ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72329— 2025

Цифровая станкоинструментальная промышленность

МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ. КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Общие положения

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Твинс технологии» (ООО «Твинс технологии»), Ассоциацией «Цифровые инновации в машиностроении» (АЦИМ) и Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 070 «Станки»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 октября 2025 г. № 1214-ст

4 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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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 1
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Общие положения 4
Приложение А (справочное) Типовая структура производственного времени и расчет ключевого показателя эффективности 7
Приложение Б (справочное) Структура и расчет коэффициентов для определения ключевого показателя эффективности энергоэффективности технологического оборудования . . 9
Библиография 10

Введение

Настоящий стандарт устанавливает общие положения в области ключевых показателей эффективности для мониторинга технологического оборудования и высокотехнологических комплексов, имеющих важное значение для обеспечения конкурентоспособности и эффективного применения широкого класса продукции станкоинструментальной отрасли в условиях цифровой трансформации и создания умных (интеллектуальных) производств в ключевых отраслях промышленности.

Масштабная организация мониторинга высокотехнологичного оборудования и автоматизированных комплексов, являющихся основой цифрового и умного (интеллектуального) производства, позволяет собирать и обрабатывать большие объемы промышленных данных для объективной оценки ключевых показателей эффективности производственных систем.

Настоящий стандарт входит в комплекс стандартов цифровой станкоинструментальной промышленности и систему стандартов в цифровой промышленности.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Цифровая станкоинструментальная промышленность

МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ. КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Общие положения

Digital machine tool industry. Process equipment monitoring.
Key performance indicators. General points

Дата введения — 2026—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие положения применительно к ключевым показателям эффективности технологического оборудования на основе промышленных данных, получаемых в результате мониторинга.

Настоящий стандарт необходимо применять совместно с другими стандартами в области мониторинга состояния технологического оборудования, качества данных и интеграции автоматизированных систем управления в умном (интеллектуальном) производстве.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ Р ИСО 22400-1 Системы промышленной автоматизации и интеграция. Ключевые технико-экономические показатели (KPIs) для управления производственными операциями. Часть 1. Общие положения, понятия и терминология

ГОСТ Р 55344/ISO/TS 18876-1:2003 Системы промышленной автоматизации и интеграция. Интеграция промышленных данных для их обмена, обеспечения доступа и коллективного использования. Часть 1. Обзор и описание архитектуры

ГОСТ Р 59076 Управление корпоративное. Общие требования к оценке эффективности. Методы скоринга по ключевым показателям эффективности

ГОСТ Р 59799 Умное производство. Модель эталонной архитектуры индустрии 4.0 (RAMI 4.0)

ГОСТ Р 59962 Управление корпоративное. Руководство по определению весовых коэффициентов ключевых показателей эффективности

ГОСТ Р 71487.7 Цифровая промышленность. Качество промышленных данных. Часть 81. Оценка качества промышленных данных. Профилирование

ОК 012 Общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов (Классификатор ЕСКД) (ОКЕСКД)

ОК 015 (МК 002) Общероссийский классификатор единиц измерения (ОКЕИ)

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (классификаторов) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ,

Издание официальное

на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1

цифровая промышленность: Результат развития процессов цифровой трансформации в ключевых секторах промышленности, характеризующийся возможностью значительной части производственных структур функционировать в рамках модели умного производства или иных форм эффективного цифрового взаимодействия.

Примечание — Цифровая станкоинструментальная промышленность является системообразующим компонентом цифровой промышленности.

[ГОСТ Р 71815—2024, пункт 3.1]

3.1.2

цифровая станкоинструментальная промышленность: Результат развития процессов цифровой трансформации, характеризующийся возможностью значительной части производственных структур и предприятий отрасли функционировать в рамках модели цифрового предприятия и/или умного (интеллектуального) производства с применением новых форм цифрового взаимодействия в рамках отрасли и смежных отраслей промышленности.

Примечание — Процессы цифровой трансформации станкоинструментальной промышленности имеют стратегическое значение для долгосрочного развития отрасли в соответствии с принципами формирования цифровой промышленности в условиях цифровой экономики.

[Адаптировано из ГОСТ Р 71816—2024, статья 44]

3.1.3 **технологическое оборудование:** Комплекс машин, устройств, механизмов и инструментов, предназначенных для выполнения определенных технологических процессов или их частей.

