необходимо исследовать различные этапы жизненного цикла продукции: приобретение сырья для станка, изготовление, транспортирование, установка, эксплуатация и утилизация станка (более подробная информация об оценке жизненного цикла приведена в ИСО 14040).

На рисунке 1 приведен пример влияния на окружающую среду фрезерного станка с ЧПУ на различных этапах жизненного цикла. Наибольшее воздействие фиксируется на этапе эксплуатации с учетом существенных затрат на энергопотребление станка. Это результат многочисленных оценок жизненного цикла станков (см. [8], [11], [12], [14]), если станок используется в течение 8 ч/сут/5 дней в неделю или более, что характерно для применения станков в промышленных условиях.



1 — сырье; *2* — изготовление; *3* — транспортирование; *4* — настройка; *5* — эксплуатация; *6* — утилизация

Рисунок 1 — Пример влияния на окружающую среду на разных этапах жизненного цикла фрезерного станка с ЧПУ

Таким образом, в настоящем стандарте приведена оценка повышения энергоэффективности станков на этапе их эксплуатации.

Если станок не используется в обычных промышленных условиях, для определения соответствующего влияния на окружающую среду может потребоваться полная оценка жизненного цикла, например в соответствии с оценкой, приведенной в ИСО 14040. Для изменения степени воздействия на окружающую среду могут иметь значение не только меры по повышению энергоэффективности на этапе эксплуатации станка, но и другие меры.

5 Включение экологических аспектов в проектирование и разработку станков (методика проектирования энергоэффективных станков)

5.1 Общие положения

В настоящем разделе приведено применение положений ISO/TR 14062 для создания энергоэффективных станков на этапе их эксплуатации.

5.2 Цель и потенциальные преимущества

Целью интеграции экологических аспектов в проектирование и разработку станков является снижение неблагоприятного влияния работы станков на окружающую среду, в особенности повышение энергоэффективности на этапе эксплуатации обычного станка в условиях промышленного производства.

Преимущества для поставщиков/изготовителей и пользователей станков могут быть следующими:

- энергоэффективность на этапе эксплуатации;
- снижение затрат при эксплуатации станков;
- потенциальное снижение стоимости компонентов станков, например за счет уменьшения размеров приводов и электрических компонентов;
- повышение конкурентоспособности сектора металлообработки;
- стимулирование инноваций и творчества;
- улучшение имиджа организации и/или бренда;
- привлечение финансирования и инвестиций, особенно от экологически сознательных инвесторов;
- повышение мотивации сотрудников;
- повышение уровня знаний о продукции;
- укрепление отношений с регулирующими органами.

5.3 Стратегические факторы

Стратегические факторы, которые учитывают при интеграции экологических аспектов в проектирование и разработку станков, могут включать следующее:

- организационные вопросы (например, деятельность конкурентов, потребности, требования и запросы пользователей станков), экологические аспекты и влияние организации на окружающую среду, деятельность регулирующих и законодательных органов, деятельность отраслевых ассоциаций;
- вопросы, связанные с продукцией, такие как интеграция на раннем этапе (т. е. учет экологических аспектов на этапах проектирования и разработки), функциональность (т. е. насколько продукция соответствует целям пользователя станка с точки зрения удобства применения, срока службы, производительности, точности и т. д.), многокритериальная концепция (т. е. учет всех значимых влияний и аспектов) и компромиссы (т. е. поиск оптимальных решений);
- коммуникация (например, внутреннее информирование сотрудников о влиянии продукции на окружающую среду, учебные курсы по экологическим вопросам, программам и инструментам, влияние на окружающую среду на конкретном объекте и обратная связь с сотрудниками), внешняя коммуникация, связанная со свойствами продукции (эксплуатационные и экологические аспекты) и с вопросами правильного использования станка.

5.4 Факторы управления

Поддержка и действия высшего руководства должны способствовать эффективному внедрению методик и программ по интеграции экологических аспектов в проектирование и разработку станков, включая выделение достаточных финансовых и человеческих ресурсов, а также предоставление времени для выполнения соответствующих задач. Эффективность применения программы зависит от тех специалистов, кто занимается проектированием и разработкой, маркетингом, производством

продукции, охраной окружающей среды, закупками, обслуживающим персоналом и пользователями станков. Более подробная информация относительно аспектов междисциплинарного подхода приведена в ISO/TR 14062:2002, 6.5.

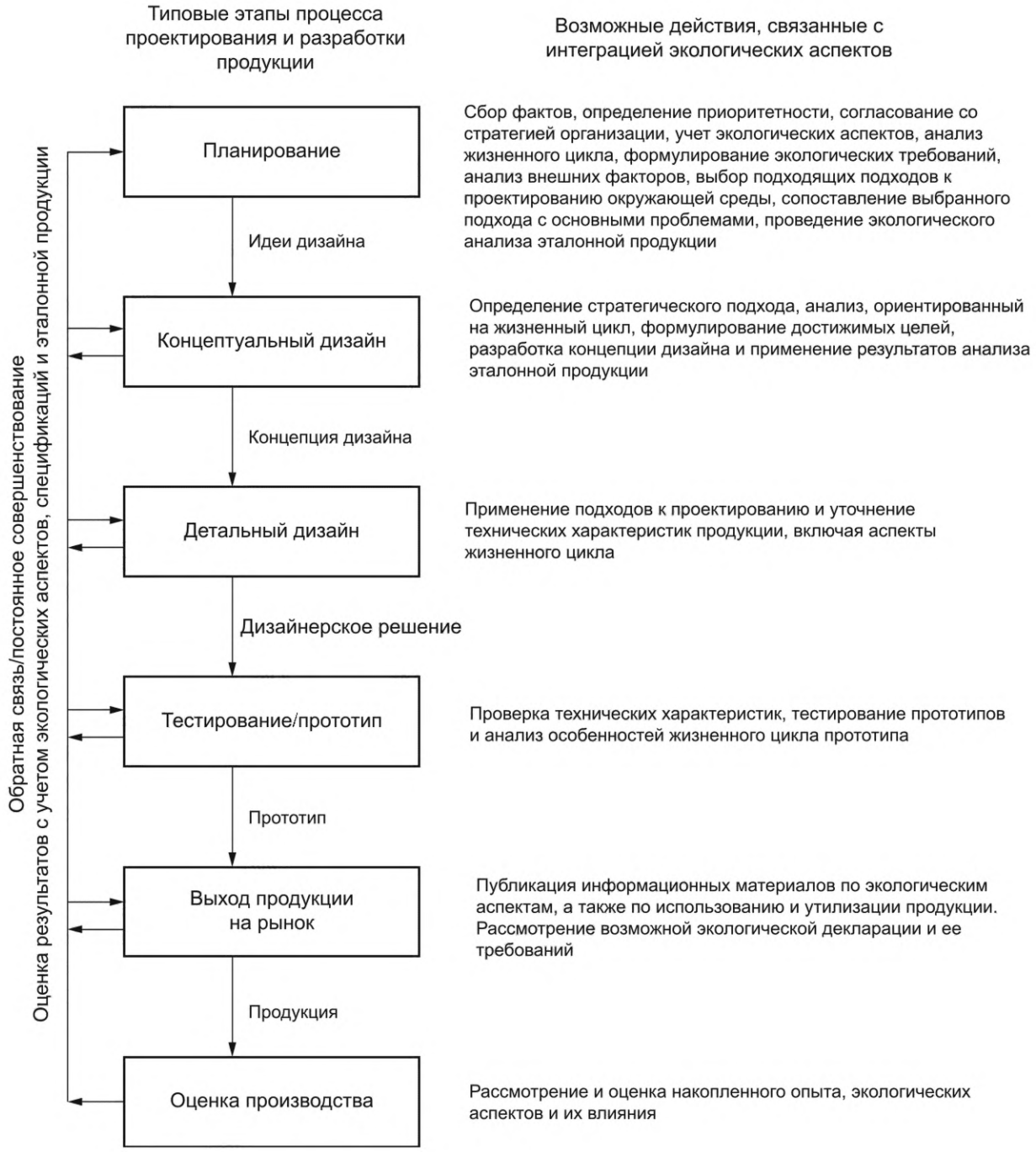
Сведения о закреплении обязательств руководства и создании организационной структуры для интеграции экологических аспектов в проектирование и разработку станков приведены в ISO/TR 14062:2002, 6.2.

Поддержка интеграции экологических аспектов в разработку станков и управление может быть осуществлена посредством существующих систем менеджмента качества, например системы менеджмента качества в соответствии с ИСО 14001 или ИСО 9001. Интеграция также может повлиять на управление цепочкой поставок (подробнее см. ISO/TR 14062:2002, 6.6).

5.5 Процесс проектирования и разработки станков

Пример интеграции экологических аспектов в процесс проектирования и разработки станков приведен на рисунке 2.

Примечание — Дополнительная информация представлена в ISO/TR 14062:2002, раздел 8. Показатели экологической эффективности, например в соответствии с приведенными в ИСО 14031, могут быть учтены при постановке и размещении достижимых целей в технических условиях.



Примечание — См. ISO/TR 14062.

Рисунок 2 — Пример интеграции экологических аспектов в процесс проектирования и разработки станков

6 Станок и функции станка

6.1 Общие положения

В функциональном описании станка (см. 6.3) должно быть указано, какие именно функции станка(ов) имеют отношение к его(их) энергопотреблению. Функциональное описание станков является общим и не зависит от их конструкции и реализуемого процесса обработки. Обобщенные функции станка, приведенные в 6.3, позволяют использовать общий подход для определения соответствующих энергетических потоков, возникающих при эксплуатации станков.

Функциональность конкретного станка должна быть определена его компонентами и должна быть индивидуальной для каждого станка, чтобы соответствовать преобразованию общей энергии, подаваемой на станок, через функции станка и ее функциональному отображению на уровень компонентов станка. Данная методика приведена в 6.3 и позволяет определить компоненты станка, связанные с энергопотреблением (см. 6.4).

Значимыми параметрами для данного наблюдения являются режимы работы станка и их продолжительность во времени, точность обрабатываемых деталей и производительность станка, например выраженная в количестве заготовок в час. При сравнении станков эти параметры должны быть четко определены.

Часто вместо измерения энергии выполняют измерение мощности. В таком случае следует учитывать время, определенное для режимов работы.

Некоторые станки оснащены внутренними компрессорами для подачи сжатого воздуха, гидравлической жидкости и/или смазочного материала; в других станках для этого используют централизованные блоки подачи. Любое сравнение станка с учетом применения внутреннего(их) компрессора(ов) со станком, в котором централизованные блоки подачи, следует проводить на одинаковой основе, т. е. для обоих станков, включая все блоки подачи. Для этого необходимо определить границы системы (см. 6.2).

6.2 Границы системы

При проведении оценки влияния станка на окружающую среду при его функционировании рассматривают непосредственно станок, причем воздействие продукции, изготавливаемой на станке, во внимание не принимают (см. также раздел 4).