Примечание — В результате эксплуатации технологического оборудования обеспечивается изготовление заготовок, полуфабрикатов, готовых изделий, сборочных единиц и других видов продукции в соответствии с требованиями конструкторской и технологической документации и производственными заданиями.

3.1.4 **автоматизированная система мониторинга технологического оборудования; АСМ-ТО:** Специализированный класс автоматизированной системы, предназначенный для применения в условиях действующего производства для сбора, обработки и использования достоверных данных о состоянии технологического оборудования, автоматизированных комплексов и производственных систем.

Примечания

1 Применение АСМТО наиболее эффективно для мониторинга технологического оборудования и автоматизированных комплексов, оснащенных числовым программным управлением.

2 АСМТО обеспечивает реализацию функций мониторинга для групп однотипного и разнородного технологического оборудования, сосредоточенного на производственных участках, в отдельных цехах или размещенного на разных производственных площадках.

3 АСМТО не должна оказывать влияние на выполнение функций управления, реализуемых числовым программным управлением и автоматизированной системой управления технологическим процессом.

4 АСМТО должна обладать возможностями для передачи данных в системы планирования производства, учета затрат ресурсов, организации ремонта и обслуживания технологического оборудования, оценки эффективности производства.

3.1.5

ключевой технико-экономический показатель; KPI-показатель; ключевой показатель эффективности: Показатель эффективности (конкретной бизнес-системы), поддающийся количественному определению и выраженный в терминах целей и задач предприятия.

Примечание — KPI-показатели получают непосредственно по результатам физических измерений, данных и/или из других KPI-показателей.

[ГОСТ Р ИСО 22400-1—2016, пункт 2.1.5]

3.1.6

результативность Степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов.

[ГОСТ Р ИСО 9000—2015, пункт 3.7.11]

3.1.7

эффективность: Соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами.

[ГОСТ Р ИСО 9000—2015, пункт 3.7.10]

3.1.8

ключевой показатель эффективности: Критерий эффективности или мера измерения достижения целей.

[ГОСТ Р 59076—2020, пункт 2.3]

3.1.9

динамический ключевой показатель эффективности: Величина, составляющая итоговый ключевой показатель эффективности и характеризующая достижение целей через соотношения темпов роста контрольных индикаторов между собой.

[ГОСТ Р 59076—2020, пункт 2.4]

3.1.10

рыночный ключевой показатель эффективности: Величина, составляющая итоговый ключевой показатель эффективности и характеризующая достижение целей через соотнесение контрольных индикаторов с конъюнктурой.

[ГОСТ Р 59076—2020, пункт 2.5]

3.1.11

статический ключевой показатель эффективности: Величина, составляющая итоговый ключевой показатель эффективности и характеризующая достижение целей через сопоставление ожиданий с текущими значениями контрольных индикаторов.

[ГОСТ Р 59076—2020, пункт 2.6]

3.1.12

итоговый ключевой показатель эффективности: Сумма произведений, составляющих итоговый ключевой показатель эффективности на соответствующие весовые коэффициенты.

[ГОСТ Р 59076—2020, пункт 2.7]

3.1.13

система скоринга: Система обеспечения принятия решений на основе ранжирования ключевых показателей эффективности.

[ГОСТ Р 59076—2020, пункт 2.8]

3.1.14

контрольный индикатор: Индикатор, входящий в расчет ключевого показателя эффективности.

[ГОСТ Р 59076—2020, пункт 2.2]

3.1.15

индикаторы: Величины, отражающие свойства объекта оценки.

[ГОСТ Р 59076—2020, пункт 2.1]

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АС — автоматизированная система;

АСМТО — автоматизированная система мониторинга технологического оборудования;

ДСЕ — деталь/сборочная единица;

КПЭ — ключевой показатель эффективности;

ТОиР — техническое обслуживание и ремонт;

ERP — система планирования ресурсов предприятия (enterprise resource planning);

MES — система управления производством (manufacturing execution system).

4 Общие положения

4.1 Основные принципы

4.1.1 Инновационное развитие и цифровая трансформация станкоинструментальной промышленности и смежных отраслей (см. [1], [2]) обусловливает необходимость ускоренной разработки и внедрения высокотехнологичного оборудования и автоматизированных комплексов для создания цифровых и умных (интеллектуальных) производств в соответствии с ГОСТ Р 55344 и ГОСТ Р 59799.