В настоящем стандарте рассмотрена энергоэффективность станков на этапе их эксплуатации.

Для определения энергоэффективности станка на этапе его эксплуатации должны быть определены границы системы с учетом системы, способной выполнять технологический процесс механической обработки (см. рисунок 3). Границы системы выбирают таким образом, чтобы можно было измерить потоки энергии исходя из реальных возможностей.

Границы системы охватывают станок и периферийные устройства. В основном, энергия, поступающая в систему, включает электроэнергию и сжатый воздух. В некоторых случаях воздухообмен является соответствующим входом и/или выходом системы. При применении жидкостных теплообменников обмен теплом может быть соответствующим входом и/или выходом системы. Если в границы системы не входит система фильтрации конденсата, то любая обработка загрязненного воздуха потребует затрат энергии, которые следует учитывать. При использовании централизованной системы смазки охлажденный и отфильтрованный смазочный материал будет входом в систему, а загрязненный горячий смазочный материал — выходом; при необходимости нужно принимать во внимание любую энергию, предназначенную для обработки смазочного материала. Ввод необработанных деталей, новых инструментов, новых смазочных материалов, вспомогательных веществ и вывод обработанных деталей, использованных инструментов, стружки и других аспектов не следует учитывать, если они не отражают прохождение соответствующего потока энергии через границу системы.

6.3 Обобщенные функции станка

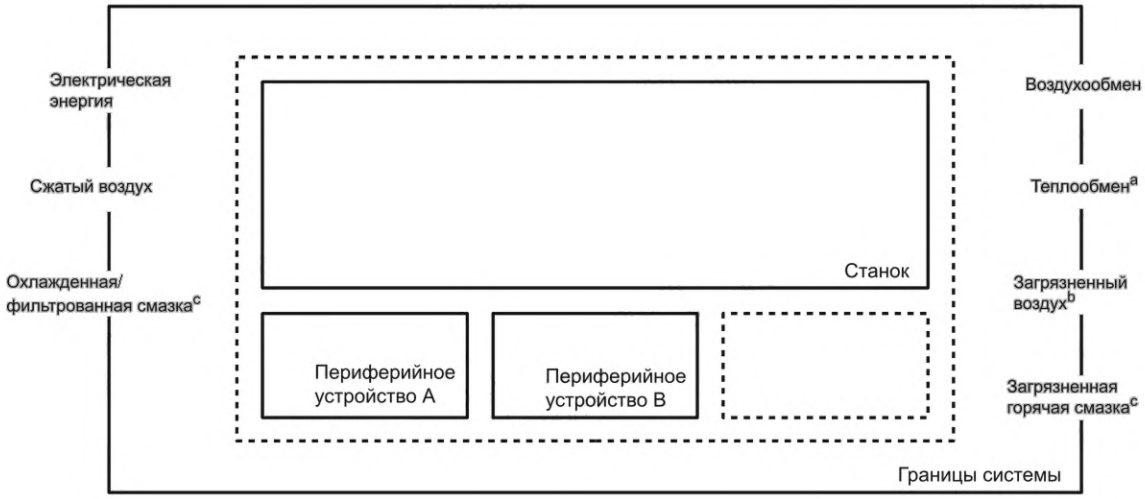
6.3.1 Общие положения

Поскольку станки представлены широким спектром различных типов, подтипов и размеров, станок описывают по его функциям, которые могут быть реализованы различными компонентами станка. Это позволяет использовать обобщенный подход при выборе станков с целью оценки их влияния на окружающую среду и его изменения с течением времени.

Станок следует описывать следующими функциями:

- управление станком (процесс обработки, перемещение и контроль);
- процесс кондиционирования;
- обработка заготовок;
- работа с инструментом или замена штампа;
- переработка вторичного сырья и отходов;
- охлаждение/прогрев станка,

как показано на рисунке 4, с точки зрения энергоэффективности на этапе его эксплуатации. Данные функции включены в состав подавляющего большинства станков в обобщенном виде, независимо от применяемой технологии обработки и/или конструкции станков.



[a] Для станков с жидкостными теплообменниками.
[b] Для станков без внутренней фильтрации конденсата.
[c] Для станков с централизованной системой смазки.

Рисунок 3 — Границы системы, связанные с соответствующими потоками энергии станка



Рисунок 4 — Обобщенные функции станка с точки зрения энергоэффективности на функциональном уровне, независимо от станка и технологического процесса

Примечание — Такое функциональное описание предназначено для облегчения анализа и решения задач, связанных с энергоэффективностью станка на этапе его эксплуатации.

6.3.2 Управление станком (процесс обработки, перемещение и контроль)

Функция «Управление станком» включает краткое описание основной функции станка, т. е. всей подаваемой энергии, необходимой для осуществления основного процесса обработки.

6.3.2.1 Процесс обработки

Функция «Процесс обработки» включает краткое описание реализации процессов обработки, например: скорость резания, электроэрозионная технология, лазерный луч для режущего станка, технологическое усилие и рабочий ход пресса.

Типовыми компонентами станка для применения функции «Процесс обработки» являются главный шпиндель токарного станка, инструментальный шпиндель обрабатывающего центра, генератор электроэрозионного станка и ползун пресса.

6.3.2.2 Перемещение при обработке

Функция «Перемещение при обработке» включает перемещения, необходимые для обработки заготовки, за исключением перемещений в процессе обработки (см. 6.3.2.1). Примерами перемещений при обработке являются перемещение подачи токарного станка, перемещение позиционирования поворотного стола, перемещение подачи станка для лазерной резки, а также закрытие и открытие пресса.

Типовыми компонентами станка для применения функции «Перемещение при обработке» являются линейные и поворотные оси блока обработки с их приводами и системами питания, направляющие вращения и скольжения, шарико-винтовые пары, подшипники, шестерни, муфты, ремни, шкивы и зажимные устройства осей.

6.3.2.3 Контроль

Функция «Контроль» включает описание управления станком, как правило, с помощью ЧПУ для автоматического управления последовательностью систем контроля и измерительных систем. Функция «Контроль» может быть использована также для выполнения функций, не связанных с обработкой, например работа с инструментом.

Типовыми компонентами станка для выполнения функции «Контроль» являются системы ЧПУ, программируемый логический контроллер (ПЛК), дисплеи, датчики, дешифраторы и кодовые датчики, освещение рабочей зоны, частотные преобразователи, трансформаторы напряжения, реле и контактные датчики.

6.3.3 Процесс кондиционирования

Функция «Процесс кондиционирования» включает все виды охлаждения, прогрева и других видов кондиционирования, связанных с технологическим процессом, с целью поддержания температуры и других соответствующих условий рабочей зоны, инструментов, приспособлений и/или заготовок в заданных пределах. Функция «Процесс кондиционирования» может быть рассмотрена как дополнительная функция для обеспечения непрерывности процесса обработки, например смазка для шлифования, смазка штампов для прессов.

Примечание — Процесс кондиционирования иногда сочетается с охлаждением/прогревом станка (см. 6.3.8).

Типовыми компонентами станка для выполнения функции «Процесс кондиционирования» являются охлаждающие насосы для охлаждающей жидкости, охладитель жидкости для резки/формовки, охладитель жидкости для смазки штампа.

6.3.4 Обработка заготовок

Функция «Обработка заготовок» включает выбор, захват, зажим, подъем заготовки, подачу сырья и измерение заготовок на станке.

Типовыми компонентами станка для выполнения функции «Обработка заготовок» являются устройство для смены паллет, робот для обработки заготовок, гидравлические зажимные устройства и пневматические зажимные патроны. На формовочных станках функция «Обработка заготовок» в основном осуществляется с помощью раскладчика, центрирующих станций, подъемников заготовок в штампах, выталкивателей заготовок, устройств перемещения заготовок (например, роботов, систем перемещения захватных стержней) и укладчиков.

6.3.5 Работа с инструментом

Функция «Работа с инструментом» включает смену, захват, зажим, хранение и проверку инструментов на станке.

Типовыми компонентами станка для выполнения функции «Работа с инструментом» являются револьверная головка токарного станка, гидравлические зажимные устройства, пневматические патроны, устройство для смены инструмента, инструментальный магазин и система подачи сжатого воздуха для очистки держателя инструмента.

6.3.6 Замена штампа

Функция «Замена штампа» включает транспортирование штампа и автоматизированной оснастки к точкам соединения на станке и обратно, зажим, хранение штампа, подготовку оснастки для систем автоматизации, подключение/отключение энергии, необходимой, например, для формования деталей в процессах гидроформования или вспомогательных функций штампа, таких как подъемники, соединение/отсоединение системы подачи смазки для штампа.

Типовыми компонентами станка для выполнения функции «Замена штампа» являются подвижная опора или тележка для штампов, устройство толкания/вытягивания штампов, зажимы для штампов (гидравлические, электрические, электрогидравлические, гидропневматические или магнитные), ручные быстроразъемные соединения и автоматические стыковочные системы, оснащенные многоразъемными соединениями и/или штепсельными разъемами.

6.3.7 Переработка вторичного сырья и отходов

Функция «Переработка вторсырья и отходов» включает обработку стружки или лома, обработку смазочно-охлаждающих жидкостей, включая сепарацию и фильтрацию, обработку пыли и дыма, а также обработку загрязнений.

Типовыми компонентами станка для выполнения функции «Переработка вторичного сырья и отходов» являются система удаления стружки или лома, системы фильтрации, вытяжные системы и системы подачи сжатого воздуха для системы удаления стружки.

6.3.8 Охлаждение/прогрев станка

Функция «Охлаждение/прогрев станка» включает все виды охлаждения и прогрева, которые не зависят от процесса обработки, но не повышают ценность самого процесса обработки. Функцию «Охлаждение/прогрев станка» применяют для поддержания температуры в определенных пределах, исключающих повреждение или деформацию компонентов станка, например: для поддержания в рабочих пределах температуры в шкафу управления и температуры масла, а также для поддержания в безопасных пределах температуры высокоскоростного шпинделя и температуры станка с целью предотвращения термического воздействия на кинематическую конструкцию станка.

Типовыми компонентами станка для выполнения функции «Охлаждение/прогрев станка» являются вентиляторы, система охлаждения шкафа управления, охладитель воды, охлаждающие насосы и охлаждение/прогрев направляющих.

6.3.9 Подфункции

Обобщенные функции могут быть разделены на подфункции для определения соответствующих потоков энергии. На рисунке 5 показано одно из возможных разделений на подфункции.

Примечание — Обобщенные функции могут также называться функциями первого уровня (см. рисунок 4), подфункциями второго уровня, третьего уровня и т. д. (см. рисунок 5).

6.3.10 Функции и компоненты станка

Компоненты станка могут выполнять несколько функций, например: систему охлаждения используют для охлаждения станка (в соответствии с 6.3.8) и для процесса кондиционирования (в соответствии с 6.3.3). В этом случае энергию, подаваемую на такой компонент станка, можно отнести к различным обобщенным функциям или подфункциям станка. На рисунке 6 для металлорежущего станка приведен пример подобного сопоставления (распределения). Аналогичное сопоставление может быть выполнено для металлообрабатывающего станка. Для такого распределения следует учитывать режимы работы станка и/или конкретный цикл испытаний.