4.1.2 Организация и реализация процессов мониторинга технологического оборудования и оценка технических и экономических показателей результативности и эффективности его применения имеет важное значение для обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции и предприятий промышленности в целом. Технологическое оборудование относится к основным фондам предприятия, имеет высокую стоимость и связано с высокими финансовыми затратами на закупку, ввод в эксплуатацию, обслуживание, ремонт и утилизацию. Эффективность применения технологического оборудования оказывает существенное влияние на себестоимость изготовления продукции и КПЭ предприятия в целом.

4.1.3 В условиях цифрового и умного (интеллектуального) производства стоимостная оценка используемого технологического оборудования и связанного с ним производственного процесса как актива должна выполняться в соответствии с ГОСТ Р 59799, в рамках сквозных цепочек создания добавленной стоимости. Стоимостная оценка технологического оборудования как актива должна включать все виды затрат на основное и вспомогательное оборудование (энергия, основной материал, вспомогательные материалы, амортизация, содержание производственных помещений, заработная плата персонала и др.), а также затраты на аппаратно-программные комплексы, информационное и коммуникационное обеспечение.

4.1.4 В условиях развития процессов цифровой трансформации ключевых отраслей отечественной промышленности разработка и масштабное внедрение АСМТО должны обеспечивать получение достоверных промышленных данных для объективной оценки показателей надежности, организации ТОиР, результативности и эффективности применения оборудования для выполнения производственной программы.

4.1.5 Процессы сбора, обработки, хранения и последующего применения данных, получаемых в результате применения АСМТО, должны соответствовать требованиям к качеству промышленных данных согласно ГОСТ Р 71487.7 и интеграции промышленных данных для их обмена в соответствии с ГОСТ Р 55344.

4.1.6 В настоящем стандарте под КПЭ понимается критерий эффективности или мера достижения целей согласно ГОСТ Р 59962, который может быть применен для оценки широкого класса технико-экономических показателей эффективности в соответствии с ГОСТ Р ИСО 22400-1.

4.1.7 В соответствии с ГОСТ Р 59962 в контексте применения цифровых подходов к управлению в вертикально-интегрированных структурах и холдингах должны применяться методы определения весовых коэффициентов расчета итогового КПЭ на основе входящих в его состав следующих величин:

- динамический КПЭ;
- рыночный КПЭ;
- статический показатель эффективности.

4.1.8 Принятие управленческих решений и оценка эффективности и результативности по объектам корпоративного управления (производственные участки, цехи, площадки) должно основываться на основе формирования систем скоринга, учитывающих ранжирование КПЭ и контрольных индикаторов, используемых при их расчете в соответствии с ГОСТ Р 59076.

4.2 Структура и расчет ключевого показателя эффективности

4.2.1 Применительно к мониторингу технологического оборудования определение структуры и расчет КПЭ должны выполняться на основе расчета показателей (контрольных индикаторов), позволяющих судить об эффективности применения технологического оборудования в следующих аспектах:

- готовности технологического оборудования к эксплуатации и оценке показателей полезного (производительного) его использования;
- оценке соблюдения производственной и технологической дисциплины операционным персоналом;
- оценке производительности технологического оборудования;
- оценке качества изготавливаемой на технологическом оборудовании продукции;
- эффективности потребления электроэнергии, расходуемой на работу технологического оборудования;
- оценке экономических показателей эксплуатации технологического оборудования;
- обобщенных (интегральных) показателях эффективности использования технологического оборудования.

4.2.2 КПЭ являются важной частью информации, предоставляемой АСМТО пользователям в виде аналитических отчетов, которые отражают коэффициенты загрузки, готовности, производительности, качества, а также специфические для предприятия показатели, позволяющие:

- вести аналитическую работу на базе достоверных данных, в основном получаемых автоматически в режиме реального времени;
- свести до минимума зависимость от ввода данных персоналом;
- обеспечить гибкую динамическую фильтрацию показателей на уровне пользователей.

4.2.3 С учетом многообразия промышленных данных, специфики технологического оборудования и условий его применения структура КПЭ, рассчитываемая по данным мониторинга, может включать как типовые показатели, ориентированные на традиционные параметры эффективности, так и показатели, имеющие важность для конкретных производств и видов технологического оборудования.

К типовым показателям эффективности относятся наборы КПЭ:

- по использованию рабочего времени;
- углубленному анализу структуры потерь рабочего времени;
- производительности работы технологического оборудования;
- качеству изготавливаемой продукции;
- техническому состоянию технологического оборудования;
- эффективности энергопотребления и др.

Пример — Специфическими КПЭ могут быть специальные технологические параметры, зависящие от вида производства; параметры оценки экологических условий в производственных помещениях, связанные с эксплуатацией оборудования; показатели отклонений от плановых уровней выполнения сменных заданий; параметры оценки быстроты действий операционного персонала и др.

4.2.4 Применительно к технологическому оборудованию, используемому в металлообработке и машиностроительном производстве, для оценки КПЭ может быть использована типовая структура производственного времени технологического оборудования, применимая как к отдельно взятой единице оборудования, так и к совокупности производственного оборудования подразделения, предприятия в

целом, а при соблюдении определенных условий унификации, также и к корпоративным (холдинговым) объединениям предприятий.

В приложении А приведена структура и указаны принципы расчета для оценки КПЭ, характеризующего использование производственного времени оборудования.

4.2.5 Энергоэффективность применения технологического оборудования может быть определена КПЭ, включающим следующие показатели:

- коэффициент потерь электроэнергии;
- коэффициенты электропотребления по состояниям и видам простоев;
- коэффициент фактической энергоэффективности;
- коэффициент использования оборудования по мощности;
- удельный расход электроэнергии;
- коэффициент эффективности энергопотребления;
- коэффициент мощности.

В приложении Б приведены структура и расчет коэффициентов для определения КПЭ энергоэффективности технологического оборудования.

4.2.6 Реализация средств формирования КПЭ в используемой на предприятии АСМТО должна предусматривать баланс между возможностями расчета КПЭ непосредственно в АСМТО и расчета КПЭ в других информационных системах предприятия (объединения, отрасли), таких как ERP, MES. В последнем случае важное значение играет обеспечение взаимодействия между АСМТО и внешними информационными системами, позволяющее выполнять эффективную обработку данных из АС мониторинга, которые передаются из АСМТО.

4.2.7 Для обеспечения идентификации и интероперабельности данных, характеризующих КПЭ в области мониторинга технологического оборудования должны применяться общероссийские классификаторы ОКЕСКД ОК 012 и ОКЕИ ОК 015.

Приложение А
(справочное)

Типовая структура производственного времени и расчет ключевого показателя эффективности

А.1 На рисунке А.1 представлена типовая структура затрат времени, характерная для станкоинструментальной промышленности и для других видов дискретного производства.

<table>
<tr><td colspan="6">Фонд рабочего времени</td></tr>
<tr><td colspan="2">Доступное время</td><td colspan="4">Недоступное время</td></tr>
<tr><td colspan="2">Штучно-калькуляционное время</td><td colspan="4">Потери рабочего времени</td></tr>
<tr><td>Производственное (машинное) время</td><td>Производственный простой</td><td>Простой по вине оператора</td><td>Технический простой</td><td>Организационный простой</td><td>Станок включен</td></tr>
<tr><td>$T_{произ}$ или $T_{маш}$</td><td>$T_{прос.пр}$</td><td>$T_{прос.нр}$</td><td>$T_{прос.тех}$</td><td>$T_{прос.орг}$</td><td>$T_{выкл}$</td></tr>
</table>

Рисунок А.1 — Типовая структура производственного времени

Фонд рабочего времени соответствует всему запланированному рабочему времени, указанному в графике работы предприятия для цехов, подразделений, участков, отдельных станков.

Доступное время — это время, когда оборудование производит продукцию или готово к ее производству (в наличии оператор, заготовка, инструмент и т. д.). Доступное время подразделяют:

- на производство (машинное или основное время) — это время непосредственного изготовления детали на станке, которое может на разных предприятиях называться указанными терминами и обозначениями;
- производственный простой — время выполнения оператором станка вспомогательных операций, необходимых для изготовления детали. При этом станок не выполняет обработки деталей;
- нерегламентированный простой — время, когда ни станок не обрабатывает деталь, ни оператор не выполняет никаких полезных действий, хотя станок находится в рабочем состоянии и готов к обработке детали. Ответственность за такой простой несет оператор станка.

Сумма времени производства и производственного простоя является штучным временем (штучно-калькуляционным временем), длительность которого определяется технологическим процессом. Ответственность за соблюдение планового значения штучного времени несет оператор станка.