Значительный обмен энергией в некоторых режимах работы, например во время прогрева, требует определенного периода времени в этих режимах работы.

Функциональное распределение, в конечном счете, должно быть выполнено количественно. Пример приведен на рисунке 7, где количественное распределение представлено в процентах, %, и каждая строка должна содержать сумму, равную 100 %.



Рисунок 5 — Пример обобщенных функций и подфункций станка в отношении энергоэффективности (функции первого и второго уровня)

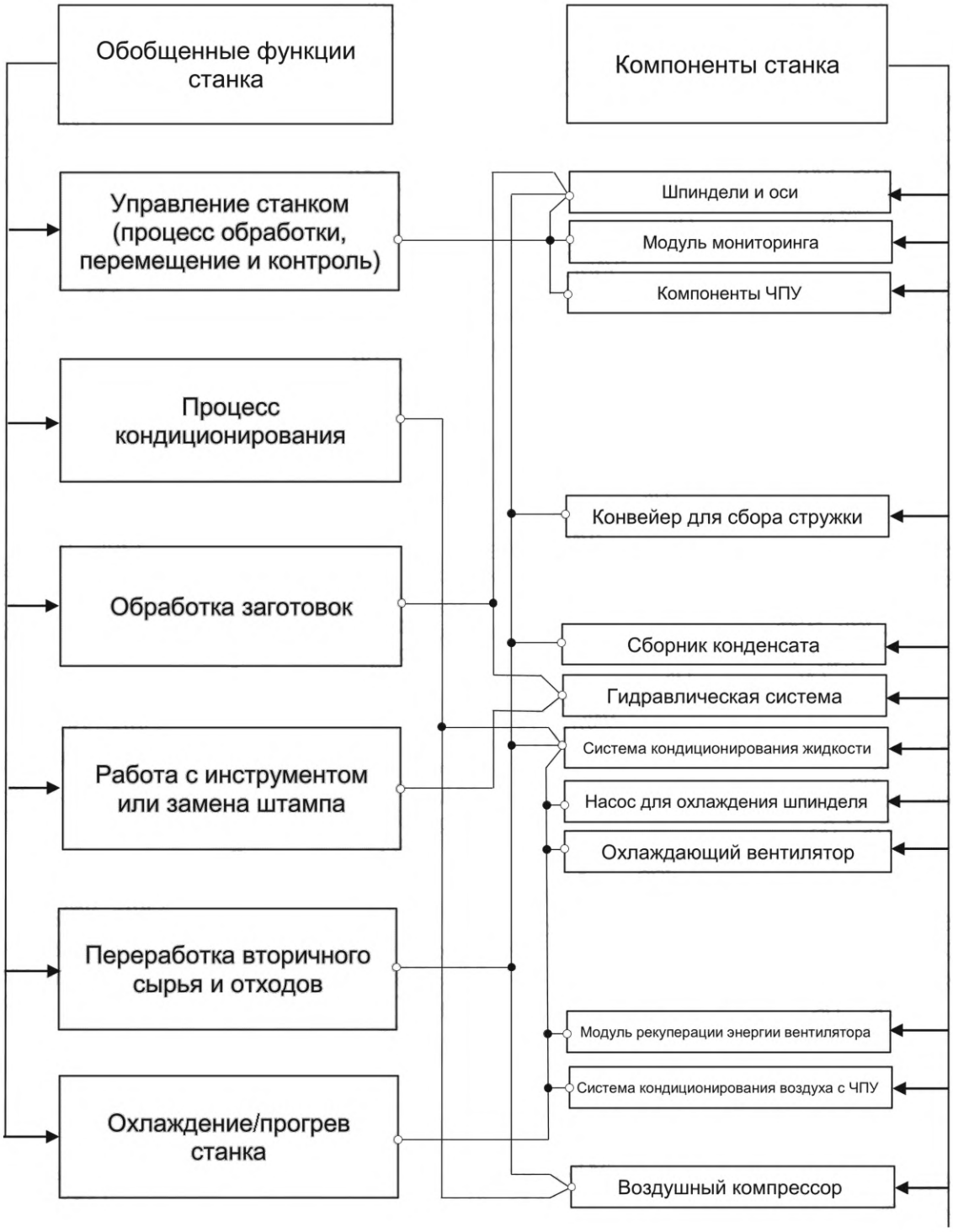


Рисунок 6 — Пример сопоставления компонентов станка с функциями станка (функциональное распределение) для металлорежущего станка

		Функции станка						
		Управление станком (процесс обработки, перемещение и контроль)	Процесс кондиционирования	Обработка заготовок	Работа с инструментом или замена штампа	Переработка вторичного сырья и отходов	Охлаждение/прогрев станка	Сопоставление основано
Компоненты станка	Шпиндели и оси	80 %		10 %		10 %		При обычном времени работы
	Модуль мониторинга	100 %						
	Компоненты ЧПУ	100 %						
	Конвейер для сбора стружки					100 %		
	Туманоуловитель					100 %		
	Гидравлическая система			80 %	20 %			При обычном включении гидравлики
	Система кондиционирования жидкости		50 %			25 %	25 %	
	Насос для охлаждения шпинделя						100 %	
	Охлаждающий вентилятор						100 %	
	Модуль рекуперации энергии вентилятора						100 %	
	Система кондиционирования воздуха с ЧПУ						100 %	
	Воздушный компрессор		75 %			25 %		При обычном использовании сжатого воздуха

Рисунок 7 — Пример количественного функционального распределения, данные приведены в процентах

Примечание — При назначении компонентов станка нескольким обобщенным функциям определение соответствующих долей может быть неточным. Однако назначение компонентов станка одной обобщенной функции не позволяет провести надлежащий системный анализ, если компоненты станка определены для более чем одной обобщенной функции. При отсутствии данных измерений и/или научных обоснований, взвешенное предположение дает более четкое представление о системном анализе, чем исключение сложных зависимостей между компонентами станка и обобщенными функциями.

6.4 Значимые функции и компоненты станка

6.4.1 Значимые функции станка

За счет анализа энергии, потребляемой различными функциями или подфункциями станка, определяют функцию(и), наиболее значимую(ые) с точки зрения энергопотребления на этапе эксплуатации станка, которыми являются те функции (в порядке убывания), которые находятся в верхней части данного упорядоченного списка и на совокупный итог которых приходится не менее 80 % от общего объема энергии, потребляемой станком.

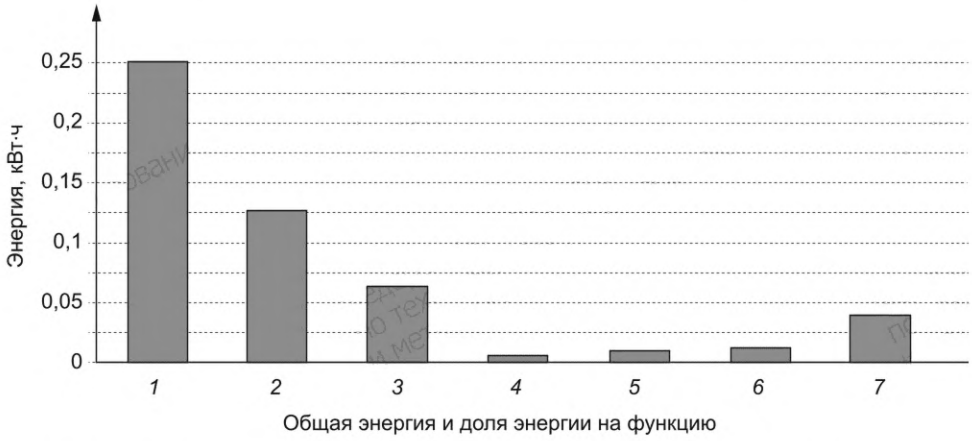
Примечание — Предельное значение 80 % выбрано в соответствии с имеющейся информацией и с учетом неопределенности измерений энергии или мощности.

Измеряют энергопотребление станка. На этапе проектирования также можно рассчитать или смоделировать энергопотребление станка. Для представления результатов этого расчета можно использовать профиль энергопотребления станка, как показано на рисунке 8. Такие профили приводят вместе с указанием режимов работы и/или цикла испытаний исследуемого станка и/или обрабатываемого образца; режимы работы и циклы испытаний и/или обрабатываемых образцов должны быть определены по стандартам или согласованы между изготовителем/поставщиком и пользователем станка.

Для сравнения следует сопоставить режимы работы и циклы испытаний или испытательные образцы, в том числе по дополнительным параметрам, таким как условия окружающей среды, время работы и точность испытательного образца.

Рекомендуется определять мощность, а не энергию, чтобы можно было учесть статистическую продолжительность времени, проведенного в различных режимах работы (в соответствии с 3.7). Для этой цели в качестве статистических данных, основанных на наблюдениях за работой станков в условиях промышленного использования, могут применяться временные исследования, содержащие статистические распределения времени, проведенного в соответствующих режимах (например, согласно [11]). Даже при

наличии таких статистических данных необходимо определить общий период, за который определено энергопотребление. Примерами функциональных единиц (см. 3.11), используемых для данной цели, может быть общий период применения или общий период эффективной механической обработки.



1 — общая энергия; *2* — эксплуатация станка (процесс обработки, перемещение и контроль); *3* — процесс кондиционирования; *4* — обработка заготовок; *5* — работа с инструментом; *6* — переработка вторичного сырья и отходов; *7* — охлаждение станка

Примечание — Параметры обработки: токарная обработка стали; скорость резания — 180 м/мин; скорость подачи — 0,35 мм/об; объем среза — 1 564 331 мм^3; время резания — 440 с.

Рисунок 8 — Пример представления профиля энергопотребления станка при резке заданного образца с заданными параметрами обработки

6.4.2 Значимые компоненты станка

Наиболее значимые функции и связанные с ними компоненты являются главными объектами для повышения энергоэффективности станков. Кроме того, они должны быть оценены с точки зрения их добавленной стоимости для процесса обработки, относительного потенциала усовершенствования с помощью мероприятий, указанных в приложении А, состояния по сравнению с современными стандартами и влияния изменения компонента на станок в целом.

6.5 Достигнутые результаты

Для оценки энергоэффективности необходимым условием является количественная оценка достигнутых результатов. Результаты оценивают с помощью наблюдения (например, включение или выключение станка), подсчета (например, количество смен инструмента), измерения времени (например, продолжительность цикла, время обработки) или других измерений (например, скорость подачи оси или расход и давление подаваемого смазочного материала).

Если определение энергоэффективности включает в себя обработку заготовок, необходимо определить время их обработки, точность и другие характеристики заготовки, полученные в процессе обработки. Заготовок, не соответствующих требованиям, не учитывают в качестве достигнутого результата, однако энергию, израсходованную на их изготовление (например, энергия на материал, энергия на предварительную обработку), учитывают в качестве использованных ресурсов.

6.6 Оценка эффективности

Показатели энергоэффективности указывают в пересчете на энергопотребление станка, например: в циклах на затраченную энергию, в заготовках на потребляемую энергию.

Любые показатели энергоэффективности должны сопровождаться информацией о режимах работы, действиях, производимых станком, и условиях окружающей среды во время проведения испытания станка. Вместе с результатами испытаний необходимо указывать неопределенность измерений.

7 Порядок проектирования энергоэффективных станков

Для выполнения проектирования энергоэффективных станков (см. рисунок 9) должны быть выполнены следующие требования:

- составляют описание станка в его обобщенных функциях или подфункциях, а компоненты станка относят к обобщенным функциям или подфункциям в соответствии с 6.3;
- определяют функции, значимые для энергоэффективности на этапе эксплуатации (см. 6.4.1);
- значимые функции назначают компонентам станка (см. 6.4.2);
- значимые компоненты станка, их элементы управления и их комбинации сравнивают с современными стандартами (см. приложение А) или с предыдущим поколением данного компонента станка, элемента управления и/или их комбинации (см. раздел 8);
- обеспечивают контроль значимых компонентов и/или функций станка (см. раздел 8).

Примечание 1 — В настоящем стандарте не рассматривают другие значимые влияния исследуемого станка на окружающую среду, кроме энергопотребления станка на этапе эксплуатации. В этом случае руководством могут послужить другие стандарты или отчеты, такие как ISO/TR 14062.

Примечание 2 — Методология энергоэффективных станков (см. рисунок 9) определяет порядок проектирования, а не оценки станков.

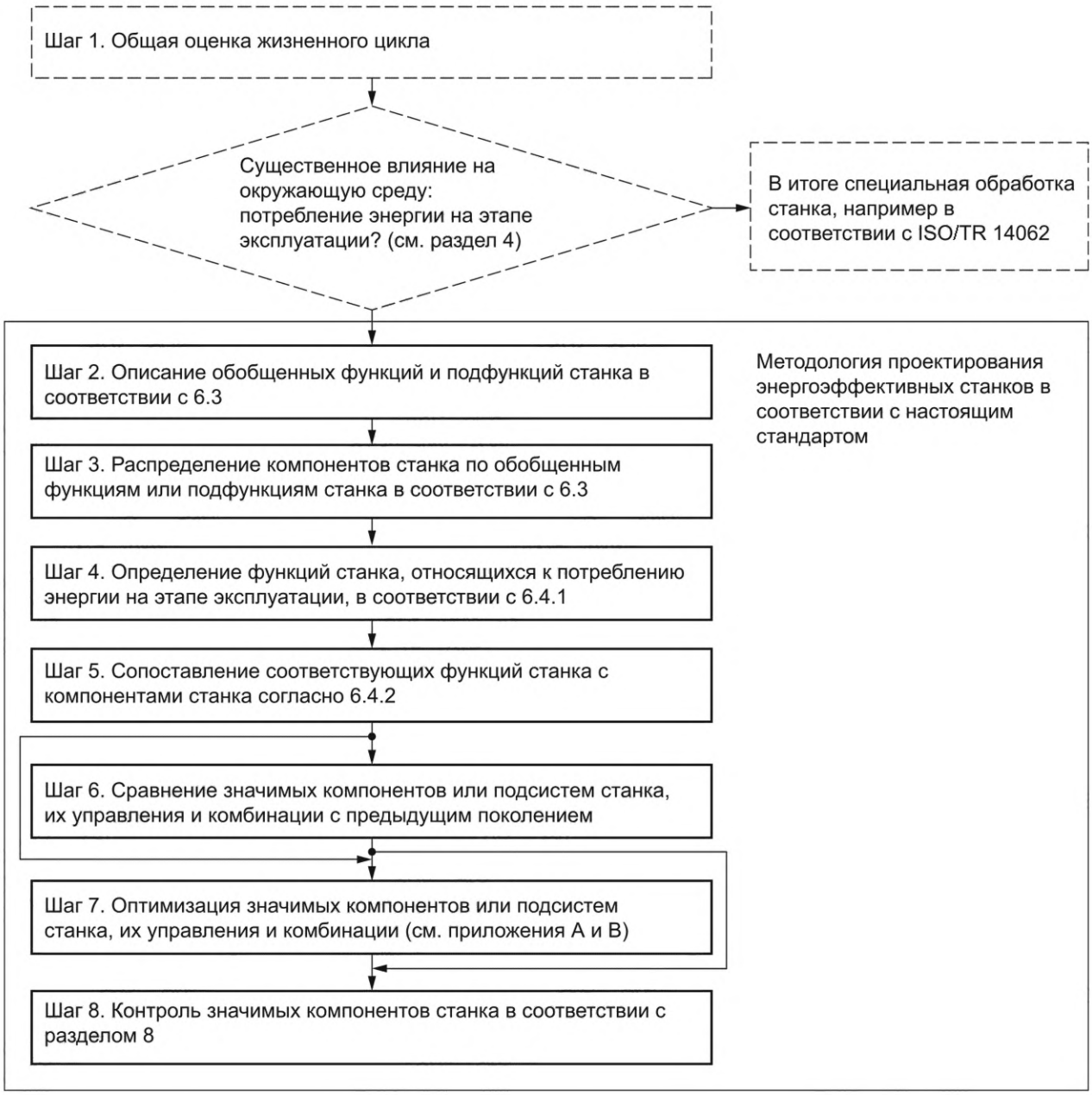


Рисунок 9 — Методология проектирования энергоэффективных станков

8 Отчетность и контроль результатов

Отчетность и контроль результатов должны включать в себя один из следующих вариантов:

- сравнение с действующими стандартами (например, качественное сравнение на основе приложения А);
- сравнение со станками предыдущего поколения с аналогичной функциональностью (характеристики, производительность, точность);
- контроль результатов, включая параметры, обеспечивающие повышение производительности, точности и функциональности станков нового поколения.

Как правило, оценку проводит производитель станка. Это позволяет производителю отслеживать усовершенствования, уделяя при этом особое внимание наиболее значимым функциям станка и его компонентам.

Если результаты представлены в виде экологического требования или квалифицированного экологического требования, должны быть выполнены следующие требования:

- заявитель несет ответственность за оценку и предоставление данных, необходимых для проверки требования;
- перед подачей требования должна быть проведена оценка для достижения надежных и воспроизводимых результатов, необходимых для проверки требования.

Более подробная информация приведена в ИСО 14021, в частности по оценке сравнительных требований, выбору методов, доступу к информации (см. ИСО 14021:2016, раздел 6), рекуперированной энергии (см. ИСО 14021:2016, раздел 7.6) и по снижению энергопотребления станка (ИСО 14021:2016, 7.9).

Примечание — Для некоторых станков и сферы их применения может потребоваться контроль температуры за пределами компонентов станка. Внедрение системы управления технологическим процессом с замкнутым циклом в некоторых случаях устраняет это требование, что приводит к экономии энергии, которая может не учитываться непосредственно при измерении энергии, подаваемой на станок. Экономия энергии зависит от местоположения предприятия и конкретных климатических условий. В таких случаях правомерно включать уточняющее требование, чтобы избежать упрощенного понимания приведенных показателей энергопотребления.

Приложение А
(справочное)

Перечень мероприятий по повышению энергоэффективности станков

В таблице А.1 приведен неполный перечень мероприятий по повышению энергоэффективности станков. Хотя данные меры направлены на повышение энергоэффективности, их внедрение следует рассматривать с учетом конкретных обстоятельств, конструкции системы, используемых технологий и применения рассматриваемого станка. Решения об их внедрении могут быть дополнительно приняты с учетом множества критериев, включая функциональность, стандартизацию, надежность, стоимость и др.

Литера «X» в графе «A» таблицы А.1 указывает на возможность применения для металлорежущих станков, в графе «B» — для гидравлических прессов, в графе «C» — для механических сервопрессов и механических пресс-машин, в графе «D» — для деревообрабатывающих станков (учтены различные технологии деревообрабатывающих станков).

Таблица А.1 — Протестированные принципы проектирования компонентов станков, элементов управления и комбинаций компонентов станков для создания энергоэффективных станков

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
1	Общая концепция станка					
1-1	Снижение массы перемещаемых грузов	При ускорении грузов требуемая энергия зависит от массы ($E = 1/2 \cdot m \cdot v^2$). Даже если при торможении часть энергии возвращается, энергия потребляется и возвращается с коэффициентом полезного действия менее единицы. Действенный способ сокращения энергии, необходимой для ускорения, заключается в снижении массы	X	X	X	X
1-2	Снижение трения	Снижение трения означает меньший механический износ и более высокое качество, а также приводит к снижению энергопотребления; возможны различные типы подшипников (подшипник качения, подшипник скольжения, гидростатический подшипник, магнитный подшипник); при выборе подшипника также учитывают экологические аспекты. Снижение трения, зависящего от скорости, должно быть оптимизировано в соответствии с характеристиками выбранной технологии привода	X	X	X	X
1-3	Оптимизация общей конструкции станка	Проверяют, что станок спроектирован в соответствии с требованиями заказчика и рабочий диапазон задан близко к оптимальной точке контакта инструмента и заготовки; избегают увеличения резервных мощностей (увеличения размеров/технического усложнения)	X	X	X	X
1-4	Конструкция, обеспечивающая обработку без предварительного прогрева	Предусмотрена автоматическая температурная компенсация	X			
1-5	Зажим заготовки	Исключение или сокращение энергии, требуемой для сохранения зажима заготовки	X			X
1-6	Разжим инструмента	Сокращение энергии для разжима инструмента	X			X
1-7	Многошпиндельные станки с несколькими заготовками	В зависимости от области применения используют многошпиндельные станки или станки с несколькими заготовками. Единовременный монтаж, совместное использование вспомогательных узлов и сокращение времени на перемещение деталей могут обеспечить более высокую энергоэффективность по сравнению с несколькими отдельными станками	X			X