Недоступное время — это сумма времени, когда станок не может производить продукцию по причинам технического или организационного характера, а также если он выключен во время рабочей смены. Недоступное время подразделяют:

- на технический простой — вызван технической неисправностью (аварийный простой) или необходимостью проведения на станке работ по ТОиР (плановый простой). Ответственность за технический простой несет сервисно-ремонтная служба;
- организационный простой — обусловлен различными организационными причинами (отсутствие заготовки, инструмента и т. п.). Ответственность за простой несут вспомогательные службы предприятия;
- неиспользованное время — интервал времени, когда оборудование не используется для производства продукции, как правило, по решению администрации предприятия.

В набор КПЭ, оценивающих использование фонда рабочего времени технологического оборудования, могут входить:

- показатели загрузки оборудования — коэффициент загрузки, коэффициент производственной загрузки, коэффициент готовности, коэффициент использования оборудования;
- показатели причин простоя — предназначены для углубленного анализа структуры потерь рабочего времени. К ним относятся: коэффициент технического простоя, коэффициент организационного простоя, а также показатели трудовой дисциплины — коэффициент потерь оператора, коэффициент нерегламентированного простоя.

А.2 Показатели загрузки оборудования и причин простоя рассчитываются при помощи коэффициента загрузки $K_з$, который служит для определения уровня реального участия оборудования в работе по изготовлению продукции и рассчитывается по формуле

$$K_з = \frac{T_{произ}}{T_{фонд}}, \quad (А.1)$$

где $T_{произ}$ — время, затраченное на производство (изготовление детали);

$T_{фонд}$ — фонд рабочего времени.

Коэффициент загрузки позволяет видеть, насколько станочное оборудование задействовано в ходе производственных процессов.

Коэффициент производственной загрузки характеризует время технологического процесса изготовления детали, где совместно с машинным временем рассматривается время производственного простоя, т. е. подготовительно-заключительное, вспомогательное время, время обслуживания станка и перерывов. Производственный простой — это время, когда оператор станка выполняет плановые и необходимые ручные действия, согласно технологии производства обрабатываемой детали: установка и снятие заготовки, инструмента, замеры детали и др.

Коэффициент производственной загрузки $K_{зп}$ рассчитывается по формуле

$$K_{зп} = \frac{T_{произ} + T_{прос.пр}}{T_{фонд}}, \quad (A.2)$$

где $T_{произ}$ — время, затраченное на производство (изготовление детали);

$T_{просп.пр}$ — время нерегламентированного простоя;

$T_{фонд}$ — фонд рабочего времени.

Коэффициент готовности $K_г$ также может интерпретироваться в роли показателя загрузки оборудования и рассчитываться по формуле

$$K_г = \frac{T_{дв}}{T_{фонд}} = \frac{T_{фонд} + T_{ндв}}{T_{фонд}}, \quad (A.3)$$

где $T_{дв}$ — доступное время;

$T_{фонд}$ — фонд рабочего времени;

$T_{ндв}$ — недоступное время.

Коэффициент готовности определяет, какую долю времени оборудование может (или могло бы) производить продукцию. Чем выше данный коэффициент, тем меньше претензий к службам обеспечения профилактики, ремонта и прочих работ по поддержке «здоровья» и долговечности оборудования.

В качестве примера дополнительного КПЭ можно привести коэффициент эффективной загрузки. Коэффициент эффективной загрузки $K_э$ рассчитывается по формуле

$$K_э = \frac{T_{произ}}{T_{вкл}}, \quad (A.4)$$

где $T_{произ}$ — время, затраченное на производство (изготовление детали);

$T_{вкл}$ — время, когда на станок подано питание.

Коэффициент эффективной загрузки позволяет сделать вывод, что загрузка может быть оценена не только по плановому фонду времени, но и по времени фактического рабочего состояния оборудования. Данный коэффициент более четко определяет долю времени непосредственной производительной работы оборудования.

Коэффициент использования оборудования $K_и$ определяет долю фонда рабочего времени, когда оборудование включено, и рассчитывается по формуле

$$K_и = \frac{T_{вкл}}{T_{фонд}}, \quad (A.5)$$

где $T_{вкл}$ — время, когда на станок подано питание;

$T_{фонд}$ — фонд рабочего времени.

Коэффициент потерь оператора $K_{по}$ или нерегламентированного простоя $K_{нп}$ позволяет объективно оценивать простои оборудования по вине оператора, рассматривая отношение времени нерегламентированного простоя к фонду рабочего времени, и рассчитывается по формуле

$$K_{по} = \frac{T_{прос.нр}}{T_{фонд}}, \quad (A.6)$$

где $T_{прос.нр}$ — время нерегламентированного простоя;

$T_{фонд}$ — фонд рабочего времени.

А.3 Общая эффективность оборудования может быть оценена комплексным показателем OEE, который учитывает доступность оборудования A, его производительность P и качество выпускаемой на данном оборудовании продукции Q и рассчитывается по формуле

$$OEE = A \cdot P \cdot Q, \quad (A.7)$$

где A — доступность оборудования; отношение времени работы оборудования к фонду рабочего времени;

P — производительность оборудования; отношение реальной производительности изготовления продукции к заданной (отношение числа изготовленных деталей за период к максимально возможному);

Q — качество продукции; отношение количества годных деталей к количеству фактически изготовленных.

Приложение Б
(справочное)

Структура и расчет коэффициентов для определения ключевого показателя эффективности энергоэффективности технологического оборудования

Коэффициент потерь электроэнергии K_w соотносит фактический расход электроэнергии оборудования при обработке деталей с общим расходом электроэнергии в течение заданного периода.

Коэффициенты электропотребления по состояниям и видам простоев $K_{эс}$ характеризуют потери электроэнергии для конкретных состояний простоя оборудования. В частности, конкретные варианты этих коэффициентов позволяют оценивать потери энергии, происходившие во время простоев оборудования по соответствующей причине.

Коэффициент фактической энергоэффективности $K_{фэ}$ предназначен для изучения энергетических свойств станка. Коэффициент фактической энергоэффективности равен отношению потребляемой станком электроэнергии, необходимой для процесса формообразования детали, к полному расходу электроэнергии оборудованием за цикл обработки той же детали. Расчет данного коэффициента может выполняться двумя способами, представленными в формулах:

$$K_{фэ} = \frac{W_{фр}}{W_{произ}}, \quad (Б.1)$$

где $W_{фр}$ — потребляемая электроэнергия за период, когда непосредственно происходит обработка (формообразование) детали;

$W_{произ}$ — расход электроэнергии в целом за цикл обработки детали;

$$K_{фэ} = \frac{W_{произ} - W_{хх}}{W_{произ}}, \quad (Б.2)$$

где $W_{произ}$ — расход электроэнергии в целом за цикл обработки детали;

$W_{хх}$ — расход электроэнергии оборудованием на холостом ходу при имитации обработки детали.

Коэффициент использования оборудования по мощности $K_р$ рассчитывается по формуле

$$K_р = \frac{P}{P_н}, \quad (Б.3)$$

где P — средняя потребляемая активная мощность при производстве продукции;

$P_н$ — суммарная номинальная (паспортная) мощность оборудования.

Удельный расход электроэнергии $Э_у$ определяет отношение потребляемой оборудованием электроэнергии к объему продукции, произведенной за это же время, и рассчитывается по формуле

$$Э_у = \frac{W_{произ}}{N_{дет}}, \quad (Б.4)$$

где $W_{произ}$ — полный расход электроэнергии оборудованием при изготовлении партии деталей;

$N_{дет}$ — число деталей в партии.

Коэффициент эффективности энергопотребления при производстве продукции оценивает отношение планируемого удельного расхода электроэнергии $Э_{уп}$ к фактическому удельному расходу электроэнергии $Э_{уф}$. Этот коэффициент может применяться к изготовлению изделий и отдельных ДСЕ, а также к технологической операции.

Коэффициент мощности cosφ оценивает потери из-за наличия в нагрузке реактивной составляющей мощности и рассчитывается по формуле

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}, \quad (Б.5)$$

где P — потребляемая оборудованием активная мощность, кВт · ч;

S — потребляемая оборудованием полная мощность, кВА · ч.

Коэффициент мощности может быть рассчитан по каждому станку, по подразделениям и предприятию в целом.

Библиография

[1] Стратегия развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 5 ноября 2020 г. № 2869-р)

[2] Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года на период до 2035 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 июня 2020 г. № 1512-р)

УДК 004.03:006.354

ОКС 25.040.20
35.240.99

Ключевые слова: цифровая станкоинструментальная промышленность, мониторинг технологического оборудования, ключевые показатели эффективности, общие положения

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 17.10.2025. Подписано в печать 28.10.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,48.

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