Продолжение таблицы А.1

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
1-8	Сведение к минимуму количества зажимов	Сокращение непроизводительного времени повышает энергоэффективность	X			
1-9	Сочетание различных технологий обработки	Сочетание различных технологий обработки на одном станке, единовременный монтаж и регулировка приводят к повышению качества и выхода продукции, а также к повышению энергоэффективности (например, токарная обработка и фрезерование, фрезерование, растачивание и кромкооблицовка)	X			X
1-10	Зажимание оси	Использование зажимания оси вместо активного тормоза двигателя	X			X
1-11	Резервная ось	Высокое ускорение благодаря оси с коротким ходом, снижающее ускорение для тяжелой оси с большим радиусом действия	X			
1-12	Повышение производительности	При простое или низкой производительности эффективность будет снижена. Можно увеличить производительность за счет адаптивной оптимизации параметров резания	X			
1-13	Взаимодействие с потребителем для снижения потребления ресурсов	Предоставляют оператору возможность вмешаться при ожидании простоя, например кнопка для включения режима ожидания	X	X	X	X
1-14	Смена инструмента во время работы шпинделя	Предусматривают возможность смены инструмента (например, расточной головки) во время работы шпинделя, чтобы избежать замедления или ускорения вращения шпинделя (на фрезерных станках происходит частая смена инструмента)	X			X
1-15	Сокращение времени смены инструмента	Рассматривают возможность установки многопрофильных инструментов или нескольких инструментов на одном шпинделе (например, с двойным валом)	X			X
1-16	Система противовесов для вертикальных осей	Системы противовесов снижают потенциальную энергию в системах вертикального перемещения. Дополнительно возможно снижение ускорения и замедления (например, за счет пружинного крепления)	X	X	X	X
1-17	Высокоэффективный амортизатор	Амортизаторы применяют для ограничения потока материала. При отсутствии энергоэффективности необходимая энергия в основном преобразуется в тепло. Сводят к минимуму энергию, преобразуемую в тепло, используя систему управления амортизатором с низким энергопотреблением или регенеративной обратной связью		X	X	
1-18	Использование регенеративного контура для дифференциальных цилиндров	Для уменьшения перепада давления на регулирующих клапанах		X		

Продолжение таблицы А.1

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
1-19	Зажим штампа	Выбирают систему зажима с наиболее эффективной технологией. Отдают предпочтение пассивным системам зажима (например, пружинному, электрическому, магнитному зажимам)		X	X	
1-20	Технологии погрузочно-разгрузочных работ	Используют роботы-погрузчики и/или автоматизированные погрузочно-разгрузочных устройства для оптимизации непроизводственных затрат и времени на наладку		X	X	
2	Приводные устройства					
2-1	Рекуперативная обратная связь инверторной системы [например, серводвигателя, шпинделя, активные рекуперативные выпрямители (AFE)]	Блок питания способен возвращать энергию торможения в основной источник питания	X	X	X	X
2-2	Двигатели					
2-2-1	Использование энергоэффективных двигателей	Использование класса энергоэффективности в соответствии с МЭК 60034-30 и размером двигателя (эффективность/мощность) или использование двигателей с переменным магнитным сопротивлением	X	X	X	X
2-2-2	Использование управления магнитным полем	Управление магнитным полем для снижения потерь, например в асинхронных двигателях	X			X
2-3	Использование высококачественных редукторов	Качество редукторов соответствует ИСО 1328. Использование уплотнений с низким коэффициентом трения. Оптимизация смазочных материалов	X		X	X
2-4	Использование тормоза для неподвижных осей	Оси, которые не участвуют в интерполяции во время выполнения программы, отключают (импульсы удаляются) и фиксируют тормозом	X			X
2-5	Высокоэффективный инвертор	Использование инвертора с высокоэффективным силовым устройством	X	X	X	X
2-6	Замена системы с более высоким напряжением (например, 400 В) на систему с напряжением 200 В (если применимо)	Системы с более высоким напряжением (например, 400 В) обеспечивают более высокое энергопотребление за счет снижения омических потерь	X			X
2-7	Канал передачи постоянного напряжения для балансировки энергии между различными приводами	Канал передачи постоянного напряжения для балансировки энергии между различными приводами уменьшает размер блока питания	X			X
2-8	Оптимизация динамических параметров	Возможность ограничения ускорения или скорости в сигнале заданного значения позволяет повысить эффективность двигателей или оптимизировать скорость в зависимости от технологического процесса. В этом случае перегрузочную способность двигателя не используют	X	X	X	X

Продолжение таблицы А.1

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
2-9	Оптимизация мощности установленного двигателя	Выбирают двигатель, работающий с коэффициентом полезного действия, близким к оптимальному, так как избыточные размеры и перегрузки приводят к потерям энергии	X	X	X	X
2-10	Обеспечение наиболее эффективной приводной системы	Обеспечивают наиболее эффективную приводную систему для условий эксплуатации, в которых в основном работает станок. Сравнивают энергоэффективность различных типов приводных систем (рассматривают, например, прямой привод насоса для процессов с коротким циклом, аккумуляторный привод для процессов с длительным циклом) (см. 3-1)		X		X
2-11	Использование системы аккумуляторов с несколькими уровнями давления для главной оси	Системы аккумуляторов с несколькими уровнями давления уменьшают перепад давления между аккумулятором и приводом		X		X
2-12	Приводные системы накопления энергии с прямым подключением для главных приводов	Поддержка накопителей энергии с прямым подключением может снизить установленную мощность главных двигателей (например, маховика)			X	
2-13	Приводные системы с непрямой связью для основных приводов с накопителем энергии	Используют приводные системы с накопителем энергии для снижения пиковой мощности (например, маховики с электрической связью, конденсаторные батареи)		X	X	
2-14	Интеллектуальное управление приводами	Интеллектуальное управление приводами позволяет отключать энергопотребителей, когда в этом отсутствует необходимость (например, электродвигатели)	X	X	X	X
2-15	Минимизация резервной мощности/конфигурация инверторной системы в соответствии с требованиями заказчика	Выбирают подходящий инвертор: - инвертор должен соответствовать размеру двигателя; - увеличение размера может привести к потерям энергии	X	X	X	X
3	Гидравлические системы					
3-1	Выбор оптимальной подсистемы привода (система двигатель — насос)					
3-1-1		Различные функции/последовательности создают потребность в насосных системах, соответствующих профилю требований (комбинации насосов, например, насосы высокого давления/низкого давления, насосы с регулируемым или фиксированным рабочим объемом)	X	X	X	X
3-1-2		Потребляемая мощность зависит от цикла нагрузки [постоянная скорость в прерывистом режиме работы, переменная скорость (смена полюсов, регулирование скорости) с помощью серводвигателей или асинхронных двигателей]	X	X	X	X

Продолжение таблицы А.1

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
3-1-3		Выбирают подходящий размер и тип двигателя и насоса, чтобы избежать превышения габаритов и обеспечить работу насоса в оптимальном диапазоне производительности	X	X	X	X
3-1-4		Временное накопление гидравлической энергии для обеспечения оптимального соответствия между приводом насоса и циклом нагрузки, а также для компенсации пиковых нагрузок (потенциальное сокращение мощности) (например, при зарядке аккумулятора)	X	X	X	X
3-1-5		Насосы с регулируемой скоростью вращения и насосы с переменным рабочим объемом позволяют регулировать давление с помощью переменной скорости вместо регулирующего клапана	X	X	X	
3-2	Подбор уровня давления в соответствии с циклом нагрузки и различными приводами станка					
3-2-1		Регулировку давления осуществляют с помощью насоса с переменным рабочим объемом, насоса с регулируемой скоростью вращения или циркуляционного насоса с нулевым давлением	X	X	X	X
3-2-2		Используют приводы, рассчитанные на работу при одинаковом уровне давления (без потерь на снижение давления)	X	X	X	X
3-2-3		Регулируют давление с помощью приводных систем с регулируемым давлением (например, приводы с переменной скоростью вращения, насосы с регулируемым давлением и переменной производительностью)	X	X	X	X
3-2-4		Используют гидроусилители для отдельных приводов, которым требуется более высокое давление	X	X	X	X
3-2-5		Включение/выключение или режим ожидания с учетом критериев безопасности	X	X	X	X
3-3	Уменьшение гидравлических потерь/утечек					
3-3-1		Используют системы управления рабочим объемом вместо систем управления дроссельной заслонкой	X	X	X	X
3-3-2		Уменьшают внутреннюю утечку (например, используют седельные клапаны в блоке зарядки аккумулятора или гидравлическую систему зажима)	X	X	X	X
3-3-3		Оптимизируют конструкцию гидравлических линий и уменьшают гидравлическое сопротивление	X	X	X	X
3-3-4		Рассматривают стратегию распределенного питания	X	X	X	X
3-3-5		Используют клапаны с регулируемым приводом и низким расходом масла		X	X	X

Продолжение таблицы А.1

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
3-3-6		Используют коллекторы с низкими перепадами давления	X	X	X	X
3-4	Определение размеров труб и патрубков	Оптимизируют конструкцию трубопровода (длину, диаметр и т. д.) и уменьшают сопротивление потоку. Трубы и патрубки приводят к потерям на трение и, следовательно, к потерям энергии. Также труба или патрубок приводят к падению давления, что отрицательно сказывается на энергоэффективности станка. Длина, внутренний диаметр, расход и радиус установки труб, патрубков и фитингов должны быть оптимизированы для конкретного применения. Функции должны быть определены и описаны там, где это требование применимо	X	X	X	X
3-5	Повышение энергоэффективности электромагнитных клапанов					
3-5-1		Используют импульсные клапаны (с фиксатором), которые потребляют энергию только во время переключения	X	X	X	X
3-5-2		Используют соединители клапанов со встроенным автоматическим уменьшением тока удержания, например с широтно-импульсной модуляцией	X	X	X	X
3-5-3		При необходимости используют клапаны с электромагнитами мощностью 8 Вт. Возможность использования электромагнитов малой мощности зависит от функции, поскольку они обеспечивают меньшее усилие переключения	X	X	X	X
3-6	Контроль утечек	Внутренняя утечка приводит к потерям энергии. Контроль утечек выявляет превышение расхода (например, неплотно прилегающие фитинги в резервуаре, изношенные клапаны или насосы)	X	X	X	X
3-7	Низкое сопротивление потоку	Избегают потерь, вызванных сопротивлением потоку (например, при выборе размера клапана и характеристик пружины учитывают оптимальный перепад давления)	X	X	X	X
3-8	Высокоэффективное создание дополнительного давления	Избегают использования клапанов сброса давления или редукционных клапанов для регулировки давления, создают давление на соответствующем уровне (например, используют насосы с регулируемой скоростью, насосы с переменным расходом, насосы с прерывистым режимом работы) (см. 3-1)	X	X	X	X
3-9	Цикл прогрева	Завершают цикл прогрева в максимально сжатые сроки, используют фактическую температуру масла для управления прогревом. Если применимо, заменяют электрические нагреватели на гидравлические с учетом начальной температуры	X	X	X	X

Продолжение таблицы А.1

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
3-10	Температура масла	Работают в оптимальном температурном диапазоне. Выбирают класс вязкости масла, соответствующий ожидаемому диапазону температур окружающей среды	X	X	X	X
3-11	Охлаждение масла	Используют водяное охлаждение вместо воздушного. Водяное охлаждение более эффективно, и воду можно использовать в помещении для других целей. Рекуперация энергии охлаждения может быть использована для подогрева пола, подачи теплой воды и т. д.	X	X	X	X
3-12	Общая система	Оптимизация всей гидравлической системы, например количества необходимого масла	X	X	X	X
4	Пневматические системы					
4-1	Оптимизация системы подачи сжатого воздуха с минимальными потерями (разграничение уплотнительного воздуха и пневматических приводов)					
4-1-1		Один основной выключатель	X	X	X	X
4-1-2		Возможность отдельного отключения для конкретных модулей	X	X	X	X
4-1-3		Интеллектуальный порядок отключения	X	X	X	X
4-1-4	Предотвращение утечек	Индикатор утечек (контроль по требованию). Одной из основных устранимых причин низкой энергоэффективности является утечка в напорных трубопроводах и трубах. В системе управления станка должны быть внедрены системы контроля утечек и состояния, позволяющие легко обнаруживать и устранять утечки	X	X	X	X
4-1-5	Уменьшение холостого объема	Расстояние между клапаном и цилиндром должно быть минимальным. Длинные трубы представляют собой холостой объем, который приводит к значительным потерям энергии при каждом цикле переключения при нагнетании и сбросе давления. Такое количество сжатого воздуха будет потрачено впустую	X	X	X	X
4-1-6	Направленное отключение ненужных ответвлений	Проверяют, требуется ли создавать давление во всех ответвлениях пневматических контуров во всех режимах работы станка. Если не требуется, отключают эти ответвления, чтобы предотвратить потери энергии, вызванные ненужным объемом	X	X	X	
4-1-7	Определение размеров труб и патрубков	Оптимизируют конструкцию трубопровода (длину, диаметр и т. д.) и уменьшают сопротивление потоку. Трубы и патрубки приводят к потерям на трение и, следовательно, к потерям энергии, а также к падению давления, что отрицательно сказывается на энергоэффективности станка. Длина, внутренний диаметр, расход и радиус установки труб, патрубков и фитингов должны быть оптимизированы в зависимости от области применения	X	X	X	X

Продолжение таблицы А.1

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
4-1-8	Правильная компоновка пневматических приводов	Пневматические приводы, например цилиндры, не должны быть чрезмерно большими. В результате снижается потребление воздуха и, следовательно, энергопотребление. Компоновка пневматической системы и ее компонентов должна быть адаптирована к потребностям станков	X	X	X	X
4-1-9	Снижение давления	Проверяют влияние снижения давления на производительность станка (в зависимости от области применения снижение давления на 1 бар может привести к повышению эффективности на 10 %). Снижение давления не должно оказывать негативного влияния на корректную работу станка	X	X	X	X
4-2	Оптимизация усилия цилиндра для выполнения требуемой функции		X	X	X	X
4-3	Уплотнительный воздух	При необходимости подачи больших объемов уплотнительного воздуха (P <0,2 МПа) (более 0,3 $м^3$/мин) небольшой компрессор низкого давления или аналогичные устройства обычно обеспечивают большую эффективность, чем сжатый воздух от редуктора	X			
4-4	Высокоэффективные очистительные вентиляторы	Оптимизированная конструкция очистительных вентиляторов снижает потребность в подаче воздуха				X
4-5	Отключение очистительных вентиляторов, когда они не нужны для технологического процесса	Прямое отключение ненужных очистительных вентиляторов предотвращает потерю давления подачи воздуха, когда очистка не требуется				X
4-6	Оптимизация расположения датчиков	Оптимизированное расположение датчиков позволяет избежать использования очистительных вентиляторов				X
4-7	Общая система	Оптимизируют всю систему в целом после оптимизации подсистем	X	X	X	X
5	Вакуумные системы					
5-1	Использование энергоэффективных вакуумных насосов	Различные принципы работы насосов приводят к их разной эффективности. Сухие кулачковые насосы более эффективны, чем пластинчато-роторные вакуумные насосы	X			X
5-2	Использование вакуумных насосов с регулируемой скоростью (с инвертором)	Автоматическая оптимизация вращения двигателя насоса в зависимости от требуемого вакуума (с помощью вакуумметра)	X			X
5-3	Оптимизация контроля вакуума на опоре заготовки	Управление различными зонами вакуума на опоре заготовки	X			X
6	Электрические системы					
6-1	Минимизация потерь энергии в источниках питания	Оптимизируют высокоэффективные трансформаторы или преобразователи напряжения вместо обычных трансформаторов (например, используют регулируемую коммутационную мощность для вспомогательного питания 24 В)	X	X	X	X

Продолжение таблицы А.1

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
6-2	Высокоэффективный трансформатор	Требования к нагрузке, предъявляемые к станку, не постоянны в течение всего цикла. Поэтому более эффективно устанавливать трансформаторы, оптимизированные по низким потерям Fe, вместо трансформаторов, оптимизированных по низким потерям Cu		X	X	
6-3	Учет коэффициента одновременности при проектировании энергосистемы	Чтобы избежать увеличения мощности источника питания, снижают абсолютные потери энергии. Также избегают перегрузок		X	X	X
6-4	Преобразователь/инвертор с коррекцией коэффициента мощности	Приводы с регенеративным охлаждением используют для коррекции коэффициента мощности питающей сети, снижая связанные с этим потери электроэнергии	X	X	X	X
6-5	Управление теплообменом в шкафу управления					
6-5-1		Минимизируют потери тепла, например за счет использования высокоэффективных компонентов	X	X	X	X
6-5-2		Если избежать потери тепла невозможно, его отводят (воздушным или водяным охлаждением). Для повторного использования тепловой энергии предпочтение отдают воде, а не воздуху. Дальнейшее использование тепла уточняют/обсуждают с заказчиком	X	X	X	
6-5-3		При необходимости используют регулируемую вентиляцию (вентилятор)	X	X	X	X
6-5-4		Используют кондиционер с низкими эксплуатационными расходами (без воздушного фильтра) и термостатический кондиционер с функцией отключения при открытой двери	X	X	X	X
6-6	Системы освещения					
6-6-1		Используют энергоэффективные системы освещения	X	X	X	X
6-6-2		Автоматическое выключение систем освещения, когда в этом отсутствует необходимость	X	X	X	X
6-7	Общая система	Оптимизируют систему в целом после оптимизации подсистем	X	X	X	X
7	Технологическая система отопления					
7-1	Автоматическое отключение инфракрасных ламп в соответствии с технологическим процессом					X
7-2	Автоматическое переключение подачи горячего воздуха в режим низкого потребления в соответствии с технологическим процессом	Переключают в режим низкого потребления вместо выключения, что позволяет быстро достичь рабочей температуры				X

Продолжение таблицы А.1

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
7-3	Автоматическое переключение нагрева клеевого бака в режим низкого потребления в соответствии с технологическим процессом	Переключают в режим низкого потребления вместо выключения, что позволяет быстро достичь рабочей температуры				X
7-4	Система мгновенного технологического нагрева	Например, использование лазерной технологии для окантовки кромок				X
7-5	Автоматическое переключение системы подогрева плит в режим низкого потребления в соответствии с технологическим процессом	Переключают в режим низкого потребления вместо выключения, что позволяет быстро достичь рабочей температуры				X
8	Система охлаждения/смазки					
8-1	Терморегулирование всех охлаждающих устройств, включая охлаждающее устройство для станка и/или его модулей	Оптимизируют концепцию терморегулирования всех охлаждающих устройств				
8-1-1		Минимизация потерь тепловой энергии	X	X	X	
8-1-2		Если потерь тепловой энергии избежать невозможно, их рассеивают за счет воздушного или водяного охлаждения. Для повторного использования тепловой энергии предпочтение отдают воде, а не воздуху. Дальнейшее повторное использование тепловой энергии проверяют/обсуждают с заказчиком (рассматривают, например, стандартизованный интерфейс)	X	X	X	X
8-1-3		При необходимости используют регулируемую вентиляцию (вентилятор)	X	X	X	X
8-2	Компоненты с регулируемой температурой	Применяют прямое охлаждение компонентов в зависимости от технологического процесса (охлаждение у источника)	X	X	X	
8-3	Охлаждение в зависимости от потребности	Применяют охлаждение в зависимости от потребности (например, заменяют двигатели, подключенные к сети, на инверторные двигатели, регулируют температуру подачи охлаждающей воды и т. д.)	X	X	X	
8-4	Рассмотрение прикладных подсистем с точки зрения синергетического эффекта	Для максимальной экономии энергии часто недостаточно рассматривать только отдельные компоненты и модули, которые используют для выполнения отдельных функций. Кроме того, следует проверить, возможно ли продлить срок использования блока питания (например, гидравлического), особенно в периоды простоя, когда он может обеспечивать питание или приводить в действие другие функции машины. В дополнение к повышению общего КПД блока питания за счет более эффективного использования можно отказаться от полного привода (например, от подачи охлаждающей жидкости под высоким давлением) и сэкономить значительную часть ранее потреблявшейся энергии (избежать электрических и механических потерь)	X			

Продолжение таблицы А.1

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
8-5	Смазочные насосы	Активный режим работы системы охлаждения и смазки в зависимости от потребности:				
8-5-1		Используют насосы периодического действия	X	X	X	X
8-5-2		Используют насосы с регулируемым расходом	X	X	X	X
8-5-3		Используют регулируемое давление	X	X	X	X
8-5-4		Вместо применения ограничительных диафрагм устанавливают насос с расходом, не превышающим достаточного, и распределитель	X	X	X	
8-6	Минимальное количество смазки (MQL)	Используют MQL, когда это применимо и выгодно	X			X
9	Вытяжные шкафы для удаления стружки и пыли					
9-1	Оптимизация конструкции вытяжных шкафов для удаления стружки и пыли	Благодаря оптимизации конструкции можно снизить перепад давления и повысить эффективность вытяжных шкафов				X
9-2	Автоматическое управление задвижками каждого вытяжного шкафа в соответствии с технологическим процессом	Закрытие задвижек неиспользуемых агрегатов позволяет экономить электроэнергию				X
10	Другие насосы					
10-1	Использование энергоэффективных насосов	Различные принципы работы насосов приводят к различной эффективности работы насосов	X	X	X	X
10-2	Использование энергоэффективных насосно-двигательных агрегатов	Принцип работы насоса и его размеры в сочетании с электродвигателем влияют на эффективность работы агрегата. Принцип работы насоса, его размер и скорость должны быть выбраны таким образом, чтобы насосная система работала как можно дольше с максимальной эффективностью (см. 3-1)	X	X	X	X
11	Прочие периферийные устройства					
11-1	Оптимизация управления другими периферийными устройствами в соответствии с технологическим процессом	Рассматривают возможность управления периферийными устройствами в зависимости от режима работы, например: системой удаления стружки и лома, системой удаления конденсата и маркерами	X	X	X	X
12	Руководство по эффективному использованию энергии					
12-1	Оптимизация обработки заготовок					

Продолжение таблицы А.1

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
12-1-1		Обработка заготовки на станке за счет моделирования вне станка позволяет избежать неэффективного использования рабочего времени; также возможно использование на этапе разработки концепции станка. Непроизводительное время может быть сведено к минимуму, если обеспечить среду моделирования для виртуальной настройки, позволяющую имитировать исключение возможных столкновений и имитировать оптимизацию траекторий движения инструмента	X			X
12-1-2		Обработка заготовки методом пробной обработки вне станка позволяет избежать неэффективного использования рабочего времени; также возможно использование на концептуальном этапе проектирования станка		X	X	
12-2	Меры по сокращению производства металлолома	Контроль штампов, управление технологическим процессом, оптимальное использование сырья — минимизация отходов и отсутствие брака в производстве		X	X	X
12-3	Предоставление информации пользователю, чтобы сократить потребление ресурсов					
12-3-1		Информирование пользователя об энергосберегающем применении станка (например, программирование включения/выключения вспомогательных устройств с помощью руководства пользователя и обучения). Предоставляют информацию оператору, например, как действовать в случае ожидаемого простоя	X	X	X	X
12-3-2		Информирование пользователя об оптимизированных перемещениях оси. Средства оптимизации перемещений многоосевых систем (например, подающих устройств, роботов) для следования траекториям, оптимизированным с точки зрения энергопотребления (см. 12-3-1)	X	X	X	X
12-3-3		Информирование пользователя о рекуперации тепловой энергии (например, расход и температура среды)	X	X	X	X
12-4	Минимизация непроизводительного времени	При отсутствии загрузки (производства) или при низкой производительности эффективность будет снижена. Средствами повышения производительности могут быть автоматические системы смены штампов/инструмента, контроль состояния для предотвращения поломок компонентов, качественная диагностика для быстрого устранения неполадок и т. д.	X	X	X	X
12-5	Оптимизация производительности за счет сокращения времени цикла на одну деталь	Повышенная производительность снижает долю требуемой базовой нагрузки на деталь	X	X	X	X

Окончание таблицы А.1

A: металлорежущие станки; B: гидравлические прессы; C: механические (сервоприводные) прессы; D: деревообрабатывающие станки						
№	Функция для усовершенствования	Описание	A	B	C	D
13	Системы управления					
13-1	Параметры управления для различных условий эксплуатации	Предлагают способ повышения энергоэффективности за счет адаптации параметров управления к активному типу обработки. Тип метода может быть основан на различных концепциях или комбинации этих концепций: a) статические методы для ручного выбора набора параметров управления (например, включая ограничения скорости, ускорения, коэффициенты прямой передачи и обратной связи) в соответствии с целевым применением (например, различные наборы параметров для черновой и чистовой обработки); b) динамические методы автоматической адаптации параметров управления к условиям технологического процесса на динамической основе (например, применение адаптивного управления подачей, расширенного контроля положения); c) методы, позволяющие адаптировать параметры управления на основе команд повышения энергоэффективности в программе обработки деталей (например, пошаговые, такие как черновая обработка, чистовая обработка, растачивание, нарезание резьбы). Возможность настройки условий для автоматического переключения между различными режимами работы	X			X
13-2	Оптимизация по энергопотреблению с настройкой по умолчанию для условий эксплуатации — уровень энергопотребления (управление приводом по индивидуальному заказу)	Возможные условия эксплуатации — уровни энергопотребления: - выключен; - в режиме ожидания — готов к запуску (сеть включена, органы управления работают, вспомогательные и периферийные устройства выключены); - готов к работе — готов к производству (вспомогательные и периферийные устройства включены); - обработка — в зависимости от режима работы; - экранная заставка и подсветка панели управления; - интеллектуальное управление приводом, - и т. д.	X	X	X	X
13-3	Автоматическое переключение режимов работы	Переключение между различными режимами работы помогает управлению приводом выбрать наиболее эффективный режим	X	X	X	X
13-4	Оптимизация производственного процесса в зависимости от условий производства	Обеспечение функций управления движением для минимизации энергопотребления (например, оптимизация времени производства в сравнении с энергоэффективным производством, оптимизация точности производства в сравнении с энергоэффективным производством)	X			X
13-5	Регистрация или контроль потребляемой энергии вместе с производственными данными	Информация об энергии, подаваемой на станок в различных условиях эксплуатации (например, количество заготовок/кВт·ч), помогает пользователю внедрять системы управления энергопотреблением	X	X	X	X

Приложение В
(справочное)

Пример применения методики на станке

Конкретный испытуемый станок:

- тип станка: 5-осевой обрабатывающий центр;
- ход оси: *X*: 1000; *Y*: 1000; *Z*: 800 мм;
- масса станка: 14 000 кг;
- номинальная мощность шпинделя: 35 кВт;
- вспомогательное оборудование станка: встроенное устройство смены инструмента.

К методологии проектирования относят нижеприведенные шаги (см. рисунок 9).

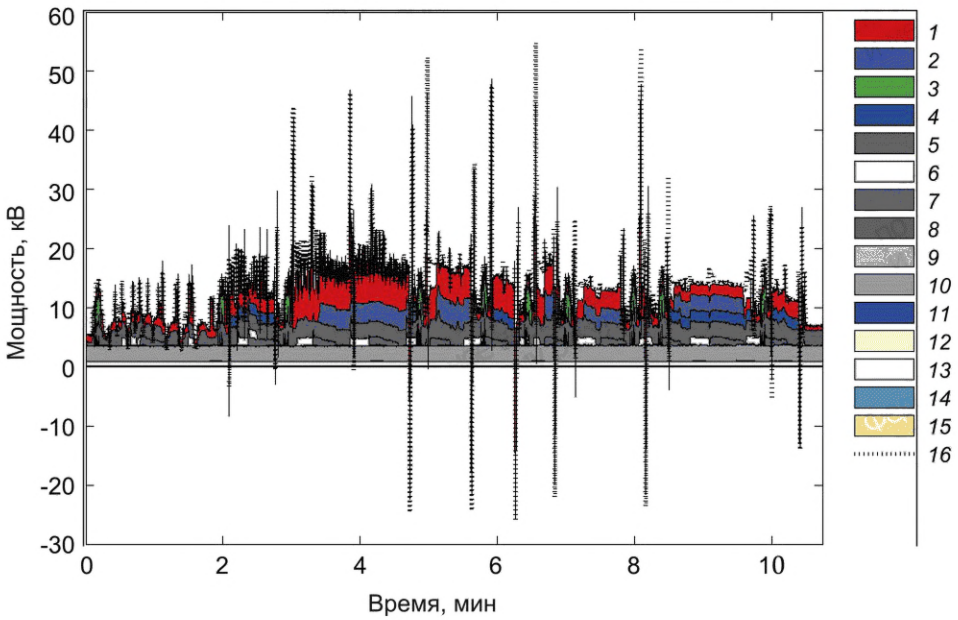
Шаг 1. Потребление энергии на этапе эксплуатации является наиболее значимым фактором влияния на окружающую среду.

Шаг 2. Описание обобщенных функций и подфункций станка:

- управление станком: шпиндель и ось; питание 230 В переменного тока и 24 В постоянного тока;
- процесс кондиционирования: подача смазочного материала внутри и снаружи, повторное охлаждение смазочного материала, конвекция воздуха путем удаления конденсата;
- обработка заготовки: ручная загрузка → отсутствие функции станка;
- работа с инструментом или замена штампа: устройство для смены инструмента, гидравлический зажим;
- переработка вторичного сырья и отходов: очистка от стружки, транспортер стружки, фильтрация стружки, уплотнительный воздух, удаление конденсата;
- охлаждение/прогрев станка: подача смазки, охлаждение электрического шкафа.

Шаг 3. Распределение компонентов станка по обобщенным функциям или подфункциям станка.

В приведенном примере для эталонного сценария процесса создан график области на уровне компонентов.



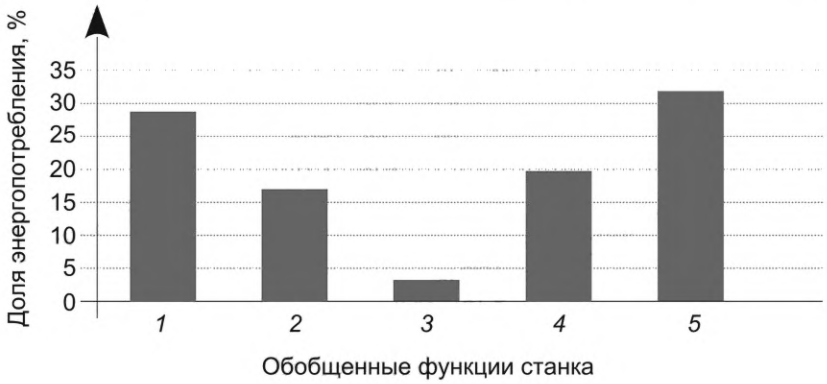
1 — шпиндель и ось; *2* — внутреннее охлаждение насоса/инструмента; *3* — гидравлический насос; *4* — наружное охлаждение насоса/инструмента; *5* — сжатый воздух; *6* — насос для удаления стружки; *7* — насос для циркуляции смазочного материала; *8* — устройство для смены инструмента; *9* — конвейер для стружки; *10* — устройство для повторного охлаждения; *11* — устройство для фильтрации стружки; *12* — питание 230 В переменного тока; *13* — удаление конденсата; *14* — охладитель для электрического шкафа; *15* — питание 24 В постоянного тока; *16* — общая мощность

Рисунок В.1 — Построение области на уровне компонентов для эталонного процесса

Таблица В.1 — Список компонентов и функциональное отображение

		Функции станка						Примечание
		Управление станком (процесс обработки, перемещение и контроль)	Процесс кондиционирования	Обработка заготовок	Работа с инструментом или замена штампа	Переработка вторсырья и отходов	Охлаждение/прогрев станка	
Компоненты станка	ЧПУ: шпиндель и ось	100 %						
	Внутреннее охлаждение насоса/инструмента		70 %			30 %		Причиной повышения давления являются стружки
	Гидравлический насос				100 %			
	Наружное охлаждение насоса/инструмента		80 %				20 %	Основное для процесса
	Сжатый воздух					100 %		Смазка отсутствует, не требуется
	Насос для удаления стружки					100 %		Стружка отсутствует, не требуется
	Насос для циркуляции смазочного материала		90 %				10 %	Основное для процесса
	Устройство для смены инструмента				100 %			
	Конвейер для стружки					100 %		
	Устройство для повторного охлаждения		20 %				80 %	Постоянная нагрузка для охлаждения шпинделя
	Устройство для фильтрации стружки					100 %		
	Питание 230 В переменного тока	100 %						Присвоено произвольно из-за незначительной доли
	Удаление конденсата		10 %			80 %	10 %	Конвекция воздуха является побочным продуктом удаления конденсата
	Охладитель для электрического шкафа						100 %	
	Питание 24 В постоянного тока	100 %						Присвоено произвольно из-за незначительной доли

Шаг 4. Определение функций станка, значимых для энергопотребления на этапе эксплуатации.

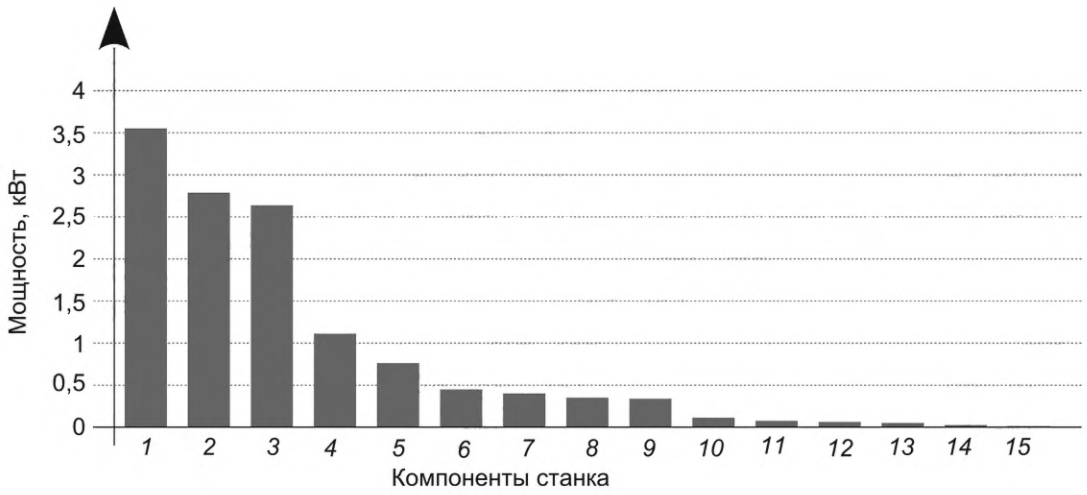


1 — эксплуатация станка; *2* — процесс кондиционирования; *3* — работа с инструментом; *4* — охлаждение/прогрев станка; *5* — обращение с отходами

Рисунок В.2 — Доля энергии в эталонном процессе, %

При применении функционального подхода уделено внимание (в порядке приоритетности):
- обращению с отходами и эксплуатации станка;
- охлаждению/прогреву станка и процессу кондиционирования;
- работе с инструментом.

Приведен расчет средней мощности по приведенным выше измерениям.



1 — ЧПУ: шпиндель и ось; *2* — сжатый воздух; *3* — устройство для повторного охлаждения; *4* — внутреннее охлаждение насоса/инструмента; *5* — удаление конденсата; *6* — наружное охлаждение насоса/инструмента; *7* — насос для циркуляции смазочного материала; *8* — гидравлический насос; *9* — насос для удаления стружки; *10* — охладитель для электрического шкафа; *11* — конвейер для стружки; *12* — питание 230 В переменного тока; *13* — устройство для смены инструмента; *14* — устройство для фильтрации стружки; *15* — питание 24 В постоянного тока

Примечание — Использование позиций *10—15* имеет второстепенное значение.

Рисунок В.3 — Средняя мощность в эталонном процессе, кВт

Шаг 5. Сопоставление значимых функций станка с компонентами станка.

Работу с инструментом не учитывают из-за малой доли в соответствии с шагом 4.

Таблица В.2 — Сопоставление значимых функций станка с компонентами станка

			Функции станка			
			Управление станком (процесс обработки, перемещение и контроль)	Процесс кондиционирования	Переработка вторичного сырья и отходов	Охлаждение/прогрев станка
Снижение приоритета	Компоненты станка	ЧПУ: шпиндель и ось	100 %			
		Сжатый воздух			100 %	
		Устройство для повторного охлаждения		20 %		80 %
		Внутреннее охлаждение насоса/инструмента		70 %	30%	
		Удаление конденсата		10 %	80 %	10 %
		Наружное охлаждение насоса/инструмента		80 %		20 %
		Насос для циркуляции смазочного материала		90 %		10 %
		Насос для удаления стружки			100 %	

Шаг 6. Сравнение значимых компонентов станка, элементов управления и их комбинаций с предыдущим поколением (и/или с современным оборудованием).

Рекомендации приведены в приложении А.

Таблица В.3 — Сравнение компонентов станка

Таксономические/метрические показатели	Технология	Проектирование системы: определение доли компонентов	Управление в зависимости от требований	Сравнение с предыдущим поколением
+	Наилучшая доступная технология	Корректная базовая нагрузка и/или ее отсутствие	Управление по замкнутому контуру	Эффективность выросла >20 %
0	Стандартная технология	Превышение <20 % и/или умеренная базовая нагрузка	Управление с разомкнутым контуром	Эффективность выросла >0 %...20 %
—	Базовая технология низкого качества, ниже среднерыночной	Превышение >20 % и/или высокая базовая нагрузка	Управление отсутствует	Отсутствие улучшений или ухудшение
Компоненты				
ЧПУ: шпиндель и ось	+	0	+	0
Сжатый воздух	0	—	—	—
Устройство для повторного охлаждения	0	—	+	0

Окончание таблицы В.3

Таксономические/метрические показатели	Технология	Проектирование системы: определение доли компонентов	Управление в зависимости от требований	Сравнение с предыдущим поколением
Внутреннее охлаждение насоса/инструмента	+	0	0	0
Удаление конденсата	+	—	0	0
Наружное охлаждение насоса/инструмента	+	—	0	0
Насос для циркуляции смазочного материала	0	0	0	0
Насос для удаления стружки	—	0	0	—

Шаг 7. Оптимизация станка.

Оптимизацию проводят на основе рекомендаций, приведенных в приложении А, с учетом результатов шага 6.

Шаг 8. Контроль значимых компонентов станка.

С учетом доли энергии (шаг 4 и шаг 5) и потенциал для усовершенствования (шаг 6) дальнейшие мероприятия по усовершенствованию для данного конкретного случая сгруппированы следующим образом в порядке убывания приоритета:

- сжатый воздух;
- устройство для повторного охлаждения;
- внутреннее охлаждение насоса/инструмента;
- удаление конденсата;
- наружное охлаждение насоса/инструмента;
- насос для удаления стружки;
- ЧПУ: шпиндель и ось.

Примечание — В настоящем приложении рассмотрен только один пример, для других станков порядок может отличаться.

Приложение С
(справочное)

Режимы работы

Таблица С.1 — Примерные режимы работы металлорежущего станка

Примеры режима работы	Электрическая сеть	Управление станком	Периферийные устройства	Обрабатывающий блок станка	Блок контроля станка	Оси станка
«Выключен»	«Выключен»	«Выключен»	«Выключен»	«Выключен»	«Выключен»	Не двигаются
«Режим ожидания», периферийные устройства выключены	«Включен»	«Включен»	«Выключен»	«Выключен»	«Выключен»	Не двигаются
«Режим ожидания», периферийные устройства включены	«Включен»	«Включен»	«Включен»[a]	«Выключен»	«Выключен»	Не двигаются
«Готов к работе»	«Включен»	«Включен»	«Включен»[a]	«Ожидание»	«Ожидание»	Не двигаются
«Прогрев»	«Включен»	«Включен»	«Включен»[a]	«Включен» Не обрабатывает	«Включен»	Двигаются
«Обработка»	«Включен»	«Включен»	«Включен»[a]	«Включен» Идет обработка	«Включен»	Двигаются

[a] «Включено» для периферийного устройства может означать только состояние «Разблокировано», поскольку работа периферийного устройства может зависеть от дополнительных условий, например: работа устройства охлаждения рабочего пространства связана с температурой окружающей среды.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ISO/TR 14062:2002	IDT	ГОСТ Р 57326—2016/ISO/TR 14062:2002 «Экологический менеджмент. Интегрирование экологических аспектов в проектирование и разработку продукции»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта: - IDT — идентичный стандарт.		

Библиография

[1] ISO 1328 (all parts) Cylindrical gears — ISO system of accuracy

[2] ISO 4413 Hydraulic fluid power — General rules and safety requirements for systems and their components

[3] ISO 4414 Pneumatic fluid power — General rules and safety requirements for systems and their components

[4] ISO 11011 Compressed air — Energy efficiency — Assessment

[5] ISO 14040:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework

[6] ISO 50001 Energy management systems — Requirements with guidance for use

[7] IEC 60034-40 Rotating electrical machines — Part 40

[8] ISO/TC 39/WG 12 № 022 Eco-design potential in Swiss industry, English translation from: Züst R., Züst S., Studer S. Eco-design-Potenzialanalyse in der Schweizer MEM-Industrie — eine explorative Studie (2009), swissmem

[9] Massachusetts University Centre for Energy Efficiency and Renewable Energy (US Department of Energy). http://gost.e-ecolog.ru

[10] Sauls J., & Powell G. Ingersoll Rand/Trane, La Crosse, WI, US. Influence of Manufacturing and Operational Effects on Screw Compressor Rotor Pair Clearances. Schraubenmaschinen 2010 (Dortmund Compressor Conference), VDI, October 2010

[11] Methodology for systematic analysis and improvement of manufacturing unit process life cycle inventory (UPLCI) Part 1: Methodology Description- Kellens, K., Dewulf, W., Overcash, M., Hauschild, M. and Duflou, J.R. (2011). Int. J. Life Cycle Assess. DOI: gost.e-ecolog.ru

[12] Methodology for systematic analysis and improvement of manufacturing unit process life cycle inventory (UPLCI) Part 2: Case Studies, Kellens, K., Dewulf, W., Overcash, M., Hauschild, M. and Duflou, J.R. (2011). The International Journal of Life Cycle Assessment. DOI: gost.e-ecolog.ru s11367−011−0352−0

[13] Helu M. Vijayaraghavan, Dornfeld, D., 2011. Evaluating the relationship between use phase environmental impacts and manufacturing process precision, CIRP Annals — Manufacturing Technology 60(2011) 49—52

[14] Kellens K., Dewulf W., Duflou J.R. Machine tool-oriented eco-design perspectives based on systematic manufacturing process impact assessment, Proceedings of 6th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, Sapporo, 7—9 December 2009, ISBN 978-4-88898-192-7, pp. 741—746

[15] Dahmus J.B., & Gutowski T.G. An environmental analysis of machining. Proceedings of IMRCEE 2004, November 13—19, Anaheim, California, USA

[16] Gontarz A., Weiss L., Wegener K. Evaluation Approach with Function-Oriented Modelling of Machine Tools. Proceedings of Sustainable and Intelligent Manufacturing SIM. IST PRESS, Leiria, Portugal, 2011, pp. 61—8

[17] ISO 9000:2015 Quality management systems — Fundamentals and vocabulary

[18] ISO 9001 Quality management systems — Requirements

[19] ISO 14001 Environmental management systems — Requirements with guidance for use

[20] ISO 14021:2016 Environmental labels and declarations — Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)

[21] ISO 14031:2013 Environmental management — Environmental performance evaluation — Guidelines

УДК 621.9-504:006.354 ОКС 25.080

Ключевые слова: станки, металлорежущие станки, окружающая среда, экологические аспекты, энергоэффективность, режимы работы, функции станка, компоненты станка

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 03.12.2025. Подписано в печать 13.01.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,12. Уч.-изд. л. 4,10.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru