



СОГЛАСОВАНО:

Департамент
по энергоэффективности
Госстандарта
Республики Беларусь


«26» 06 2017 г.


УТВЕРЖДАЮ:

Министерство
сельского хозяйства
и продовольствия
Республики Беларусь


«15» 08 2017 г.


**Методические рекомендации по нормированию топливно-
энергетических ресурсов для организаций системы Министерства
сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь**

Минск 2017 г

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
Глава 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	6
Глава 2 КЛАССИФИКАЦИЯ НОРМ РАСХОДА ТЭР.....	9
Глава 3 МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ НОРМ РАСХОДА ТЭР.....	11
Глава 4 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ЕДИНИЦУ ПРОДУКЦИИ.....	12
Раздел 4.1 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ.....	15
Раздел 4.2 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ НУЖДЫ.....	17
Пункт 4.2.1 Расчет норм расхода электроэнергии на нужды вспомогательных служб организации.....	17
Пункт 4.2.2 Расчет норм расхода электроэнергии на освещение.....	18
Пункт 4.2.3 Расчет норм расхода электроэнергии на потери в сетях.....	21
Пункт 4.2.4 Расчет норм расхода электроэнергии на потери в трансформаторах.....	21
Раздел 4.3 ПРИМЕР РАСЧЕТА НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ЕДИНИЦУ ПРОДУКЦИИ.....	22
Пункт 4.3.1 Расчет расхода электрической энергии на производство пшеницы.....	23
Пункт 4.3.2 Расчет норм расхода электроэнергии на вспомогательные нужды.....	25
Пункт 4.3.3 Расчет норм расхода электроэнергии на освещение.....	27
Пункт 4.3.4 Расчет норм на потери электроэнергии в сетях.....	29
Пункт 4.3.5 Расчет норм на потери электроэнергии в трансформаторах.....	29
Пункт 4.3.6 Расчет текущей нормы расхода электроэнергии.....	30
Пункт 4.3.7 Расчет величины потребления электроэнергии по объектам коммунально-бытового назначения.....	31
Раздел 4.4 РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СЖАТЫЙ ВОЗДУХ.....	32
Пункт 4.4.1 Методика нормирования расхода электроэнергии на сжатый воздух.....	32
Пункт 4.4.2 Пример расчета нормы расхода электроэнергии на основные производственные нужды при производстве сжатого воздуха.....	36

Раздел 4.5 РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПОДЪЕМ И ПОДАЧУ ВОДЫ.....	39
Пункт 4.5.1 Методика расчета нормы расхода электроэнергии на подъем и подачу воды.....	39
Пункт 4.5.2 Пример расчета нормы расхода электроэнергии на основные производственные нужды при подъеме и подаче воды.....	41
Раздел 4.6 РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ВНУТРИЦЕХОВОЙ (ВНУТРИЗАВОДСКОЙ) ТРАНСПОРТ.....	42
Пункт 4.6.1 Расчет нормы расхода электроэнергии на внутрицеховой транспорт.....	42
Пункт 4.6.2 Пример расчета нормы расхода электроэнергии на внутрицеховой транспорт.....	42
Раздел 4.7 РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ.....	43
Пункт 4.7.1 Методика расчета норм расхода электроэнергии для организаций, занимающихся сельскохозяйственной деятельностью.....	43
Пункт 4.7.2 Пример расчета норм расхода электроэнергии для сельскохозяйственной организации.....	45
Раздел 4.8 РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	58
Пункт 4.8.1 Методика расчета норм электрической энергии на производство молочной продукции.....	58
Пункт 4.8.2 Методика расчета расхода электрической энергии на общетехнологические операции.....	60
Пункт 4.8.3 Методика расчета расхода электрической энергии на производство холода.....	60
Пункт 4.8.4 Методика расчета расхода электрической энергии на общецеховые и общезаводские нужды.....	61
Пункт 4.8.5 Пример расчета норм электрической энергии на производство молочной продукции.....	62
Раздел 4.9 РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	74
Пункт 4.9.1 Методика расчета норм электрической энергии на производство мясной продукции.....	74
Пункт 4.9.2 Пример расчета нормы электрической энергии на производство мясной продукции.....	74
Пункт 4.9.3 Методика расчета норм расхода электрической энергии на производство холода.....	76
Пункт 4.9.4 Пример расчета нормы расхода электрической	79

энергии на производство холода.....	
Пункт 4.9.5 Методика расчета расхода электрической энергии на общецеховые и общезаводские нужды.....	81
Глава 5 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ЕДИНИЦУ ПРОДУКЦИИ.....	82
Раздел 5.1 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА НУЖДЫ ОБОГРЕВА И ВЕНТИЛЯЦИИ	83
Пункт 5.1.1 Методика определения норм расхода тепловой энергии на нужды обогрева и вентиляции.....	83
Пункт 5.1.2 Пример расчета норм расхода тепловой энергии на нужды обогрева и вентиляции.....	86
Раздел 5.2 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ.....	88
Пункт 5.2.1 Методика определения норм расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение.....	88
Пункт 5.2.2 Пример расчета норм расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение.....	91
Раздел 5.3 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ВЫРАЩИВАНИЕ ОВОЩЕЙ В ТЕПЛИЦАХ.....	92
Пункт 5.3.1 Методика определения норм расхода тепловой энергии на выращивание овощей в теплице.....	92
Пункт 5.3.2 Пример расчета нормы расхода тепловой энергии на выращивание овощей в теплице.....	94
Раздел 5.4 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ЖИВОТНЫХ.....	95
Пункт 5.4.1 Методика определения норм расхода тепловой энергии на содержание животных.....	95
Пункт 5.4.2 Пример расчета нормы расхода тепловой энергии на содержание животных.....	100
Раздел 5.5 РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	103
Пункт 5.5.1 Методика расчета норм тепловой энергии для производства молочной продукции.....	103
Пункт 5.5.2 Пример расчета норм тепловой энергии для производства молочной продукции.....	105
Раздел 5.6 РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	109
Пункт 5.6.1 Расчет расхода тепловой энергии на технологические нужды.....	109
Пункт 5.6.2 Пример расчета расхода тепловой энергии на производство сухих кормов.....	111

Пункт 5.6.3 Расчет расхода тепловой энергии на обслуживание, эксплуатацию и текущий ремонт автотранспорта.....	114
Пункт 5.6.4 Пример расчета расхода тепловой энергии на обслуживание, эксплуатацию и текущий ремонт автотранспорта.....	115
Глава 6 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА КОТЕЛЬНО-ПЕЧНОГО ТОПЛИВА НА ЕДИНИЦУ ПРОДУКЦИИ...	118
Раздел 6.1 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА КОТЕЛЬНО-ПЕЧНОГО ТОПЛИВА НА СУШКУ ЗЕРНА.....	119
Пункт 6.1.1 Методика расчета нормы котельно-печного топлива на сушку зерна.....	119
Пункт 6.1.2 Пример расчета нормы расхода котельно-печного топлива на сушку зерна.....	125
Раздел 6.2 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА КОТЕЛЬНО-ПЕЧНОГО ТОПЛИВА НА ПРОИЗВОДСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	131
Пункт 6.2.1 Методика определения нормы расхода котельно-печного топлива на производство хлебобулочных изделий	131
Пункт 6.2.2 Пример расчета нормы расхода котельно-печного топлива на производство хлебобулочных изделий.....	134
Раздел 6.3 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА КОТЕЛЬНО-ПЕЧНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ НУЖД ОТОПТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ ИЛИ ТОПОЧНЫХ.....	135
Раздел 6.4 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА КОТЕЛЬНО-ПЕЧНОГО ТОПЛИВА НА СУШКУ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	136
Пункт 6.4.1 Методика определения нормы расхода котельно-печного топлива на сушку молочной продукции.....	136
Пункт 6.4.2 Пример расчета нормы расхода котельно-печного топлива на сушку молочной продукции.....	137
Раздел 6.5 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА КОТЕЛЬНО-ПЕЧНОГО ТОПЛИВА НА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	138
6.5.1 Расчет норм расхода топлива на выпуск мяса и субпродуктов 1 категории.....	138
6.5.2 Расчет норм расхода топлива на выпуск колбасных изделий.....	140
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	141

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические рекомендации разработаны управлением энергетического обеспечения и транспорта Главного управления технического прогресса и энергетики с Главгостехнадзором, рассмотрены и одобрены на заседании секции «Механизации и энергетики» научно-технического совета Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 26 июня 2017 г. Методические рекомендации разработаны в соответствии с требованиями постановления Совета Министров Республики Беларусь от 18 марта 2016г. № 216 «Об утверждении положений по вопросам энергосбережения, внесении изменений и дополнений в постановления Совета Министров Республики Беларусь от 31 июля 2006 г. № 981 и от 17 февраля 2012 г. № 156 и признании утратившими силу постановлений Совета Министров Республики Беларусь и структурных элементов постановлений Совета Министров Республики Беларусь» с целью определения порядка разработки, установления и пересмотра норм расхода топливно-энергетических ресурсов для государственных организаций, подчиненных Минсельхозпроду и хозяйственных обществ, в уставных фондах которых 50 процентов и более акций (долей в уставных фондах) принадлежат Республике Беларусь и переданы в управление Минсельхозпрода.

Глава 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Норма расхода топливно-энергетических ресурсов (далее – ТЭР) определяет расход ТЭР на основные и вспомогательные нужды, в том числе расход ТЭР на поддержание технологических агрегатов в горячем резерве, их разогрев и запуск после текущего ремонта и холодных простоев, а также на технически неизбежные (нормативные) потери энергии при работе технологического оборудования.

Расход ТЭР, включаемый в норму расхода ТЭР, состоит из расхода ТЭР на основные нужды и расхода ТЭР на вспомогательные нужды.

В случаях, когда отдельные вспомогательные нужды являются составной частью технологического процесса производства единицы продукции (работ, услуг), расходы ТЭР на эти нужды относятся к расходам ТЭР на основные нужды.

К основным производственным нуждам относятся расход ТЭР на выполнение технологических процессов производства выпускаемой продукции (работ, услуг), поддержание технологических агрегатов в горячем резерве и их запуск после текущего ремонта и холодных простоев, а также технически неизбежные (нормативные) потери энергии при работе технологического оборудования.

К вспомогательным производственно-эксплуатационным нуждам относятся расход ТЭР на отопление, вентиляцию, освещение, подачу воды, производство сжатого воздуха, кислорода, хозяйственно-бытовые и санитарно-гигиенические нужды, внутренний транспорт, расход энергии на собственные нужды вспомогательных и обслуживающих цехов и служб (ремонтных мастерских, центральной заводской лаборатории, складов и других), технически неизбежные потери энергии в преобразователях, тепловых и электрических сетях, а также при работе вспомогательного оборудования.

Нормы расхода ТЭР разрабатываются для юридических лиц с годовым потреблением ТЭР 100 тонн условного топлива и более и (или) юридических лиц, имеющих источники тепловой энергии производительностью 0,5 Гкал/ч и более, и не разрабатываются на виды топлива для механических транспортных средств, судов, машин, механизмов и оборудования.

Нормирование расхода видов топлива для механических транспортных средств, судов, машин, механизмов и оборудования осуществляется в соответствии с законодательством.

В норму расхода ТЭР не включается расход ТЭР на строительство, в том числе капитальный ремонт, зданий и сооружений в целях расширения производства и увеличения объемов выпускаемой продукции (за исключением строительно-монтажных работ, выполняемых собственными силами), а также на монтаж, наладку и запуск технологического оборудования (вновь установленного или после капитального ремонта), проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских, опытно-технологических и экспериментальных работ.

Для организаций, производящих разнородную продукцию, расходы ТЭР на основные и вспомогательные нужды в случае невозможности их точного распределения по конкретным видам продукции (работ, услуг) необходимо распределять пропорционально потреблению ТЭР в рамках технологических процессов производства продукции (работ, услуг) или пропорционально доле участия вспомогательных нужд в производстве конкретной продукции (работ, услуг).

Потери тепловой и электрической энергии в сетях и преобразователях, принадлежащих организациям, распределяются на основе опытных измерений или пропорционально отпуску энергии.

Расход ТЭР, используемых для осуществления деятельности нормируемого юридического лица, указывается:

в тоннах условного топлива – для топлива;

в гигакалориях – для тепловой энергии;

в тысячах киловатт·часов – для электрической энергии.

Расход ТЭР, необходимый для производства единицы продукции (работ, услуг), указывается:

в килограммах условного топлива – для топлива;
в гигакалориях – для тепловой энергии;
в киловатт·часах – для электрической энергии.

Допускается указывать расход тепловой энергии (как второе значение в скобках) в джоулях.

Единица измерения нормы расхода ТЭР определяется как отношение единицы измерения расхода ТЭР, необходимых для производства единицы продукции (работ, услуг), к единице измерения продукции (работ, услуг).

Перевод расхода ТЭР из натурального вида в условное топливо производится при помощи соответствующего коэффициента пересчета в условное топливо, определяемого как отношение низшей теплотворной способности единицы массы (объема) топлива к низшей теплотворной способности единицы массы условного топлива.

Единицей измерения продукции (работ, услуг) при нормировании расхода ТЭР является натуральная единица объема товарной продукции (работ, услуг), выраженная в тоннах, квадратных метрах, декалитрах, человеко-часах и других единицах измерения.

При производстве продукции (работ, услуг) с широкой номенклатурой изделий, видами выполняемых работ (оказываемых услуг) применяются условные единицы измерения объема продукции (работ, услуг).

Пересчет натуральных единиц продукции (работ, услуг) в условные единицы осуществляется при помощи коэффициента, определяемого трудозатратами на производство единицы продукции (работ, услуг).

Разработка норм расхода ТЭР обеспечивается нормируемыми юридическими лицами. При изменении технологического процесса, структуры и организации производства, а также при совершенствовании методов нормирования расхода ТЭР осуществляется пересмотр норм расхода ТЭР.

Нормы расхода ТЭР для государственных организаций, подчиненных Минсельхозпроду, устанавливаются Минсельхозпродом по согласованию:

с Департаментом по энергоэффективности Госстандарта Республики Беларусь – для организаций с годовым потреблением ТЭР 1500 тонн условного топлива и более и (или) имеющих источники тепловой энергии производительностью 10 Гкал/ч и более;

с областными, Минским городским управлениями по надзору за рациональным использованием ТЭР Государственного комитета по стандартизации – для организаций с годовым потреблением ТЭР от 100 до 1500 тонн условного топлива и (или) имеющих источники тепловой энергии производительностью от 0,5 до 10 Гкал/ч.

Для нормируемых юридических лиц (хозяйственных обществ), кроме государственных организаций, подчиненных Минсельхозпроду, нормы расхода ТЭР устанавливаются:

Департаментом по энергоэффективности Госстандарта Республики

Беларусь – для юридических лиц с годовым потреблением ТЭР 1500 тонн условного топлива и более и (или) имеющих источники тепловой энергии производительностью 10 Гкал/ч и более;

областными, Минским городским управлениями по надзору за рациональным использованием ТЭР Государственного комитета по стандартизации – для юридических лиц с годовым потреблением ТЭР от 100 до 1500 тонн условного топлива и (или) имеющих источники тепловой энергии производительностью от 0,5 до 10 Гкал/ч.

Для установления норм расхода ТЭР юридическими лицами представляются следующие документы:

- заявление;
- расчет текущих норм расхода ТЭР;
- нормы расхода ТЭР за 3 года, предшествующие периоду, на который устанавливаются нормы расхода ТЭР;
- нормы расхода ТЭР на рассматриваемый период в трех экземплярах;
- отчет о выполнении плана мероприятий (программы) по энергосбережению за год, предшествующий рассматриваемому периоду;
- отчет о выполнении плана мероприятий (программы) по экономии светлых нефтепродуктов за год, предшествующий рассматриваемому периоду;
- план мероприятий (программа) по экономии светлых нефтепродуктов на рассматриваемый период;
- отчет о результатах использования топлива, тепловой и электрической энергии за год, предшествующий рассматриваемому периоду.

Указанные документы представляются не позднее, чем за месяц до ввода этих норм в действие.

Все представляемые документы должны быть заверены печатью нормируемого юридического лица и подписаны его руководителем.

Пересмотр норм расхода ТЭР производится в порядке, предусмотренном для их установления.

Документы для пересмотра норм расхода ТЭР представляются в Департамент по энергоэффективности или областные, Минское городское управления по надзору за рациональным использованием ТЭР Государственного комитета по стандартизации не позднее, чем за месяц до окончания периода действия этих норм.

Глава 2 КЛАССИФИКАЦИЯ НОРМ РАСХОДА ТЭР

Нормы расхода ТЭР классифицируются на текущие и прогрессивные.

Текущие нормы расхода ТЭР устанавливаются на период до одного календарного года с поквартальной разбивкой, в том числе по результатам проведенного энергетического обследования (энергоаудита).

Прогрессивные нормы расхода ТЭР устанавливаются на период от одного года до пяти лет, в том числе по результатам проведенного энергетического обследования (энергоаудита), для юридических лиц с годовым потреблением ТЭР 1500 тонн условного топлива и более.

Текущая норма расхода ТЭР на производство продукции (работ, услуг) рассчитывается по следующей формуле (2.1):

$$N_{\text{тек}} = \frac{W}{\Pi} \quad (2.1)$$

где $N_{\text{тек}}$ – текущая норма расхода ТЭР на производство продукции (работ, услуг);

W – расход ТЭР на основные и вспомогательные нужды при производстве продукции (работ, услуг), за исключением расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию помещений, горячее водоснабжение и потери тепловой энергии в тепловых сетях, нормируемого отдельно;

Π – объем производства продукции (работ, услуг).

Текущая норма расхода ТЭР на производство продукции (работ, услуг) по различным уровням производства (участок, цех, организация) рассчитывается по следующей формуле (2.2):

$$N_{\text{тек.ур}} = \frac{\sum_{k=1}^n (N_{\text{тек}}^n \cdot \Pi_n)}{\sum_{k=1}^n \Pi_n} \quad (2.2)$$

где $N_{\text{тек.ур}}$ – текущая норма расхода ТЭР на производство продукции (работ, услуг) по различным уровням производства;

$N_{\text{тек}}^n$ – текущая норма расхода ТЭР n-го уровня производства продукции (работ, услуг);

Π_n – объем производства продукции (работ, услуг) на n-м уровне производства;

k – количество организаций, выпускающих продукцию (выполняющих работы, оказывающих услуги) на различных уровнях производства.

Определение прогрессивных норм расхода ТЭР производится расчетно-аналитическим методом по следующей формуле (2.3):

$$N_{\text{пр}} = N_{\text{тек}} - \frac{\Delta W}{\Pi} \quad (2.3)$$

где $N_{\text{пр}}$ – прогрессивная норма расхода ТЭР на производство продукции (работ, услуг);

$N_{\text{тек}}$ – текущая норма расхода ТЭР на производство продукции (работ, услуг);

ΔW – величина резерва экономии расхода ТЭР на производство продукции (работ, услуг) за счет реализации энергосберегающих мероприятий;

P – объем производства продукции (работ, услуг).

Глава 3 МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ НОРМ РАСХОДА ТЭР

Основными методами разработки норм расхода ТЭР являются расчетно-аналитический, отчетно-статистический, расчетно-статистический и опытный методы или их сочетание.

Опытный метод разработки норм расхода ТЭР заключается в определении удельных затрат ТЭР по данным, полученным в результате испытаний (эксперимента). При этом оборудование должно быть в технически исправном состоянии и отлажено, а технологический процесс должен осуществляться в режимах, предусмотренных технологическими регламентами и инструкциями.

Отчетно-статистический метод предусматривает определение норм расхода ТЭР на основе анализа статистических данных о фактических удельных расходах топлива, тепловой и электрической энергии и факторов, влияющих на их изменение, за ряд предшествующих лет. При этом учитываются изменения в технологии и выполнение заданий по экономии энергоресурсов. Плановая величина устанавливается несколько ниже по сравнению с отчетной за счет организационно-технических мероприятий.

Расчетно-статистический метод основан на разработке экономико-статистической модели в виде зависимости фактического удельного расхода ресурса от воздействующих факторов.

Сущность расчетов сводится к следующему:

- определяются наиболее существенные факторы, от которых зависит удельный расход энергоресурсов (загрузка оборудования, режимы работы, параметры процесса и т.п.);
- формируется информационная база по данным статотчетности и оперативного учета о расходе энергии и величинах исследуемых факторов (планирование эксперимента);
- проводится регрессионный анализ и определяется эмпирическая зависимость расхода энергии от факторов.

Расчетно-аналитический метод предусматривает определение норм расхода ТЭР расчетным путем по статьям расходов на основе

прогрессивных показателей использования этих ресурсов в производстве.

Из рассмотренных методов нормирования потребления ТЭР наиболее предпочтительным является расчетно-аналитический, однако, в конкретных условиях оправдано применение всех имеющихся методов, а их разумное сочетание позволит снизить общую трудоемкость и повысить достоверность энергетического нормирования.

Основными исходными данными для определения норм расхода ТЭР являются:

- первичная техническая и технологическая документация;
- технологические регламенты и инструкции, экспериментально проверенные энергобалансы и нормативные характеристики технологического и энергетического оборудования, сырья, паспортные данные оборудования, нормативные показатели, характеризующие наиболее рациональные и эффективные условия производства (коэффициент использования мощности, нормативы расхода энергоносителей в производстве, удельные тепловые характеристики для расчета расхода ТЭР на отопление и вентиляцию, нормативы потерь энергии при передаче и преобразовании и другие показатели);
- данные об объеме и структуре производства продукции;
- данные о плановых и фактических удельных расходах ТЭР за прошедшие годы, а также акты проверок использования ТЭР в производстве;
- данные передового опыта отечественных и зарубежных предприятий, выпускающих аналогичную продукцию, по экономному и рациональному использованию ТЭР и достигнутым расходам;
- план организационно-технических мероприятий по экономии ТЭР.

Глава 4

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ЕДИНИЦУ ПРОДУКЦИИ

Состав норм расхода электрической энергии – это перечень статей их расхода на производство конкретной продукции (работы). Нормы составляются на конечную продукцию, выпускаемую предприятием при условии соответствия этой продукции стандартам.

В норму расхода электрической энергии на производство продукции не включаются работы на строительство и капитальный ремонт зданий и сооружений, монтаж и наладку технологического оборудования (вновь установленного или после капитального ремонта), отпуск электроэнергии «на сторону» (магазин, столовая, общежитие и др. потребители).

Затраты ТЭР, включаемые в норму расхода ТЭР делятся на следующие составляющие:

- расход на технологические процессы;
- расход на вспомогательные нужды производства;
- расход на освещение;
- потери в сетях и трансформаторах.

Основными исходными данными для определения удельного расхода электрической энергии служит следующая техническая и экономическая информация:

- мощность предприятия;
- данные о видах производимой продукции;
- технологическая схема производства;
- данные о составе оборудования и фактической мощности электродвигателей;
- нормативные характеристики основного и вспомогательного оборудования;
- данные по фактической выработке продукции и рабочем времени за расчетный период;
- данные по производству и отпуску готовой продукции;
- данные об установленных трансформаторах;
- данные об освещенности цехов, подсобных служб, территории.

Норма расхода электрической энергии на технологический процесс, т.е. расход электрической энергии на основные и вспомогательные процессы производства определенного вида продукции (работы), расход на поддержание технологических агрегатов в горячем резерве, на их разогрев и пуск после текущих ремонтов и холодных простоев, а также технически неизбежные потери электроэнергии при работе оборудования, определяется по формуле (4.1):

$$N_T = \frac{W}{q}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{усл.ед.}} \quad (4.1)$$

где W – расход электроэнергии оборудованием за расчетный период, кВт·ч;
 q – объем выпуска продукции за расчетный период, усл. ед.

Расчет нормы расхода электроэнергии на выпуск единицы продукции, т.е. расход электроэнергии на основные и вспомогательные технологические процессы, на вспомогательные нужды производства, а также технически неизбежные потери энергии в преобразователях, электрических сетях предприятия (цеха), отнесенные на производство определенного вида продукции, производится суммированием значений норм удельного расхода на технологические процессы, вспомогательные службы и нормируемых потерь (4.2):

$$N_{O3} = N_T + a_{BH} + a_{OC} + \Delta a_{\text{эс}} + \Delta a_{\text{тр}} \quad (4.2)$$

где N_T – норма расхода электроэнергии на технологические нужды;

a_{BH} – норма расхода электроэнергии на вспомогательные нужды;

a_{OC} – норма расхода электроэнергии на освещение;

$\Delta a_{\text{эс}}$ – норма расхода электроэнергии на покрытие потерь в электрических сетях;

$\Delta a_{\text{тр}}$ – норма расхода электроэнергии на покрытие потерь в трансформаторах.

Удельный расход электроэнергии на нормируемые виды продукции, т.е. расход электроэнергии на единицу нормируемой продукции, как правило, представляется в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1

Удельный расход электроэнергии на нормируемые виды продукции

Наименование продукции	$\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{N_T, \text{ усл. ед.}}$	$\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{a_{BH}, \text{ усл. ед.}}$	$\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{a_{OC}, \text{ усл. ед.}}$	$\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\Delta a_{\text{эс}}, \text{ усл. ед.}}$	$\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\Delta a_{\text{тр}}, \text{ усл. ед.}}$	$\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{N_{O3}, \text{ усл. ед.}}$	План выпуска, q , усл. ед.	Годовой расход электрической энергии, кВт·ч
Всего								

Для предприятий, организаций, учреждений, не выпускающих продукцию, по электроэнергии устанавливаются величины потребления, приравняемые к норме расхода ТЭР.

Величина потребления электроэнергии равна сумме всех статей расхода электроэнергии и потерь в сетях и трансформаторах (4.3):

$$W_{\text{пр.ур.}} = W + W_{\text{осв}} + W_{\text{пот}}, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (4.3)$$

где W – расход электроэнергии по всем статьям энергопотребления, кВт·ч;

$W_{\text{осв}}$ – расход электроэнергии на освещение, кВт·ч;

$W_{\text{пот}}$ – потери электроэнергии в сетях и трансформаторах, кВт·ч.

Раздел 4.1

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ

Для определения текущей нормы расхода электроэнергии используется расчётно-аналитический метод, который предусматривает последовательное суммирование технологических расходов по операциям. Такой способ обеспечивает должное обоснование норм расхода и их увязку с производственными показателями.

Расход электрической энергии для выполнения технологической операции определяется по формуле (4.4):

$$W_{T_i} = n \cdot P_n \cdot t \cdot k_{и} \cdot N, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (4.4)$$

где n – количество электроприемников, шт;

P_n – номинальная мощность электродвигателя, кВт;

t – время работы оборудования, необходимое для выпуска планируемого количества продукции, ч/сут;

N – рабочий период, сут/год;

$k_{и}$ – коэффициент использования оборудования. Учитывает степень загрузки электродвигателя в рабочем режиме, время работы оборудования в режиме холостого хода и время паузы в рабочем цикле.

Средние значения коэффициента использования оборудования представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Средние значения коэффициента использования оборудования

Наименование оборудования	Коэффициент использования, $k_{и}$
1	2
Месильные машины	0,9
Холодильное оборудование	0,6
Лифт грузовой, пассажирский	0,7
Таль электрическая	0,25
Центрифуги	0,6
Дробилка	0,4
Куттер, волчек	0,4 – 0,5
Сепаратор	0,6
Упаковочные машины	0,3 – 0,4

Продолжение таблицы 4.2

1	2
Лабораторное оборудование	0,3 – 0,45
Станки (деревообрабатывающие, шлифовальные, металлорежущие и т.д.)	0,2
Переносной электроинструмент	0,06
Насосы, компрессоры с синхронными электродвигателями	0,7
Электродвигатели хорошо загруженных непрерывно работающих механизмов: вентиляторов, насосов, центрифуг и т.п.	0,65
Электродвигатели механизмов непрерывного транспорта: транспортеры, элеваторы, конвейеры и т.п.	0,4 – 0,5
Электронно-вычислительные машины и счетно-решающие устройства	0,15
Устройства электропитания радиотрансляционных узлов, узлов связи и т.п.	0,6
Осветительное оборудование	0,85
Автоматические поточные линии	0,6
Насосы центробежные	0,7
Насосы погружные	0,8
Водоподогреватели	0,8
Калориферы	0,6
Оборудование для микроклимата	0,6
Оборудование для зерноочистных и зерносушильных пунктов	0,6
Вентиляторы	0,6
Компрессоры	0,7

Коэффициенты использования специфического оборудования определяется экспериментально и рассчитывается по формуле (4.5):

$$k_{и} = \frac{W_{см}}{P_{у} \cdot T_{см}}, \quad (4.5)$$

где $W_{см}$ – потребление электроэнергии по агрегату за смену, кВт·ч;

$P_{у}$ – установленная мощность агрегата, кВт;

$T_{см}$ – продолжительность смены, ч.

Время работы оборудования определяется по эксплуатационной и технологической документации.

Расчет планируемого потребления электроэнергии установленным оборудованием, как правило, сводится в таблицу 4.3.

Таблица 4.3

Расчет планируемого потребления электроэнергии установленным оборудованием

№ п/п	Наименование единицы оборудования	Количество, п, шт	Номинальная мощность единицы оборудования, P _н , кВт	Коэффициент использования, ки	Время работы оборудования, t, ч/сут	Рабочий период, N, сут/год	Годовой расход электроэнергии W, кВт·ч
Итого							

Норма расхода электроэнергии на основные производственные нужды определяется отношением суммы расхода электрической энергии на всех технологических операциях согласно электротехнологической карте к объему производства продукции (формула (4.6)):

$$N_{\text{тех}} = \frac{\sum_{i=1}^n W_{T_i}}{q_i}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{усл.ед.}}, \quad (4.6)$$

где n – количество технологических операций;

W_{T_i} – расход электроэнергии по соответствующей технологической операции, кВт·ч, рассчитывается по формуле (4.4);

q_i – объем производства продукции, усл. ед./год.

Раздел 4.2

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ НУЖДЫ

Пункт 4.2.1 Расчет норм расхода электроэнергии на нужды вспомогательных служб организации. Для расчета норм определяется расход электроэнергии на вспомогательные службы по формуле (4.7):

$$W_{всн} = n \cdot P_{н} \cdot k_{и} \cdot t \cdot N, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (4.7)$$

где n – количество электроприемников, шт.;

$P_{н}$ – номинальная мощность электродвигателя, кВт;

t – время работы оборудования, необходимое для выпуска планируемого количества продукции, ч/сут;

N – рабочий период, сут/год;

$k_{и}$ – коэффициент использования оборудования.

Расчет планируемого потребления электроэнергии установленным оборудованием во вспомогательных службах, как правило, сводится в таблицу 4.4.

Таблица 4.4

Расчет планируемого потребления электроэнергии установленным во вспомогательных службах оборудованием

№ п/п	Наименование единицы оборудования	Количество, п, шт	Номинальная мощность единицы оборудования, $P_{н}$, кВт	Коэффициент использования, $k_{и}$	Время работы оборудования, t , ч/сут	Рабочий период, N , сут/год	Годовой расход электроэнергии W , кВт·ч
Итого							

На основании расчета расходов электроэнергии производится расчет нормообразующих элементов по видам продукции или операциям (по формуле (4.8)):

$$a_{всн1} = \frac{\sum W_{вснi} \cdot K_{Yi}}{q_i}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{усл.ед}} \quad (4.8)$$

где $a_{всн1}$ – норма расхода электроэнергии на вспомогательные нужды, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{усл.ед}}$;

$W_{вснi}$ – годовой расход электроэнергии на вспомогательные нужды, кВт·ч;

q_i – годовой план выпуска продукции или объем операции, усл. ед.;

K_{Yi} – коэффициент долевого участия.

Коэффициент долевого участия определяется по формуле (4.9):

$$K_{Y_i} = \frac{W_{T_i}}{\sum W_{T_i}} \quad (4.9)$$

где W_{T_i} – технологический расход электроэнергии на выпуск i -го вида продукции, кВт·ч;

$\sum W_{T_i}$ – суммарный расход электроэнергии на технологические нужды предприятия, кВт·ч.

Расчет норм расхода электроэнергии на вспомогательные службы и распределение их по производственным цехам с учетом коэффициента долевого участия сводится в таблицу 4.5.

Таблица 4.5

Расчет норм расхода электроэнергии на вспомогательные службы предприятия

Наименование продукции	План производства, q_i , усл. ед.	Расход электроэнергии на технологию, W_{T_i} , кВт·ч	Коэффициент долевого участия, K_{Y_i}	Расход электроэнергии на вспомогательные службы, $W_{всп}$, кВт·ч	$\frac{\text{кВт·ч}}{a_{всп}, \text{ усл. ед}}$

Пункт 4.2.2 Расчет норм расхода электроэнергии на освещение.

Учитывая специфику работы осветительных приборов в помещениях различного назначения, потребление электроэнергии должно планироваться с учетом режима их работы, географической широты расположения, сезонности работы и т.д.

Потребление электроэнергии по предприятию на нужды освещения определяется по формуле (4.10):

$$W_{осв} = P_{осв\ уст} \cdot K_{и} \cdot T_{осв\ г}, \text{ кВт·ч} \quad (4.10)$$

где $P_{осв\ уст}$ – установленная мощность осветительных установок, кВт;

$K_{и}$ – коэффициент использования осветительных установок:

- для внутреннего освещения $K_{и} = 0,6 - 0,9$;

- для наружного освещения $K_{и} = 0,9$.

$T_{осв г}$ – годовое число использования максимума осветительной нагрузки, ч.

Для 56 градусов географической широты $T_{осв г}$ для рабочего освещения составляет:

- при односменной пятидневной рабочей неделе – 750 (2150) ч;
- при двухсменной пятидневной рабочей неделе – 2250 (4300) ч;
- при трехсменной пятидневной рабочей неделе – 4150 (6500) ч;
- при непрерывной рабочей неделе – 4800 (7700) ч;

Цифры в скобках относятся к помещениям без естественного освещения.

Для наружного освещения $T_{осв г}$ составляет:

- при включении до 1 часа ночи – 2450 ч;
- при включении на всю ночь – 3600 ч.

Расчет расхода электроэнергии на освещение, как правило, сводится в таблицу 4.6.

Таблица 4.6

Расчет норм расхода электроэнергии на освещение предприятия

Место установки светильников	Установленная мощность светильников, $P_{освуст}$, кВт	Годовое число часов работы осветительных установок, $T_{осв г}$, час	Коэффициент использования осветительных установок, $K_{и}$	Годовое потребление, кВт·ч
Основные цеха				
Всего основные цеха				
Подсобно-вспомогательные помещения				
Наружное освещение				
Всего вспомогательные цеха				
Итого по предприятию				

На основании расчета расходов электроэнергии на освещение производится расчет нормообразующих элементов по видам продукции или операциям по формуле (4.11):

$$a_{осi} = \frac{W_{осв} \cdot K_{уi}}{q_i}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{усл.ед}} \quad (4.11)$$

где $a_{осi}$ – норма расхода электроэнергии на освещение, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{усл.ед}}$;

$W_{осв}$ – годовой расход электроэнергии на освещение, кВт·ч;

q_i – годовой план выпуска продукции или объем операции, усл. ед.;

$K_{уi}$ – коэффициент долевого участия. Коэффициент долевого участия по основным цехам и видам продукции рассчитан в таблице 4.5, а коэффициент долевого участия по вспомогательным службам рассчитывается по формуле (4.9).

Пункт 4.2.3 Расчет норм расхода электроэнергии на потери в сетях. Нормы потерь электрической энергии в сетях определяются по формуле (4.12):

$$a_{эсi} = \frac{W_{эсi}}{q_i}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{усл.ед}} \quad (4.12)$$

где $W_{эсi}$ – потери электроэнергии в сетях, кВт·ч. В расчетах принимается 1,5 – 3,0% от передаваемой энергии;

q_i – годовой план выпуска продукции или объем операции, усл. ед.

Расчет расхода электроэнергии на потери в электросетях сводится в таблицу 4.7.

Таблица 4.7

Расчет норм расхода электроэнергии на потери в электросетях

Наименование продукции, цехов	Потери электроэнергии в сетях, $W_{эс}$, кВт·ч/год	Норма потерь электроэнергии в сетях, $a_{эсi}$, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{усл.ед}}$

Пункт 4.2.4 Расчет норм расхода электроэнергии на потери в трансформаторах. Потери электроэнергии в трансформаторах определяются по формуле (4.13):

$$P_{тр} = (\Delta P_{xx} + \beta^2 \cdot \Delta P_{кз}) \cdot t, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (4.13)$$

где ΔP_{xx} – активные потери холостого хода трансформатора (принимаются по паспортным данным для соответствующей марки трансформатора), кВт;
 B – коэффициент загрузки трансформатора по току;
 $\Delta P_{кз}$ – потери короткого замыкания, кВт;
 t – время работы трансформаторов, ч.

Расчет потерь электроэнергии в трансформаторах представляется в виде таблицы 4.8.

Таблица 4.8

Расчет потерь электроэнергии в трансформаторах

Место установки трансформатора	Тип трансформатора	Мощность, кВ·А	Напряжение, кВ	Потери, кВт		Число часов работы трансформатора	Число часов работы трансформатора под нагрузкой	Средний коэффициент загрузки трансформатора, β_3	Потери электроэнергии, кВт·ч
				холостого хода	короткого замыкания				

Нормы удельных потерь в трансформаторах определяются по формуле (4.14):

$$a_{\text{тp}i} = \frac{P_{\text{тp}i}}{q_i}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{усл.ед}} \quad (4.14)$$

где $P_{\text{тp}i}$ – потери электроэнергии в трансформаторах, кВт·ч;
 q_i – годовой план выпуска продукции или объем операции, усл. ед.

Раздел 4.3

ПРИМЕР РАСЧЕТА НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ЕДИНИЦУ ПРОДУКЦИИ

Необходимо выполнить расчет норм расхода электроэнергии на производство основных видов продукции для зерноперерабатывающего предприятия. На предприятии выполняют следующие виды работ:

- прием, хранение и переработка зерна;
- производство муки разных сортов;
- производство крупы и др.

Пример расчета норм расхода электроэнергии выполнен для производства пшена из зерна проса. Производство пшена включает в себя переработку проса на технологической линии. В процессе работы задействованы шелушители, вальцедекадные станки, вентиляторы, конвейеры и др. Режим работы цеха односменный (5 дней в неделю по 8 часов). Объем производства продукции – 1950 т.

Пункт 4.3.1 Расчет расхода электрической энергии на производство пшена. Расход электрической энергии для выполнения данной технологической операции определяется по формуле (4.4). Расчет планируемого потребления электроэнергии установленным оборудованием для производства пшена представлен в таблице 4.9.

Таблица 4.9

Расчет планируемого потребления электроэнергии для производства пшена

№ п/п	Наименование единицы оборудования	Количество, п, шт	Номинальная мощность единицы оборудования, P _н , кВт	Коэффициент использования, ки	Время работы оборудования, t, ч/сут	Рабочий период, N, сут/год	Годовой расход электроэнергии W, кВт·ч
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Нория 1	1	11	0,2	8	255	4488,0
2	Нория 2	6	1,1	0,2	8	255	2692,8
3	Нория 3	3	1,5	0,2	8	255	1836,0
4	Конвейер винтовой 1	2	2,2	0,2	8	255	1795,2
5	Конвейер винтовой 2	2	3,0	0,2	8	255	2448,0
6	Конвейер винтовой 3	3	3,5	0,2	8	255	4284,0
7	Весы	10	0,6	0,2	8	255	2448,0
8	Комплекс весовыбойный	1	0,2	0,3	8	255	122,4
9	Машина мешкозашивочная	1	1,3	0,4	8	255	1060,8
10	Сито-вибрационный сепаратор	4	0,8	0,4	8	255	2611,2
11	Камнеотборник	1	0,6	0,3	8	255	367,2
12	Рассев	4	1,5	0,4	8	255	4896,0
13	Вальцедековый станок	6	10,5	0,2	8	255	25704,0
14	Пневмоканал	20	4,3	0,2	8	255	35088,0
15	Вибропневмостол	3	1,0	0,3	8	255	1836,0
16	Шелушитель	2	26	0,3	8	255	31824,0
17	Фильтр 1	1	1,3	0,3	8	255	795,6
18	Фильтр 2	1	0,6	0,3	8	255	367,2
19	Фильтр 3	1	0,8	0,3	8	255	489,6

Продолжение таблицы 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8
20	Батарейная установка циклонов	1	0,7	0,3	8	255	428,4
21	Вентилятор 1	1	10,6	0,4	8	255	8649,6
22	Вентилятор 2	2	15	0,4	8	255	24480,0
23	Вентилятор 3	1	2,2	0,4	8	255	1795,2
24	Компрессор	1	7,5	0,4	8	255	6120,0
25	Виброактиватор	6	0,36	0,4	8	255	1762,6
26	Агрегат приточно-канальный	2	2,4	0,4	8	255	3916,8
27	Фотосепаратор	1	4,6	0,4	8	255	3753,6
28	Шнек	1	1,8	0,2	8	255	734,4
29	Транспортер	1	2,6	0,2	8	255	1060,8
30	Переключатель двухпозиционный	2	0,42	0,2	8	255	342,7
Итого							178198

Аналогично производится расчет планируемого потребления электроэнергии установленным оборудованием для производства других видов продукции. Данные по расчету сведены в таблицу 4.10.

Таблица 4.10

Расчет планируемого потребления электроэнергии для производства продукции

Вид продукции	Объем производства, т	Расход электроэнергии, кВт·ч
Пшеница	1950	178198
Мука 3-х сортная	26000	2610856
Мука обдирная	11230	648450
Мука сеяная	10360	1560340
Крупа	2390	302640
Итого		5300484

Норма расхода электроэнергии на основные производственные нужды при производстве пшеницы, рассчитанная по формуле (4.6), составит:

$$N_{\text{тех}} = \frac{178198}{1950} = 91,4 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$$

Аналогично производится расчет и для других видов продукции.

$$\text{Мука 3-х сортная: } N_{\text{тех}} = \frac{2610856}{26000} = 100,4 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$$

$$\text{Мука обдирная: } N_{\text{тех}} = \frac{648450}{11230} = 57,7 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$$

$$\text{Мука сеяная: } N_{\text{тех}} = \frac{1560340}{10360} = 150,6 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$$

$$\text{Крупа: } N_{\text{тех}} = \frac{302640}{2390} = 126,6 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$$

Пункт 4.3.2 Расчет норм расхода электроэнергии на вспомогательные нужды. Расход электроэнергии на вспомогательные службы определяем по формуле (4.7). Расчет планируемого потребления электроэнергии установленным оборудованием во вспомогательных службах сведем в таблицу 4.11.

Таблица 4.11

Расчет планируемого потребления электроэнергии во вспомогательных службах

№ п/п	Наименование единицы оборудования	Количество, п, шт.	Номинальная мощность единицы оборудования, P _н , кВт	Коэффициент использования, ки	Время работы оборудования, t, ч/сут	Рабочий период, N, сут/год	Годовой расход электроэнергии W, кВт·ч
1	2	3	4	5	6	7	8
Лаборатория							
1	Шкаф сушильный	2	1,6	0,15	12	255	1468,8
2	Весы	2	0,16	0,15	12	255	146,9
3	Печь хлебопекарная	1	4,5	0,15	12	255	2065,5
4	Холодильник	1	0,06	0,15	24	255	55,1
5	Электроплита бытовая	1	1,2	0,15	12	255	550,8
6	Шкаф для сушки посуды	1	2,3	0,15	12	255	1055,7
7	Влагомер	1	0,15	0,15	12	255	68,9
8	Шкаф вытяжной	1	0,8	0,15	12	255	367,2
9	Пробоотборник	1	3,8	0,2	12	255	2325,6
							8104,5
Градирня							
1	Компрессор	2	5,7	0,12	8	255	6976,8
2	Насос	4	2,6	0,12	4	255	1273,0
3	Вентилятор 1	1	4,6	0,12	5	255	703,8
4	Вентилятор 2	1	2,3	0,12	5	255	351,9
							9305,5
Аккумуляторная							

Продолжение таблицы 4.11

1	2	3	4	5	6	7	8
1	Зарядное устройство	8	8,2	0,12	8	255	16058,9
2	Вентилятор 1	1	10,3	0,12	4	255	1260,7
3	Вентилятор 2	1	4,6	0,12	4	255	563,0
4	Вентилятор 3	1	3,2	0,12	4	255	391,7
5	Таль	1	1,6	0,12	8	255	391,7
6	Компрессор	1	4,3	0,12	8	255	1052,6
							19718,6
	Мехмастерские						
1	Станок токарный	2	1,9	0,12	4	255	465,1
2	Станок сверлильный	2	1,7	0,12	4	255	416,2
3	Пила	1	4,5	0,12	4	255	550,8
4	Станок строгальный	1	6,9	0,05	4	255	351,9
5	Станок фрезерный	2	4,2	0,12	4	255	1028,2
							2812,2
	Столярная мастерская						
1	Циркулярная пила	1	7,3	0,12	3	255	670,1
2	Наждак	1	2,0	0,12	2	255	122,4
3	Станок	1	16,3	0,12	3	255	1496,3
4	Станок	1	8,9	0,12	3	255	817,0
							3105,8
	Администрация						
1	Компьютер	14	0,3	0,8	8	255	6854,4
2	Принтер	14	0,3	0,4	4	255	1713,6
3	Ксерокс	2	0,9	0,4	3	255	550,8
4	Факс	4	0,06	0,2	24	255	293,8
5	Электрочайник	5	1,6	0,8	0,4	255	652,8
							10065,4
	Итого по вспомогательным службам						53112,0

На основании расчета расходов электроэнергии производится расчет нормообразующих элементов по видам продукции или операциям по формуле (4.8). По формуле (4.9) определим коэффициент долевого участия.

$$\text{Для производства пшена: } K_{Y_{\text{пш}}} = \frac{178198}{5300484} = 0,034;$$

$$\text{Мука 3-х сортная: } K_{Y_{\text{мзс}}} = \frac{2610856}{5300484} = 0,493;$$

$$\text{Мука обдирная: } K_{Y_{\text{мобд}}} = \frac{648450}{5300484} = 0,122;$$

$$\text{Мука сеяная: } K_{Y_{\text{мсеян}}} = \frac{1560340}{5300484} = 0,294;$$

$$\text{Крупа: } K_{Y_{\text{кр}}} = \frac{302640}{5300484} = 0,057$$

Расчет норм расхода электроэнергии на вспомогательные службы и распределение их по производственным цехам с учетом коэффициента долевого участия сведен в таблицу 4.12.

Таблица 4.12

Расчет норм расхода электроэнергии на вспомогательные службы предприятия

Наименование продукции	План производства, q_i , т	Расход электроэнергии на технологию, W_{T_i} , кВт·ч	Коэффициент долевого участия, K_{Y_i}	Расход электроэнергии на вспомогательные службы, $W_{\text{всп}}$, кВт·ч	$\alpha_{\text{всп}1}$, услед $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{услед}}$
Пшено	1950	178198	0,034	1806	0,93
Мука 3-х сортная	26000	2610856	0,493	26184	1,01
Мука обдирная	11230	648450	0,122	6480	0,58
Мука сеяная	10360	1560340	0,294	15615	1,51
Крупа	2390	302640	0,057	3027	1,27
Итого		5300484	1,0	53112	

Пункт 4.3.3 Расчет норм электроэнергии на освещение. Потребление электроэнергии по предприятию на нужды освещения определяется по формуле (4.10). Расчет расхода электроэнергии на освещение сведен в таблицу 4.13.

На основании расчета расходов электроэнергии на освещение производится расчет нормообразующих элементов по видам продукции или операциям по формуле (4.11). Расчет норм расхода электроэнергии на освещение и распределение их по производственным цехам с учетом коэффициента долевого участия представлен в таблице 4.14.

Таблица 4.13

Расчет норм расхода электроэнергии на освещение предприятия

Место установки светильников	Установленная мощность светильников, $P_{\text{осв.уст.}}$, кВт	Годовое число часов работы осветительных установок, $T_{\text{осв.г.}}$, час	Коэффициент использования осветительных установок, $K_{\text{и}}$	Годовое потребление, кВт·ч
Мельница	43,6	2250	0,8	78480
Цех расфасовки крупы, муки	20,3	430	0,8	6983
Производство крупы	6,3	430	0,8	2167
Цех шелушения	2,3	430	0,8	791
Элеватор	29,3	2250	0,8	52740
Производство пшена	9,1	430	0,8	3130
Всего основные цеха				144291
Подсобно-вспомогательные помещения	11,6	750	0,8	6960
Наружное освещение	7,2	3600	0,8	20736
Всего вспомогательные цеха				27696
Итого по предприятию				171987

Таблица 4.14

Расчет норм расхода электроэнергии на освещение

Наименование продукции	План производства, q_i , т	Коэффициент долевого участия, K_{y_i}	Расход электроэнергии на освещение, $W_{\text{ос.}}$, кВт·ч	$a_{\text{ос.}} \frac{\text{кВт·ч}}{\text{услед}}$
Пшено	1950	0,034	5848	3,0
Мука 3-х сортная	26000	0,493	84790	3,26
Мука обдирная	11230	0,122	20982	1,87
Мука сеяная	10360	0,294	50564	4,88
Крупа	2390	0,057	9803	4,10
Итого		1,0	171987	

Пункт 4.3.4 Расчет норм на потери электроэнергии в сетях. Нормы потерь электрической энергии в сетях определяются по формуле (4.12). Расчет норм расхода электроэнергии на потери в электросетях по рассматриваемому предприятию представлен в таблице 4.15.

Таблица 4.15

Расчет норм расхода электроэнергии на потери в электросетях

Наименование продукции, цехов	План производства, q_i , т	Расход электроэнергии на технологию, W_{Ti} , кВт·ч	Потери электроэнергии в сетях, $W_{ЭС}$, кВт·ч/год	Норма потерь электроэнергии в сетях, $a_{ЭС_i}$, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{усл.ед}}$
Пшеница	1950	178198	2673	1,37
Мука 3-х сортная	26000	2610856	39163	1,51
Мука обдирная	11230	648450	9727	0,87
Мука сеяная	10360	1560340	23405	2,26
Крупа	2390	302640	4540	1,90
Итого		5300484	79508	

Пункт 4.3.5 Расчет норм на потери электроэнергии в трансформаторах. Потери электроэнергии в трансформаторах определяются по формуле (4.13). Расчет потерь электроэнергии в трансформаторах представлен в таблице 4.16.

Таблица 4.16

Расчет потерь электроэнергии в трансформаторах

Место установки трансформатора	Тип трансформатора	Мощность, кВт·А	Напряжение, кВ	Потери, кВт		Число часов работы трансформатора	Число часов работы трансформатора под нагрузкой	Средний коэффициент загрузки трансформатора, β_3	Потери электроэнергии, кВт·ч
				холостого хода	короткого замыкания				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мельница									
ТП-37	ТМ	1000	10	2,45	12,2	8760	6130	0,4	26984,3
ТП-37	ТМ	1000	10	2,45	12,2	8760	6130	0,4	26984,3
									53968,6

Продолжение таблицы 4.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Элеватор									
ТП-200	ТМ	400	10	1,35	5,5	8760	3942	0,4	8790,7
ТП-200	ТМ	400	10	1,35	5,5	8760	3942	0,4	8790,7
									17581,4
Итого									71550

Нормы удельных потерь в трансформаторах определяются по формуле (4.14). Расчет норм расхода электроэнергии на потери в трансформаторах по рассматриваемому предприятию представлен в таблице 4.17.

Таблица 4.17

Расчет норм расхода электроэнергии на потери в трансформаторах

Наименование продукции, цехов	План производства, q_i , т	Коэффициент долевого участия, K_{Y_i}	Потери электроэнергии в трансформаторах, P_{TP} , кВт·ч/год	Норма потерь электроэнергии в трансформаторах, a_{TP_i} , $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{услед}}$
Пшено	1950	0,034	2433	1,25
Мука 3-х сортная	26000	0,493	35274	1,36
Мука обдирная	11230	0,122	8729	0,78
Мука сеяная	10360	0,294	21036	2,03
Крупа	2390	0,057	4078	1,71
Итого		1,0	71550	

Пункт 4.3.6 Расчет текущей нормы расхода электроэнергии. Расчет текущей нормы расхода электроэнергии производится суммированием значений норм расхода на технологические процессы, вспомогательные службы и нормируемых потерь по формуле (4.2).

Удельный расход электроэнергии на нормируемые виды, т.е. расход электроэнергии на тонну произведенной продукции по рассматриваемому предприятию представлен в виде таблицы 4.18.

Удельный расход электроэнергии на нормируемые виды продукции

Наименование продукции	$\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$ $\Pi_{\text{т}}$	$\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$ $a_{\text{вып}}$	$\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$ $a_{\text{ос}}$	$\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$ $\Delta a_{\text{эс}}$	$\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$ $\Delta a_{\text{тр}}$	$\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$ $\Pi_{\text{оз}}$	План выпуска, q , т	Годовой расход электрической энергии, кВт·ч
Пшеница	91,4	0,93	3,0	1,37	1,25	97,95	1950	191002,5
Мука 3-х сортная	100,4	1,01	3,26	1,51	1,36	107,54	26000	2796040
Мука обдирная	57,7	0,58	1,87	0,87	0,78	61,8	11230	694014
Мука сеяная	150,6	1,51	4,88	2,26	2,03	161,28	10360	1670860,8
Крупа	126,6	1,27	4,10	1,90	1,71	135,58	2390	324036,2
Итого								5675954

Пункт 4.3.7 Расчет величины потребления электроэнергии по объектам коммунально-бытового назначения. На рассматриваемом предприятии имеется столовая, магазин и общежитие. Так как данные организации не выпускают продукцию, то для них устанавливаются величина потребления электроэнергии, приравненная к норме расхода ТЭР. Величина потребления электроэнергии равна сумме всех статей расхода электроэнергии и потерь в сетях и трансформаторах и определяется по формуле (4.3).

Расчет величины потребления электроэнергии для столовой, магазина и общежития представлен в таблице 4.19.

Предельный уровень потребления электроэнергии

Наименование оборудования	Установленная мощность, кВт	Коэффициент использования оборудования	Число часов работы в год, ч	Годовой расход электроэнергии, кВт·ч
1	2	3	4	5
Столовая				
Электроплита	25	0,6	1060	15900
Электросковорода	13,6	0,6	1010	8242
Шкаф пекарский	16,2	0,6	1010	9817
Линия раздачи	15,4	0,6	720	6653
Мясорубка	1,7	0,6	620	632

Продолжение таблицы 4.19

1	2	3	4	5
Холодильные камеры	0,9	0,7	5020	3163
Овощечистка	1,3	0,6	230	179
Холодильные витрины	0,75	0,7	5020	2636
Освещение	3,6	0,8	750	2160
				49382
Потери в электросетях (1,5%)				741
Итого столовая				50123
Магазин				
Холодильные витрины	0,5	0,8	6000	2400
Холодильные камеры	0,7	0,8	6000	3360
Освещение	2,1	0,8	750	1260
				7020
Потери в электросетях (1,5%)				105
Итого магазин				7125
Общежитие				
Холодильник	1,9	0,8	8760	13316
Электроплита	17,6	0,7	1200	14784
Телевизор	1,6	0,7	3200	3584
Утюг	4,6	0,4	560	1030
Чайник	8,5	0,8	560	3808
Освещение	6,4	0,8	2600	13312
				49834
Потери в электросетях (1,5%)				748
Итого общежитие				50582
Общее потребление				107830

Таким образом, необходимый объем электрической энергии для рассматриваемого предприятия составит:

$$W^{\text{общ}} = 5675954 + 107830 = 5783784, \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

Затем необходимо сделать разбивку потребления электроэнергии по кварталам на основе имеющихся данных о выпуске нормируемой продукции и рассчитанной норме расхода ТЭР.

Раздел 4.4 РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СЖАТЫЙ ВОЗДУХ

Пункт 4.4.1 Методика нормирования расхода электроэнергии на сжатый воздух. Нормируемой единицей продукции компрессорной установки является 1000 м³ сжатого воздуха.

Норма расхода электроэнергии на основные производственные нужды при производстве сжатого воздуха по компрессорной установке N_T^K определяется по формуле (4.15):

$$N_T^K = N_{\text{пр}} + N_{\text{охл}} + N_{\text{ос}} \text{ или } N_T^K = \frac{W_{\text{пр}} + W_{\text{охл}} + W_{\text{ос}}}{q}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3} \quad (4.15)$$

где $N_{\text{пр}}$ – норма расхода электроэнергии на привод компрессора;
 $N_{\text{охл}}$ – норма расхода электроэнергии на привод насоса охлаждения;
 $N_{\text{ос}}$ – норма расхода электроэнергии на осушку воздуха;
 $W_{\text{пр}}$ – расход электроэнергии на привод компрессора, кВт·ч;
 $W_{\text{охл}}$ – расход электроэнергии на привод насоса охлаждения, кВт·ч;
 $W_{\text{ос}}$ – расход электроэнергии на осушку воздуха, кВт·ч;
 q – объем производства сжатого воздуха, тыс. м³.

Норма расхода электроэнергии на основные производственные нужды при производстве сжатого воздуха по компрессорной станции $N_T^{к.ст.}$, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$ определяется, как средневзвешенная величина норм расхода электроэнергии всех имеющихся компрессорных установок, по формуле (4.16):

$$N_T^{к.ст.} = \frac{\sum_1^n N_T^{kn} \cdot Q^{kn} \cdot T^{kn}}{\sum_1^n Q^{kn} \cdot T^{kn}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3} \quad (4.16)$$

где N_T^{kn} – норма расхода электроэнергии для каждой компрессорной установки, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$;

Q^{kn} – номинальная производительность каждой компрессорной установки, м³/ч;

T^{kn} – продолжительность работы каждой компрессорной установки, ч.

Текущая норма расхода электроэнергии $N_{\text{общ}}$ определяется по формуле (4.17):

$$N_{\text{общ}}^{\text{комп}} = N_T^K \cdot K_{\text{вн}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3} \quad (4.17)$$

где N_T^K – норма расхода электроэнергии на основные производственные нужды при производстве сжатого воздуха, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент, учитывающий расход электроэнергии на вспомогательные нужды компрессорной. Для расчета принимается $K_{\text{вн}} = 1,02 - 1,03$.

Норма расхода электроэнергии на привод компрессора на производство 1000 м³ сжатого воздуха $N_{\text{пр}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$, определяется по формуле (4.18):

$$N_{\text{пр}} = \frac{0,0027 \cdot L_{\text{из}} \cdot \Delta Q_{\text{поп}}}{\eta_{\text{из}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{э}}} \times K_{\text{э}} \quad (4.18)$$

где $L_{\text{из}}$ – работа изотермического сжатия 1 м³ воздуха, кг·м. Вычисляется по формуле (4.19):

$$L_{\text{из}} = 23000 \cdot P_1 \cdot V_1 \cdot \log \frac{P_2}{P_1} \quad (4.19)$$

где P_1 – начальное абсолютное давление, $\frac{\text{кг}\cdot\text{с}}{\text{см}^2}$. Определяется по формуле (4.20):

$$P_1 = \frac{B}{735,5} \quad (4.20)$$

где B – барометрическое давление, мм рт.ст.

P_2 – конечное давление сжатия, $\frac{\text{кг}\cdot\text{с}}{\text{см}^2}$;

V_1 – начальный всасываемый объем воздуха, равный 1 м³.

$\Delta Q_{\text{поп}}$ – поправочный коэффициент на средние значения температуры и барометрического давления воздуха о всасываемом патрубке. Поправочный коэффициент $\Delta Q_{\text{поп}}$ определяется по формуле (4.21):

$$\Delta Q_{\text{поп}} = \frac{1,205}{\gamma_0} \quad (4.21)$$

где γ_0 – удельный вес всасываемого воздуха в действительных условиях, кг/м³. Рассчитывается по формуле (4.22):

$$\gamma_0 = \frac{0,465 \cdot B_{\text{ср}}}{273 + t_{\text{ср}}}, \text{ кг/м}^3 \quad (4.22)$$

где $B_{\text{ср}}$ – среднее барометрическое давление во всасывающем патрубке, мм рт. ст.;

$t_{\text{ср}}$ – средняя температура всасываемого воздуха для периода нормирования, °С.

$\eta_{\text{из}}$ – изотермический КПД компрессора, определяемый по данным испытаний компрессора;

$\eta_{\text{э}}$ – КПД электродвигателя (определяется по каталогу);

$\eta_{\text{пер}}$ – КПД передачи от электродвигателя к компрессору (представлен в таблице 4.20).

Таблица 4.20

Значение КПД передачи от электродвигателя к компрессору

Тип передачи	Величина $\eta_{\text{пер}}$
Ременная	0,94 – 0,98
Клиноременная	0,9 – 0,98
Зубчатая	0,98
Непосредственное соединение при помощи муфты	1,0

$K_{\text{э}}$ – эксплуатационный коэффициент, учитывающий дополнительный расход электроэнергии в связи с отклонением действительных условий от теоретических. Эксплуатационный коэффициент определяется по формуле (4.23):

$$K_{\text{э}} = K_{\text{изн}} \cdot K_{\text{сж}} \cdot K_{\text{загр}} \cdot K_t \quad (4.23)$$

где $K_{\text{изн}}$ – коэффициент износа компрессора. Для новых компрессоров равен 1, для старых компрессоров, в зависимости от износа, $K_{\text{изн}} = 1-1,1$.

$K_{\text{сж}}$ – коэффициент, учитывающий конечное давление сжатия;

K_t – поправочный коэффициент на температуру всасывания воздуха;

$K_{\text{загр}}$ – коэффициент, учитывающий степень загрузки компрессора (таблица 4.21). Степень загрузки компрессора называется отношение количества воздуха подаваемого компрессором в единицу времени к его паспортной производительности за это время. Степень загрузки компрессора должна быть не ниже 90%.

Норма расхода электроэнергии на привод насоса водяного охлаждения на производство 1000 м³ сжатого воздуха, $N_{\text{охл}}$, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$, определяется по формуле (4.24):

$$N_{\text{охл}} = \frac{2,72 \cdot Q_{\text{охл}} \cdot h}{Q_{\text{ном}} \cdot \eta_n \cdot \eta_{\text{э}} \cdot \eta_{\text{пер}}} \quad (4.24)$$

где $Q_{\text{охл}}$ – часовой расход воды на охлаждение компрессора, м³/ч;

h – полный напор насоса, м вод.ст.;

$Q_{\text{ном}}$ – номинальная производительность компрессора, м³/ч.

Значения коэффициента, учитывающего степень загрузки компрессора

Типы компрессоров	Поправочный коэффициент при загрузке, %							
	100	90	80	70	60	50	40	30
Поршневые с регулированием путем подключения дополнительных вредных пространств	1,0	1,03	1,04	1,08	1,12	1,16	1,22	1,31
Поршневые с регулированием на холостой ход и ротационные компрессоры	1,0	1,03	1,08	1,11	1,16	1,23	1,31	–
Турбокомпрессоры с дроссельным регулированием	1,0	1,05	1,09	1,15	1,20	–	–	–

Норма расхода электроэнергии на осушку воздуха (если есть блок осушки) электроподогревом, $N_{ос}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$, определяется по формуле (4.25):

$$N_{охл} = \frac{10^3 \cdot P_{ос} \cdot T}{Q_v} \quad (4.25)$$

где $P_{ос}$ – мощность блока осушки, кВт (паспортные данные);

T – число часов работы блока осушки, час;

Q_v – объем выработки сжатого воздуха, м^3 .

В целом по компрессорной станции расход электроэнергии на производство сжатого воздуха, $W^{к.ст.}$, кВт·ч, определяется по формуле (4.26):

$$W^{к.ст.} = N_o^{к.ст.} \cdot \Pi \quad (4.26)$$

где $N_o^{к.ст.}$ – текущая норма расхода электроэнергии на производство сжатого воздуха, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$;

Π – объем производства сжатого воздуха, тыс. м^3 .

Пункт 4.4.2 Пример расчета нормы расхода электроэнергии на основные производственные нужды при производстве сжатого воздуха. Исходные данные для расчета приведены в таблице 4.22.

Норма расхода электроэнергии на основные производственные нужды при производстве сжатого воздуха по компрессорной установке $N_T^к$ определяется по формуле (4.15).

Норма расхода электроэнергии на привод компрессора $N_{пр}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$, определяется по формуле (4.18). Что бы определить данную норму, необходимо рассчитать значения входящих в формулу величин.

Исходные данные для расчета нормы расхода электроэнергии на
производство сжатого воздуха

Наименование параметров	Обозначение	Размерность	Паспортные данные
Тип компрессора			поршневой
Производительность	$Q_{\text{ном}}$	$\text{м}^3/\text{ч}$	1200
Фактическое рабочее давление	P	$\text{кгс}/\text{см}^2$	7
Число оборотов вала компрессора	$n_{\text{к}}$	об/мин	750
Мощность на валу компрессора	$P_{\text{к}}$	кВт	140
Соединение компрессора с приводом			При помощи муфты
Изотермический КПД компрессора	$\eta_{\text{из}}$		0,644
Тип электродвигателя			СМ-136-8
Число оборотов двигателя	$n_{\text{э}}$	об/мин	750
Мощность электродвигателя	$P_{\text{э}}$	кВт	166
КПД электродвигателя	$\eta_{\text{э}}$		0,93
Барометрическое давление	$B_{\text{ср}}$	ммрт.ст.	744,5
Средняя температура всасываемого воздуха	$t_{\text{ср}}$	$^{\circ}\text{C}$	+3,6
Коэффициент износа компрессора	$K_{\text{изн}}$		1,07
Коэффициент, учитывающий конечное давление сжатия	$K_{\text{сж}}$		1,053
Поправочный коэффициент на температуру всасывания воздуха	K_t		1,01
Коэффициент, учитывающий степень загрузки компрессора	$K_{\text{загр}}$		1,03
Насос охлаждения:			
Полный напор насоса	h	м вод.ст.	35
КПД насоса	$\eta_{\text{н}}$		0,6
КПД электродвигателя насоса	$\eta_{\text{н.э.}}$		0,87
Часовой расход воды на охлаждение компрессора	$Q_{\text{охл}}$	$\text{м}^3/\text{ч}$	4
Блок осушки отсутствует			

Работа изотермического сжатия 1 м^3 воздуха, $L_{\text{из}}$, кг·м, вычисляется по формуле (4.19).

Начальное абсолютное давление, P_1 , $\frac{\text{кг}\cdot\text{с}}{\text{см}^2}$:

$$P_1 = \frac{B}{735,5} = \frac{744,5}{735,5} = 1,012 \frac{\text{кг}\cdot\text{с}}{\text{см}^2}$$

$$\log \frac{P_2}{P_1} = \log \frac{7}{1,012} = 0,845$$

Тогда работа изотермического сжатия 1 м³ воздуха, L_{из}, кг·м составит:

$$L_{из} = 23000 \cdot 1,012 \cdot 1 \cdot 0,845 = 19668,2 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

Поправочный коэффициент ΔQ_{поп} определяется по формуле (4.21):

$$\Delta Q_{поп} = \frac{1,205}{\gamma_0} = \frac{1,205 \cdot (273 + t_{ср})}{0,465 \cdot V_{ср}} = \frac{1,205 \cdot (273 + 3,6)}{0,465 \cdot 744,5} = 0,963$$

Эксплуатационный коэффициент определяется по формуле (4.23):

$$K_э = 1,03 \cdot 1,053 \cdot 1,07 \cdot 1,01 = 1,1721$$

Норма расхода электроэнергии на привод компрессора Н_{пр}, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{тыс. м}^3}$, составит:

$$N_{пр} = \frac{0,0027 \cdot 19668,2 \cdot 0,963}{0,644 \cdot 1,093} \cdot 1,1721 = 100,1 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{тыс. м}^3},$$

Норма расхода электроэнергии на привод насоса водяного охлаждения, Н_{охл}, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{тыс. м}^3}$, определяется по формуле (4.24) и составит:

$$N_{охл} = \frac{2,72 \cdot Q_{охл} \cdot h}{Q_{ном} \cdot \eta_n \cdot \eta_э \cdot \eta_{пер}} = \frac{2,72 \cdot 4 \cdot 35}{1200 \cdot 0,6 \cdot 0,87 \cdot 1} = 0,61 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{тыс. м}^3}$$

Норма расхода электроэнергии на основные производственные нужды при производстве сжатого воздуха по компрессорной установке равна:

$$N_T^к = N_{пр} + N_{охл} = 100,1 + 0,61 = 100,7 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{тыс. м}^3}.$$

Раздел 4.5

РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПОДЪЕМ И ПОДАЧУ ВОДЫ

Пункт 4.5.1 Методика расчета нормы расхода электроэнергии на подъем и подачу воды. Нормируемой единицей на подъем и подачу воды является 1000 м³ перекаченной воды.

Норма расхода электроэнергии на основные производственные нужды на 1000 м³ добываемой и перекачиваемой установкой воды, N_T^H , $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$, определяется по формуле (4.27):

$$N_T^H = \frac{2,72 \cdot h_{\text{пн}}}{\eta} \quad (4.27)$$

где $h_{\text{пн}}$ – полный напор, м вод.ст.;

η – КПД установки. Определяется по формуле (4.28):

$$\eta = \eta_H \cdot \eta_{\text{э}} \cdot \eta_{\text{пер}} \quad (4.28)$$

где η_H – КПД насоса (по паспортным данным);

$\eta_{\text{э}}$ – КПД электродвигателя (по паспортным данным);

$\eta_{\text{пер}}$ – КПД передачи (см. таблицу 4.20).

Расчетный полный напор определяется в условиях, когда насос работает в оптимальном режиме, т.е. с величиной подачи и напора, соответствующим паспортным данным насоса.

Полный напор определяется опытным методом при испытаниях насосного оборудования насосных станций по показаниям приборов:

-для случая разряжения на впускной линии по формуле (4.29):

$$h_{\text{пн}} = h_M + h_B + h_0 + \frac{V_H^2 - V_B^2}{2q}, \text{ м вод.ст.} \quad (4.29)$$

-для случая, когда со стороны выпуска насос работает под давлением по формуле (4.30):

$$h_{\text{пн}} = h_M - h_B + h_0 + \frac{V_H^2 - V_B^2}{2q}, \text{ м вод.ст.} \quad (4.30)$$

где h_M – показания манометра, м вод.ст.;

h_B – показания вакуумметра, м вод.ст.;

h_0 – вертикальное расстояние между местом установки манометра и вакуумметра, м;

V_H, V_B – скорости в напорном и впускном патрубках в местах присоединения манометра и вакуумметра, м/сек.

q – ускорение силы тяжести, $q=9,81$ м/сек².

Если диаметры напорного и впускного патрубков равны, то:

$$\frac{V_H^2 - V_B^2}{2q} = 0$$

Норма расхода электроэнергии на основные производственные нужды при подъеме и подаче воды в целом по насосной станции $N_T^{H.CT}$, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$ определяется, как средневзвешенная величина норм расхода электроэнергии всех имеющихся насосных установок, по формуле (4.31):

$$N_T^{H.CT} = \frac{\sum_1^n H_T^{Hn} \cdot Q^{Hn} \cdot T^{Hn}}{\sum_1^n Q^{Hn} \cdot T^{Hn}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3} \quad (4.31)$$

где N_T^{Hn} – норма расхода электроэнергии для каждой насосной установки, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$,

Q^{kn} – номинальная производительность каждого из насосов, м³/ч;

T^{kn} – продолжительность работы каждого из насосов, ч.

Текущая норма расхода электроэнергии $N_{\text{общ}}$ определяется по формуле (4.32):

$$N_{\text{общ}}^{H.CT} = N_T^{H.CT} + \frac{W_{\text{всп}}^{H.CT}}{\Pi}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3} \quad (4.32)$$

где $W_{\text{всп}}^{H.CT}$ – расход электроэнергии на вспомогательные нужды насосной станции (освещение, вентиляция, потери и др.), кВт·ч. Эти расчеты определяются согласно разделу 4.2.

Π – объем перекачиваемой воды, тыс.м³.

В целом по насосной станции расход электроэнергии на подъем и подачу воды, $W^{H.CT}$, кВт·ч, определяется по формуле (4.33):

$$W^{H.CT} = N_0^{H.CT} \cdot \Pi \quad (4.33)$$

где $N_0^{H.CT}$ – текущая норма расхода электроэнергии по насосной станции, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$,

Π – объем перекачиваемой воды, тыс.м³.

Пункт 4.5.2 Пример расчета нормы расхода электроэнергии на основные производственные нужды при подъеме и подаче воды. Исходные данные для расчета предоставлены в таблице 4.23.

Таблица 4.23

Исходные данные для расчета нормы расхода электроэнергии на подъем и подачу воды

	Марка насоса	
	2КМ-6	3К-9
Производительность, м ³ /ч	20	30
Напор, м вод.ст.	30,8	34,8
Мощность электродвигателя, кВт	4,5	7,2
КПД насоса	0,64	0,62
КПД электродвигателя	0,84	0,845
КПД передачи (непосредственное соединение при помощи муфты)	1	1
Продолжительность работы насоса, час	720	720

Норма расхода электроэнергии на основные производственные нужды при подъеме и подаче воды по каждой из насосных установок, H_T^H , $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$, определяется по формуле (4.27).

Норма для насоса марки 2КМ-6 составит:

$$H_T^{H1} = \frac{2,72 \times 30,8}{0,64 \times 0,84 \times 1} = 155,8 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс. м}^3}$$

Норма для насоса марки 3К-9 составит:

$$H_T^{H2} = \frac{2,72 \times 34,8}{0,62 \times 0,845 \times 1} = 180,7 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс. м}^3}$$

Норма расхода электроэнергии на основные производственные нужды при подъеме и подаче воды в целом по насосной станции $H_T^{H.ст}$, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс.м}^3}$ определяется по формуле (4.31):

$$H_T^{H.ст} = \frac{155,8 \cdot 20 \cdot 720 + 180,7 \cdot 30 \cdot 720}{20 \cdot 720 + 30 \cdot 720} = 170,7 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{тыс. м}^3}$$

Раздел 4.6

РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ВНУТРИЦЕХОВОЙ (ВНУТРИЗАВОДСКОЙ) ТРАНСПОРТ

Пункт 4.6.1 Расчет нормы расхода электроэнергии на внутрицеховой транспорт. Расход электроэнергии для грузоподъемных механизмов, где привод осуществляется электродвигателями, определяется по формуле (4.33):

$$W^{\text{ГР}} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot P_i \cdot T_i \cdot K_c, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (4.33)$$

где m_i – количество i -ого грузоподъемного механизма, шт.

P_i – установленная мощность i -ого грузоподъемного механизма, кВт;

T_i – число часов работы i -ого грузоподъемного механизма, ч;

K_c – коэффициент спроса;

n – количество грузоподъемных механизмов.

Расход электроэнергии электрокарами определяется расходом электрической энергии на зарядку аккумуляторных батарей по формуле (4.34):

$$W^{\text{ак}} = \sum_{i=1}^n I_3 \cdot U_n \cdot T_3 \cdot m_1 \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (4.34)$$

где I_3 – зарядный ток, А;

U_n – номинальное напряжение аккумуляторных батарей, В;

T_3 – время зарядки, ч (из инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию соответствующей аккумуляторной батареи);

m_1 – количество зарядок каждой электрокары в расчетный период;

n – количество электрокар.

Пункт 4.6.2 Пример расчета нормы расхода электроэнергии на внутрицеховой транспорт. Необходимо определить расход электроэнергии на работу грузоподъемных механизмов механосборочного цеха. Исходные данные для расчета предоставлены в таблице 4.24 и таблице 4.25.

1. Определим годовой расход электроэнергии на работу грузоподъемных машин. Годовой расход электроэнергии грузоподъемными машинами определяется по формуле (4.33):

$$W^{\text{ГР}} = 5 \cdot 18,0 \cdot 0,2 \cdot 4105 + 6 \cdot 3,3 \cdot 0,1 \cdot 3035 + 2 \cdot 2,6 \cdot 0,2 \cdot 4020 = 84080,1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Таблица 4.24

Исходные данные для расчета расхода электроэнергии для работы грузоподъемных машин

Наименование	Количество, шт	Установленная мощность, кВт	K_c	Число часов работы, ч
Кран мостовой	5	18,0	0,2	4105
Кран-балка	6	3,3	0,1	3035
Кран консольный	2	2,6	0,2	4020

Таблица 4.25

Исходные данные для расчета расхода электроэнергии электрокарами

Наименование параметра	Значение
Количество электрокар, шт	2
Количество зарядок в расчетный период, шт	3
Время зарядки, ч	8,5
Номинальное напряжение аккумуляторной батареи, В	24,0
Зарядный ток, А	32,0

2. Определим расход электрической энергии на зарядку аккумуляторных батарей электрокар. Расход электроэнергии электрокарами на зарядку аккумуляторных батарей определяется по формуле (4.34):

$$W^{\text{ак}} = 2 \cdot 32,0 \cdot 24,0 \cdot 8,5 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 39,2 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Раздел 4.7

РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Пункт 4.7.1 Методика расчета норм расхода электроэнергии для организаций, занимающихся сельскохозяйственной деятельностью. Для организаций, основным видом деятельности которых является сельскохозяйственная деятельность, нормирование электрической энергии может проводиться по следующим статьям:

- привес КРС кВт·ч/т;
- производство молока кВт·ч/т;
- сушка зерна кВт·ч/т;

- сушка кукурузы кВт·ч/т;
- очистка зерна, кукурузы кВт·ч/т.

В общем случае, норма расхода и величина потребления электрической энергии определяются по формулам (4.35) и (4.36):

$$W_i = \frac{(\sum W_i + \Delta W_{\text{пот}})}{\Pi_i} \cdot 10^3, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{ед.прод}} \quad (4.35)$$

$$W_{\text{пред}} = \sum W_i + \Delta W_{\text{пот}}, \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч} \quad (4.36)$$

где W_i – статья расхода электроэнергии на производственные нужды, кВт·ч;

$\Delta W_{\text{пот}}$ – потери электроэнергии в электрических сетях и преобразователях, кВт·ч;

Π_i – план производства продукции (работ, услуг), ед.прод.

Для определения суммарного расхода электроэнергии необходимо произвести следующие расчеты:

- расхода электроэнергии технологическим оборудованием;
- расхода электроэнергии вспомогательным оборудованием;
- расхода электроэнергии оргтехникой;
- расхода электроэнергии на освещение;
- потерь в электрических сетях и преобразователях.

Определение расхода электроэнергии электропотребляющими установками осуществляется расчетным методом на основании номинальной установленной мощности, коэффициента использования и числа часов работы оборудования.

Расход электрической энергии основным и вспомогательным оборудованием определяется по формуле (4.37):

$$W_{\text{об}} = N \cdot K_{\text{и}} \cdot P_{\text{н}} \cdot T, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (4.37)$$

где $P_{\text{н}}$ – номинальная мощность электрооборудования, кВт (паспортные данные);

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования установленной мощности (справочные данные);

N – количество единиц однотипного оборудования, шт. (состав оборудования);

T – число часов работы, час (данные эксплуатации).

Расход электроэнергии на освещение помещений определяется как суммарный расход всеми осветительными установками. Расчет расхода электроэнергии на освещение в общем случае ведется по формуле (4.38):

$$W_{\text{осв}} = N \cdot K_{\text{осв}} \cdot P_{\text{уст}} \cdot T_{\text{им}}, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \quad (4.38)$$

где $K_{\text{осв}}$ – коэффициент спроса (справочные данные);

$P_{\text{уст}}$ – установленная мощность, кВт (проектные, паспортные данные);

N – количество единиц однотипного осветительного оборудования (состав оборудования);

$T_{\text{им}}$ – число часов использования максимума осветительной нагрузки, час (справочные данные).

Кроме этого, на содержание крупного рогатого скота (далее – КРС) используется горячая вода, нагреваемая в электроводонагревателях. Расход электрической энергии на содержание КРС определяется по формуле (4.39):

$$W_{\text{крс}} = 1,163 \cdot N \cdot a \cdot c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{х}}) \cdot T \cdot K_{\text{у}} \cdot 10^{-6}, \text{ тыс.кВт}\cdot\text{ч} \quad (4.39)$$

где N – количество скота, гол.;

a – нормативный удельный расход горячей воды на одну голову в сутки, л/шт.сут;

$c_{\text{в}}$ – средняя удельная теплоемкость воды, ккал/(кг \cdot $^{\circ}$ С). Принимаем $c_{\text{в}} = 1,0$ ккал/(кг \cdot $^{\circ}$ С)

$t_{\text{г}}$ – температура горячей воды, $^{\circ}$ С.

$t_{\text{х}}$ – температура исходной воды, $^{\circ}$ С.

T – продолжительность работы фермы в расчетном периоде, сут.;

$K_{\text{у}}$ – коэффициент, учитывающий расходы воды на уборку. Принимается 1,1-1,2.

Потери в электроводонагревателях принимаются 5% от потребления электроэнергии на нагрев воды на содержание КРС.

Потери в электрических сетях и преобразователях принимаются 1% от потребления электрической энергии предприятием.

Пункт 4.7.2 Пример расчета норм расхода электроэнергии для сельскохозяйственной организации. Необходимо выполнить расчет норм расхода электроэнергии для сельскохозяйственной организации. Основным видом деятельности рассматриваемой организации является сельскохозяйственная, в частности, растениеводство, производство зерновых и зернобобовых культур, содержание КРС и производство молока. В состав организации входят сельскохозяйственные объекты, расположенные в различных населённых пунктах (далее – НП):

1) в НП№1 расположены: контора, зерносклад, зерносушилка, мехмастерские. Режим работы конторы, мехмастерских – односменный с 5-дневной рабочей неделей, зерносклада и зерносушилки в летний период – ежедневно по 12 часов, в остальное время – ежедневно по 4 часа, кроме выходных. Электрическая энергия используется для работы оборудования

сушилок, транспортировки зерна, станочного оборудования мехмастерских и пилорамы, водоснабжения, оргтехники и систем освещения.

2) в НП№2 располагаются ферма (откорм) и зерносклад. Режим работы фермы – ежедневно с 6:00 до 18:00, зерносклада в летний период – ежедневно по 12 часов, в остальное время – ежедневно по 4 часа в день, кроме выходных. Электрическая энергия используется для работы оборудования зерносклада(нории, вентиляторы, шнеки и т.п.), водоснабжения и освещения.

3) в НП№3 располагаются молочно-товарная ферма МТФ-200и ферма откорма КРС. Режим работы ферм – ежедневно с 6:00 до 18:00.Электрическаяэнергия используется для работы оборудования ферм, водоснабжения и освещения.

4) в НП№4 располагаются молочно-товарная ферма МТФ-600, телятник, а также зерноочиститель и мобильная зерносушилка МЗС-240. Режим работы фермы – ежедневно с 6:00 до 18:00,зерносушилки в летний период – ежедневно по 12 часов. Электрическая энергия используется для работы оборудования зерносушилки, молочно-товарной фермы, для водоснабжения и освещения.

План производства продукции (услуг, работ) организацией представлен в таблице 4.26.

Таблица 4.26

План производства продукции (работ, услуг)

Вид продукции	Ед. изм.	Период				
		1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	год
Производство молока	т	1050	1150	1230	1120	4550
Привес КРС	т	170	173	175	175	693
Сушка и очистка зерна и кукурузы, всего, в том числе:	т	-	-	7300	1200	8500
зерно	т	-	-	7300	350	7650
-пшеница	т	-	-	2500	90	2590
-ячмень	т	-	-	3600	150	3750
-тритикале	т	-	-	300	20	320
- зернобобовые	т	-	-	900	90	990
кукуруза	т	-	-	-	850	850

Сушка зерна нормируется в плановых единицах. (Согласно «Инструкции по сушке продовольственного, кормового зерна, маслосемян

и эксплуатации зерносушилок»). Масса просушенного зерна в плановом исчислении рассчитывается по формуле (4.40):

$$M_{\text{пл}} = M_{\text{нат}} \cdot K_{\text{к}} \cdot K_{\text{в, т}} \quad (4.40)$$

где $M_{\text{нат}}$ – масса сырого зерна, поступающего в сушилку, в натуральном выражении, т;

$K_{\text{к}}$, $K_{\text{в}}$ – коэффициенты пересчета массы просушенного зерна в плановые тонны соответственно в зависимости от культуры, назначения и влажности.

Формирование показателей сушки зерна и кукурузы в плановом исчислении сведено в таблицу 4.27.

Для определения общего расхода электроэнергии на рассматриваемом предприятии проводим расчеты расхода электроэнергии технологическим и вспомогательным оборудованием, оргтехникой, расхода электроэнергии на освещение и потери в электрических сетях и преобразователях.

Расход электрической энергии основным и вспомогательным оборудованием определяется по формуле (4.37).

Расход электроэнергии на освещение помещений определяется как суммарный расход всеми осветительными установками. Расчет расхода электроэнергии на освещение в общем случае ведется по формуле (4.38).

Кроме этого, на содержание крупного рогатого скота (далее – КРС) используется горячая вода, нагреваемая в электроводонагревателях. Расход электрической энергии на содержание КРС определяется по формуле (4.39).

Потери в электроводонагревателях принимаются 5% от потребления электроэнергии на нагрев воды на содержание КРС. Потери в электрических сетях и преобразователях принимаются 1% от потребления электрической энергии предприятием.

Расчет планируемого потребления электрической энергии оборудованием предприятия приведен в таблице 4.28, в том числе на содержание КРС при производстве молока ☐ в таблице 4.29.

Таблица 4.27

Формирование плана сушки зерна и кукурузы в плановом исчислении

Зерно, кукуруза	Сушка зерна в натуральном исчислении, т					Расчетная влажность зерна, %		Коэффициент пересчета массы просушенного зерна в плановое исчисление в зависимости от		Сушка зерна в плановом исчислении, т				
	1 кв	2 кв	3 кв	4 кв	год	начальная	конечная	культуры и назначения	влажности	1 кв	2 кв	3 кв	4 кв	год
Зерно всего, в том числе:	–	–	7300	350	7650					–	–	19598	1052	20650
Пшеница (фуражное зерно)	–	–	2500	90	2590	32,0	14,0	1,00	2,39	–	–	5975	215	6190
Ячмень (фуражное зерно)	–	–	3600	150	3750	32,0	14,0	1,00	2,39	–	–	8604	359	8963
Тритикале (фуражное зерно)	–	–	300	20	320	32,0	14,0	1,00	2,39	–	–	717	48	765
Зернобобовые	–	–	900	90	990	32,0	14,0	2,00	2,39	–	–	4302	430	4732
Кукуруза	–	–	–	850	850	36,0	14,0	1,54	2,90	–	–	–	3796	3796
Итого	–	–	7300	1200	8500					–	–	19598	4848	24446

Таблица 4.28

Расчет планируемого потребления электроэнергии предприятием

Наименование оборудования	Количество, шт	Установленная мощность, кВт	Коэффициент использования, Ки	Число часов работы, ч					Потребление электрической энергии, кВт·ч				
				1 кв	2 кв	3 кв	4 кв	год	1 кв	2 кв	3 кв	4 кв	год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
НП №1													
Контора													
Компьютер	6	0,4	0,4	128	130	140	140	538	122,9	124,8	134,4	134,4	516,5
Принтер	2	0,5	0,4	64	65	70	70	269	25,6	26,0	28,0	28,0	107,6
Ксерокс	1	1,3	0,4	64	65	70	70	269	33,3	33,8	36,4	36,4	139,9
Факс	1	0,12	0,2	2120	2150	2190	2190	8650	50,9	51,6	52,6	52,6	207,6
Освещение	15	0,08	0,6	230	190	115	230	765	165,6	136,8	82,8	165,6	550,8
	25	0,06	0,6	230	190	115	230	765	207,0	171,0	103,5	207,0	688,5
Всего Контора									605,2	544,0	437,7	624,0	2210,9
Зерносклад													
Загрузчик зерна	2	11,8	0,4	0	0	305	50	355	0,0	0,0	2879,2	472,0	3351,2
Мельница	2	32	0,4	0	0	305	50	355	0,0	0,0	7808,0	1280,0	9088,0
Нория	2	4	0,4	0	0	305	50	355	0,0	0,0	976,0	160,0	1136,0
Нория	1	5,6	0,4	0	0	305	50	355	0,0	0,0	683,2	112,0	795,2
Ленточный транспортер	1	16	0,4	0	0	305	50	355	0,0	0,0	1952,0	320,0	2272,0
Шнек	4	1,8	0,4	0	0	305	50	355	0,0	0,0	878,4	144,0	1022,4
Освещение	30	0,06	0,8	250	260	270	270	1050	360,0	374,4	388,8	388,8	1512,0

Продолжение таблицы 4.28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Наружное освещение	12	0,1	0,8	630	530	320	630	2110	604,8	508,8	307,2	604,8	2025,6
Всего Зерносклад									964,8	883,2	15872,8	3481,6	21202,4
Зерносушилка													
Транспортер наклонный	1	5,6	0,4	0	0	2170	990	3160	0,0	0,0	4860,8	2217,6	7078,4
Транспортер изогнутый	1	5,4	0,4	0	0	2170	990	3160	0,0	0,0	4687,2	2138,4	6825,6
Машина предварительной и первичной очистки	2	11,3	0,4	0	0	900	140	1040	0,0	0,0	8136,0	1265,6	9401,6
Зерносушилка шахтная	1	32,6	0,65	0	0	2170	990	3160	0,0	0,0	45982,3	20978,1	66960,4
Дымосос	1	5,6	0,65	0	0	2170	990	3160	0,0	0,0	7898,8	3603,6	11502,4
Вентилятор подачи горячего воздуха	1	23,2	0,65	0	0	2170	990	3160	0,0	0,0	32723,6	14929,2	47652,8
Транспортер выгрузной	1	5,2	0,4	0	0	2170	990	3160	0,0	0,0	4513,6	2059,2	6572,8
Система вентиляции буферного силоса	1	4,6	0,65	0	0	2170	990	3160	0,0	0,0	6488,3	2960,1	9448,4
Транспортер выгрузной буферного силоса	1	5,3	0,4	0	0	2170	990	3160	0,0	0,0	4600,4	2098,8	6699,2
Нория подачи зерна на зерноочистку	3	5,3	0,4	0	0	2170	990	3160	0,0	0,0	13801,2	6296,4	20097,6
Освещение	15	0,12	0,85	0	0	710	890	1600	0,0	0,0	1086,3	1361,7	2448,0
Всего Зерносушилка									0,0	0,0	134778,5	59908,7	194687,2
Мехмастерские													
Сварочный аппарат	1	24	0,2	30	32	34	34	130	144,0	153,6	163,2	163,2	624,0
Компрессор	2	1,3	0,7	128	130	132	132	522	233,0	236,6	240,2	240,2	950,0

Продолжение таблицы 4.28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Гидромолот	1	4,3	0,2	128	130	132	132	522	110,1	111,8	113,5	113,5	448,9
Станок заточной	2	2,8	0,12	128	130	132	132	522	86,0	87,4	88,7	88,7	350,8
Станок сверлильный	2	4,1	0,12	128	130	132	132	522	126,0	127,9	129,9	129,9	513,6
Токарный станок	2	7,8	0,12	128	130	132	132	522	239,6	243,4	247,1	247,1	977,2
Тельфер	1	1,3	0,1	64	65	66	66	261	8,3	8,5	8,6	8,6	33,9
Кран-балка	2	5,4	0,1	64	65	66	66	261	69,1	70,2	71,3	71,3	281,9
Моечный аппарат ВД	1	3,2	0,8	15	65	66	15	161	38,4	166,4	169,0	38,4	412,2
Насос	1	7,9	0,65	1010	230	0	980	2220	5186,4	1181,1	0,0	5032,3	11399,7
Вентилятор	1	1,2	0,6	2140	450	0	1970	4560	1540,8	324,0	0,0	1418,4	3283,2
Освещение	15	0,075	0,6	230	190	115	230	765	155,3	128,3	77,6	155,3	516,4
	130	0,06	0,6	230	190	115	230	765	1076,4	889,2	538,2	1076,4	3580,2
	8	0,125	0,6	230	190	115	230	765	138,0	114,0	69,0	138,0	459,0
Наружное освещение	12	0,125	0,9	640	530	320	630	2120	864,0	715,5	432,0	850,5	2862,0
Всего Мехмастерские									10015,3	4557,7	2348,3	9771,8	26693,0
Потери в сетях (1 % от потребления)									115,9	59,8	1534,4	737,9	2447,9
ИТОГО НП №1									11701,2	6044,7	154971,6	74523,9	247241,4
НП № 2													
Ферма (откорм)													
Навозоудаление	4	4,2	0,6	1100	1150	990	670	3910	11088,0	11592,0	9979,2	6753,6	39412,8
Навозоудаление	4	2	0,6	1100	1150	990	670	3910	5280,0	5520,0	4752,0	3216,0	18768,0
Освещение	56	0,06	0,8	840	320	210	740	2110	2257,9	860,2	564,5	1989,1	5671,7
	8	0,25	0,8	840	320	210	740	2110	1344,0	512,0	336,0	1184,0	3376,0
Наружное освещение	15	0,25	0,9	1460	560	370	1280	3670	4927,5	1890,0	1248,8	4320,0	12386,3
Всего Ферма (откорм)									24897,4	20374,2	16880,4	17462,7	79614,7
Зерносклад													
Загрузчик зерна	1	11,6	0,4	0	0	310	55	365	0,0	0,0	1438,4	255,2	1693,6
Зерноочистительная машина	3	3,6	0,4	0	0	310	55	365	0,0	0,0	1339,2	237,6	1576,8

Продолжение таблицы 4.28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Нория	2	4,1	0,4	0	0	310	55	365	0,0	0,0	1016,8	180,4	1197,2
Вентилятор выдувной	1	3,2	0,65	0	0	310	55	365	0,0	0,0	644,8	114,4	759,2
Шнек	6	1	0,4	0	0	310	55	365	0,0	0,0	744,0	132,0	876,0
Освещение	60	0,1	0,8	225	230	235	235	925	1080,0	1104,0	1128,0	1128,0	4440,0
Всего Зерносклад									1080,0	1104,0	6311,2	2047,6	10542,8
Потери в сетях (1 % от потребления)									259,8	214,8	231,9	195,1	901,6
ИТОГО НП №2									26237,2	21692,9	23423,5	19705,4	91059,1
НП № 3													
Ферма КРС (откорм)													
Навозоудаление	4	4,1	0,6	1100	1150	990	680	3920	10824,0	11316,0	9741,6	6691,2	38572,8
Навозоудаление	4	2,3	0,6	1100	1150	990	680	3920	6072,0	6348,0	5464,8	3753,6	21638,4
Освещение	45	0,06	0,8	850	320	230	750	2150	1836,0	691,2	496,8	1620,0	4644,0
	20	0,125	0,8	850	320	230	750	2150	1700,0	640,0	460,0	1500,0	4300,0
Наружное освещение	8	0,25	0,9	1450	560	380	1280	3670	2610,0	1008,0	684,0	2304,0	6606,0
Всего Ферма КРС (откорм)									23042,0	20003,2	16847,2	15868,8	75761,2
МТФ-200 (основное стадо)													
Навозоудаление	2	4,1	0,6	520	580	500	330	1930	2558,4	2853,6	2460,0	1623,6	9495,6
Навозоудаление	2	2,3	0,6	520	580	500	330	1930	1435,2	1600,8	1380,0	910,8	5326,8
Насос откачки молока	1	1,3	0,7	290	330	360	310	1290	263,9	300,3	327,6	282,1	1173,9
Водонагреватель	3	2,6	табл. 4						17271,0	13970,0	14123,0	17654,0	63018,0
Насос вакуумный	3	4,2	0,65	570	650	700	620	2540	4668,3	5323,5	5733,0	5077,8	20802,6
Холодильник молока	1	15	0,6	500	1130	1440	630	3700	4500,0	10170,0	12960,0	5670,0	33300,0
Станция доения	1	0,8	0,65	570	650	700	620	2540	296,4	338,0	364,0	322,4	1320,8
Устройство порционного учета молока	1	0,3	0,8	285	330	350	310	1275	68,4	79,2	84,0	74,4	306,0
Холодильник бытовой	1	0,4	0,6	2180	2190	2210	2210	8790	523,2	525,6	530,4	530,4	2109,6

Продолжение таблицы 4.28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Вентилятор вытяжки	2	1,3	0,7	500	580	490	330	1900	910,0	1055,6	891,8	600,6	3458,0
Артскважина	1	4,5	0,7	285	330	350	310	1275	897,8	1039,5	1102,5	976,5	4016,3
Освещение	45	0,075	0,8	840	320	220	740	2120	2268,0	864,0	594,0	1998,0	5724,0
Наружное освещение	4	0,125	0,8	1460	550	370	1260	3640	584,0	220,0	148,0	504,0	1456,0
Всего МТФ-200 (основное стадо)									36244,6	38340,1	40698,3	36224,6	151507,6
Потери в сетях (1 % от потребления)									592,9	583,4	575,5	520,9	2272,7
ИТОГО НП № 3									59879,4	58926,7	58121,0	52614,3	229541,4
НП № 4													
МТФ-600 (основное стадо)													
Навозоудаление	5	7,6	0,4	510	580	490	335	1915	7752,0	8816,0	7448,0	5092,0	29108,0
Навозоудаление	5	3,1	0,4	510	580	490	335	1915	3162,0	3596,0	3038,0	2077,0	11873,0
Насос откачки молока	5	0,8	0,4	570	650	700	620	2540	912,0	1040,0	1120,0	992,0	4064,0
Водонагреватель	4	2,6	табл. 4					0	51811,7	41909,9	42370,0	52963,0	189054,6
Насос вакуумный	8	4,1	0,65	570	650	700	620	2540	12152,4	13858,0	14924,0	13218,4	54152,8
Холодильник молока	5	5,1	0,6	500	1140	1450	630	3720	7650,0	17442,0	22185,0	9639,0	56916,0
Сепаратор молока	3	3,1	0,4	570	650	700	620	2540	2120,4	2418,0	2604,0	2306,4	9448,8
Вентилятор вытяжки	6	1,2	0,65	750	870	740	500	2860	3510,0	4071,6	3463,2	2340,0	13384,8
Артскважина	1	6,3	0,65	570	650	700	620	2540	2334,2	2661,8	2866,5	2538,9	10401,3
Центрифуга	1	0,35	0,4	570	650	700	620	2540	79,8	91,0	98,0	86,8	355,6
Освещение	55	0,1	0,8	850	320	235	755	2160	3740,0	1408,0	1034,0	3322,0	9504,0
	38	0,15	0,8	850	320	235	755	2160	3876,0	1459,2	1071,6	3442,8	9849,6
	25	0,08	0,8	850	320	235	755	2160	1360,0	512,0	376,0	1208,0	3456,0
Наружное освещение	8	0,25	0,9	1450	550	370	1280	3650	2610,0	990,0	666,0	2304,0	6570,0
Всего МТФ-600 (основное стадо)									103070,5	100273,5	103264,3	101530,3	408138,5
Телятник													
Подогрев поилки	8	0,15	0,5	3100	760	0	1780	5640	1860,0	456,0	0,0	1068,0	3384,0
Освещение	40	0,06	0,8	850	320	235	755	2160	1632,0	614,4	451,2	1449,6	4147,2
Всего Телятник									3492,0	1070,4	451,2	2517,6	7531,2

Продолжение таблицы 4.28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Зерносушилка передвижная, зерноочиститель													
Зерносушилка мобильная	1	27,9	0,4	0	0	2170	995	3165	0,0	0,0	24217,2	11104,2	35321,4
Зерноочистительная машина	1	5,8	0,4	0	0	910	140	1050	0,0	0,0	2111,2	324,8	2436,0
Нория	1	2,3	0,4	0	0	2170	995	3165	0,0	0,0	1996,4	915,4	2911,8
Всего Зерносушилка передвижная, зерноочиститель									0,0	0,0	28324,8	12344,4	40669,2
Потери в сетях (1 % от потребления)									1065,6	1013,4	1320,4	1163,9	4516,3
ИТОГО НП № 4									107628,1	102357,3	133360,7	117556,2	456144,6
ПЛАНИРУЕМОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ									205445,8	189021,7	369876,8	264399,9	1023986,5

Таблица 4.29

Расчет планируемого потребления электрической энергии на содержание КРС МТФ

Общие данные:

Температура горячей воды $t_r = 55^{\circ}\text{C}$ Температура исходной воды t_x :1 и 4 квартал $t_x = 5^{\circ}\text{C}$ 2 и 3 квартал $t_x = 15^{\circ}\text{C}$ Средняя удельная теплоемкость воды $c_b = 1,0$ ккал/(кг $\cdot^{\circ}\text{C}$)

Статья расходования	Параметр (способ определения)	Обозначение	Ед. изм.	Период						
				1 кв	2 кв	3 кв	4 кв	год		
Содержание КРС	$W_{\text{крс}} = 1,163 \times N \times a \times c_b \times (t_r - t_x) \times T \times K_y \times 10^{-6}$, тыс.кВт·ч									
	количество голов скота (коровмолочных), всего, в том числе:	N	гол	800	800	800	800	800		
	МТФ-200 (НП № 3)			200	200	200	200	200		
	МТФ-600 (НП № 4)			600	600	600	600	600		
	количество рабочих дней	T	сут	90	91	92	92	365		
	удельный расход горячей воды наодну голову КРС в сутки	a	л/гол.сут	15,0	15,0	15,0	15,0			
	коэффициент, учитывающийрасход воды на уборку	K_y		1,1	1,1	1,1	1,1			
Всего на содержание КРС				69,1	55,9	56,5	70,6	252,1		
Потери в водонагревателе (5 %),			тыс.кВт·ч	3,5	2,8	2,8	3,5	12,6		
ИТОГО планируемое потребление электроэнергии				тыс.кВт·ч	72,6	58,7	59,3	74,1	264,7	

Формирование норм расхода электрической энергии на производственные нужды предприятия представлено в таблице 4.30

Таблица 4.30

Нормы расхода электрической энергии на производственные нужды организации

Наименование	Ед. изм.	Период				
		1 кв	2 кв	3 кв	4 кв	год
1	2	3	4	5	6	7
Показатель нормирования		Производство молока				
План производства продукции (работ, услуг)	т	1050	1150	1230	1120	4550
Статья расходования электроэнергии, всего, в том числе:	тыс. кВт·ч	110,9	107,6	110,5	109,3	438,6
Технологические нужды, всего, в том числе:	тыс. кВт·ч	104,5	103,9	108,0	103,3	419,7
МТФ-200 НП №3		27,2	28,7	30,5	27,2	113,6
МТФ-600 НП №4		77,3	75,2	77,5	76,1	306,1
Общепроизводственные нужды, всего, в том числе:	тыс. кВт·ч	5,3	2,6	1,4	5,2	14,5
Контора НП №1		0,3	0,3	0,2	0,3	1,1
Мехастерские НП №1		5,0	2,3	1,2	4,9	13,4
Потери в электрических сетях и преобразователях	тыс. кВт·ч	1,1	1,1	1,1	1,1	4,4
Норма расхода электрической энергии	$\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$	105,6	93,6	89,8	97,6	96,4
Показатель нормирования		Привес КРС				
План производства продукции (работ, услуг)	т	170	173	175	175	693
Статья расходования электроэнергии, всего, в том числе:	тыс. кВт·ч	92,4	79,6	72,2	76,3	320,5
Технологические нужды, всего, в том числе:	тыс. кВт·ч	86,2	76,2	70,1	70,3	302,8
Ферма (откорм) НП № 2		24,9	20,4	16,9	17,5	79,6
Ферма КРС (откорм) НП № 3		23,0	20,0	16,8	15,9	75,8

Продолжение таблицы 4.30

1	2	3	4	5	6	7
МТФ-200 НП №3		9,0	9,6	10,2	9,0	37,8
МТФ-600 НП №4		25,8	25,1	25,8	25,4	102,1
Телятник НП №4		3,5	1,1	0,4	2,5	7,5
Общепроизводственные нужды, всего, в том числе:	тыс. кВт·ч	5,3	2,6	1,4	5,2	14,5
Контора НП №1		0,3	0,3	0,2	0,3	1,1
Мехастерские НП №1		5,0	2,3	1,2	4,9	13,4
Потери в электрических сетях и преобразователях	тыс. кВт·ч	0,9	0,8	0,7	0,8	3,2
Норма расхода электрической энергии	$\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$	543,5	460,1	412,6	436,0	462,5
Показатель нормирования		Очистка зерна и кукурузы				
План производства продукции (работ, услуг)	т	–	–	7300	1200	8500
Статья расходования электроэнергии, всего, в том числе:	тыс. кВт·ч	–	–	26,6	6,9	33,4
Технологические нужды, всего, в том числе:	тыс. кВт·ч	–	–	26,3	6,8	33,1
Зерносклад НП №1		–	–	15,9	3,5	19,4
Зерносклад НП №2		–	–	6,3	2,1	8,4
Зерноочиститель НП №4		–	–	4,1	1,2	5,3
Потери в электрических сетях и преобразователях	тыс. кВт·ч	–	–	0,3	0,1	0,3
Норма расхода электрической энергии	$\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$	–	–	2,3	5,8	3,9
Показатель нормирования		Сушка зерна и кукурузы				
План производства продукции (работ, услуг)	т	–	–	19598	4848	24446
Статья расходования электроэнергии, всего, в том числе:	тыс. кВт·ч	–	–	160,6	71,7	232,3
Технологические нужды, всего, в том числе:	тыс. кВт·ч	–	–	159,0	71,0	230,0
Зерносушилка НП №1		–	–	134,8	59,9	194,7
Зерносушилка передвижная НП №4		–	–	24,2	11,1	35,3

Продолжение таблицы 4.30

1	2	3	4	5	6	7
Потери в электрических сетях и преобразователях	тыс. кВт·ч	–	–	1,6	0,7	2,3
Норма расхода электрической энергии	$\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$	–	–	8,2	14,8	9,5
ИТОГО планируемое потребление электроэнергии	тыс. кВт·ч	203,3	187,2	369,9	264,2	1024,6

Так как на рассматриваемом предприятии не имеются подразделения, которые не выпускают продукцию, то величину потребления электроэнергии рассчитывать не нужно.

Таким образом, как видно из таблицы 4.30, планируемое потребление электроэнергии предприятием составит 1024,6 тыс. кВт·ч.

Раздел 4.8

РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Пункт 4.8.1 Методика расчета норм электрической энергии на производство молочной продукции. Норма расхода электрической энергии на производство определенного вида молочной продукции рассчитывается как сумма пооперационных удельных расходов. Удельный расход электроэнергии определяется для каждой единицы электропотребляющего оборудования, участвующего в выработке продукта.

Удельный расход электроэнергии, т.е. расход электроэнергии на единицу произведенной продукции, на производство продукции на рабочих машинах, аппаратах, установках непрерывного действия с равномерной нагрузкой, кВт·ч/т, определяется по формуле (4.41):

$$W_{\text{тех}} = \frac{P_{\text{н}} \cdot K_{\text{и}}}{M} \cdot A \quad (4.41)$$

где $P_{\text{н}}$ – номинальная мощность электродвигателя оборудования, кВт;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования мощности оборудования, принимается из таблицы 4.3 или на основании опытных и справочных данных;

A – расход сырья перерабатываемого на данном оборудовании, на одну тонну готовой продукции, т/т (если производительность дана по готовому продукту, то A = 1);

В таблице 4.31 представлен расход сырья на одну тонну готовой продукции, т/т, по видам продукции.

Таблица 4.31

Расход сырья на одну тонну готовой продукции, т/т

Наименование продукции	Нормы расхода на 1т, т		
	Молоко	Обрат	Сыворотка
Молоко в цистернах 3,5%	0,9746	0,0282	0
Молоко в п/пл			
Молоко в п/пл 1 л 1,5%	0,4128	0,5979	0
Молоко в п/пл 1 л 3,2%	0,8969	0,1139	
Молоко в п/пл 1 л 2,8%	0,7829	0,2278	
Молоко в п/пл 1 л 3,6%	1,0107	0	
Молоко йодированное в п/пл 1 л 3,2%	0,8968	0,1139	
Молоко йодированное в п/пл 0,5 л 3,2%	0,8969	0,1139	
Молоко в п/пл 0,5 л 2,8%	0,7829	0,2278	
Молоко в п/пл 0,5 л 2,7%	0,754	0,2716	
Молоко в пюр-пак			
Молоко в пюр-пак 1,5%	0,4109	0,5951	0
Молоко в пюр-пак 2,8%	0,7793	0,2267	0
Молоко в пюр-пак 3,2%	0,8926	0,1134	0
Молоко в пюр-пак 3,5%	1,0358	0	0
Молоко в пюр-пак 0,5 л 3,2%	0,8926	0,1134	
Молоко в пюр-пак 0,5 л 2,8%	0,7793	0,2267	

M – производительность оборудования по обрабатываемому сырью или готовому продукту, т/ч. Рассчитывается по формуле (4.42):

$$M = M_{п} \cdot K_{и.п} \quad (4.42)$$

где $M_{п}$ – паспортная производительность рабочей машины, установки, линии, т/ч;

$K_{и.п}$ – коэффициент использования паспортной производительности (согласно технической характеристике рабочей машины).

Удельный расход электроэнергии, т.е. расход электроэнергии на единицу произведенной продукции, для периодически работающего

оборудования (мешалки в ваннах, танках), кВт·ч/т, определяется по формуле (4.43):

$$W_{\text{тех}} = \frac{P_n \cdot K_n \cdot \tau_p}{m} \cdot A \quad (4.43)$$

где τ_p – время работы электродвигателя в течение одного цикла обработки или хранения продукта, ч;

m – масса продукта, обрабатываемого за один цикл, т. Определяется по формуле (4.44):

$$m = V \cdot \rho \quad (4.44)$$

где V – рабочий объем танка или емкости (по паспорту), м³;

ρ – плотность продукта, т/м³.

Пункт 4.8.2 Методика расчета расхода электрической энергии на общетехнологические операции. При производстве молочной продукции имеются технологические операции, которые выполняются при выпуске любой продукции. К таким операциям относятся: мойка тары, мойка технологического оборудования и трубопроводов; мойка автомобильных и железнодорожных цистерн; фасовка и упаковка и др.

Расчет электроэнергии на мойку технологического оборудования и трубопроводов определяется по формуле (4.45):

$$W_{\text{МО}}^{\text{тех}} = \sum_{i=1}^n \frac{P_{ni} \cdot K_{ni}}{M_i} \cdot G_B \cdot A \quad (4.45)$$

где P_{ni} – номинальная мощность электродвигателя, i -ого насоса, кВт;

M_i – номинальная производительность i -ого насоса, т/ч;

n – количество насосов, участвующих при мойке оборудования, шт;

G_B – расход воды на мойку технологического оборудования и трубопроводов на 1 т перерабатываемого молока, составляет 0,5-0,6 т.

Пункт 4.8.3 Методика расчета расхода электрической энергии на производство холода. Холод на предприятии вырабатывается для охлаждения продукции. Норма расхода электроэнергии на производство 1 Гкал холода определяется исходя из суммарного годового электропотребления холодильных машин и годовой расчетной выработки холода по следующей формуле (4.46):

$$N_{\text{тех}}^{\text{хол}} = \frac{W_{\text{хол}}^{\text{год}}}{Q_{\text{хол}}} \quad (4.46)$$

где $W_{\text{хол}}^{\text{год}}$ – годовое электропотребление электроэнергии холодильными машинами, кВт·ч;

$Q_{\text{хол}}$ – годовая расчетная выработка холода, Гкал.

Нормы расхода холода на производство продукции и доохлаждения ее от температуры 16⁰С до 4⁰С приняты согласно приложению 1 приказа №305 Министерства мясной и молочной промышленности СССР от 20 сентября 1985 г. и представлены в таблице 4.32.

Таблица 4.32

Нормы расхода холода на производство продукции и доохлаждения ее от температуры 16⁰С до 4⁰С

Наименование продукции	Норма расхода холода на производство продукции, Мкал/т	Норма расхода холода на доохлаждение, Мкал/т
Молоко	40	0,94
Кефир	40	0,94
Ряженка	40	0,94
Сметана	90	0,87
Творог	185	0,85
Сырки творожные	185	0,85
Масса творожная	185	0,85
Сырки глазированные	185	0,85
Сухое обезжиренное молоко	17	0,94
Масло сливочное	450	0,78
Сыворотка	17	0,94
Сливки	40	0,94
Йогурт	40	0,94
Напиток кисломолочный	40	0,94
Сыр плавленый	185	0,85

Пункт 4.8.4 Методика расчета расхода электрической энергии на общецеховые и общезаводские нужды. Расчет потребления электроэнергии отдельными подразделениями и предприятием в целом проводится по методу коэффициента использования. Расчет норм расхода электроэнергии на вспомогательные производственно-эксплуатационные нужды для молокоперерабатывающих организаций производится аналогично расчетам, указанным в разделе 4.2 данной методики.

Пункт 4.8.5 Пример расчета норм электрической энергии на производство молочной продукции. Необходимо рассчитать нормы расхода электроэнергии на производство:

- молока в пакетах полиэтиленовых (1 л) 1,5 %;
- сметаны в пластиковых стаканах (0,23 кг) 30 %;
- кефира в пакетах полиэтиленовых (0,5 л) 3,2 %;
- творога фасованного (0,25 кг) 5,0 %;
- сырков глазурированных (0,035кг) 15%;
- масла крестьянского фасованного (0,1 кг).

Согласно пункта 4.8.2 рассчитаем норму расхода электроэнергии на мойку технологического оборудования и транспорта по формуле (4.45). Расчет сведем в таблицу 4.33.

Таблица 4.33

Расчет нормы расхода электроэнергии на мойку технологического оборудования и транспорта

Наименование оборудования	P_n , кВт	Количество, шт	$K_{и}$	Производительность, т/ч	Расход воды, т/т	Норма расхода электроэнергии на мойку оборудования, кВт·ч/т
Насос подачи раствора	5,5	2	0,65	21,0	0,6	0,204
Насос подачи холодной воды	5,3	2	0,65	21,0	0,6	0,197
Насос подачи горячей воды	5,4	1	0,65	22,3	0,6	0,094
Насос мойки автоцистерн	5,5	1	0,65	46,3	0,6	0,046
Насос размывки соды	1,3	2	0,65	21,0	0,6	0,048
Мешалка танка соды	0,55	2	0,65	12,0	0,6	0,036
Итого						0,625

Норма расхода электроэнергии на производство продукции состоит из расхода электроэнергии на прием молока и переработку молока в соответствующий вид продукции. На предприятии осуществляется централизованный прием молока.

Норма расхода электроэнергии на прием молока определяется по формуле (4.41), данный расчет сведен в таблицу 4.34.

В соответствии с выше приведенной методикой и данными о расходе сырья, а также, с учетом полученных расчетных значений отдельных

показателей (расход электроэнергии на мойку технологического оборудования, трубопроводов и на прием молока), выполнен расчет норм расхода электроэнергии на нормируемые виды продукции.

Таблица 4.34

Норма расхода электроэнергии на прием молока

Наименование оборудования	P_n , кВт	Количество, шт	K_n	Производительность, т/ч	Норма расхода электроэнергии на приемку молока, кВт·ч/т
Насос приемки (1 сорт)	5,3	1	0,65	25,0	0,138
Насос приемки №1	5,0	3	0,65	22,0	0,443
Насос приемки №2	5,5	1	0,65	25,0	0,143
Насос сыворотки	1,6	2	0,65	19,0	0,109
Насос приемки молока от населения	5,6	3	0,65	22,6	0,483
Насос выкатки молока с машин на весы	5,4	1	0,65	25,0	0,140
Насос выкатки молока с машин с весов	5,4	1	0,65	25,0	0,140
Итого					1,596

Исходные данные и расчет нормы расхода электроэнергии на производство молока в пакетах полиэтиленовых (1 л) жирностью 1,5 % приведены в таблице 4.35.

Исходные данные и расчет нормы расхода электроэнергии на производство сметаны в пластиковых стаканах (0,23 кг) жирностью 30 % приведены в таблице 4.36.

Исходные данные и расчет нормы расхода электроэнергии на производство кефира в полиэтиленовых пакетах (0,5 л) жирностью 3,2 % приведены в таблице 4.37.

Исходные данные и расчет нормы расхода электроэнергии на производство творога фасованного (0,25 кг) жирностью 5,0 % приведены в таблице 4.38.

Исходные данные и расчет нормы расхода электроэнергии на производство сырков глазированных (0,035 кг) жирностью 15 % приведены в таблице 4.39.

Исходные данные и расчет нормы расхода электроэнергии на производство масла крестьянского фасованного (0,1 кг) приведены в таблице 4.40.

Таблица 4.35

Расчет нормы расхода электроэнергии на производство молока в пакетах полиэтиленовых (1 л) жирностью 1,5 %

Операция, электропотребляющее оборудование	n, шт	P _н , кВт	K _н	Время работы, ч	Производительность оборудования, т/ч	Масса продукта, обрабатываемого за один цикл, т	Расход сырья на тонну готовой продукции, т/т	Технологическая норма, кВт·ч/т
Прием молока								1,596
Охладитель	2	3,6	0,8	1		25	0,4128	0,095
Насос	1	14,8	0,8		20		0,4128	0,244
Резервуар для хранения сырого молока (мешалка)	1	1,3	0,8	1		25	0,4128	0,017
Перекачка молока на сепарирование	1	4,3	0,8		20		0,4128	0,071
<i>Получение обезжиренного молока</i>								
Установка «Колдинг»	1	1,6	0,8	11	20		0,598	0,038
<i>Нормализация цельного молока обезжиренным</i>								
Насос	1	5,6	0,7		20		1,011	0,198
Танк (мешалка)	1	1,2	0,8	1		25	1,011	0,039
<i>Пастеризация нормализованного молока</i>								
Установка «Колдинг»	2	3,5	0,8	11	20		1,011	0,283
Мешалки	1	2,2	0,8	11	20		1,011	0,089
<i>Хранение молока</i>								
Танк (мешалки)	1	1,1	0,8	1		25	1,011	0,036
<i>Пастеризация молока</i>								
Установка для пастеризации	1	5,4	0,8	11	12		1,011	0,364
<i>Розлив пастеризованного молока</i>								
Автомат по розливу молока	1	2,3	0,8		3600	0,001		0,489
Мойка технологического оборудования и автоцистерн								0,625
Итого								4,184

Таблица 4.36

Расчет нормы расхода электроэнергии на производство сметаны в пластиковых стаканах (0,23кг) жирностью 30 %

Операция, электропотребляющее оборудование	n, шт	P _н , кВт	K _н	Время работы, ч	Производительность оборудования, т/ч	Масса продукта, обрабатываемого за один цикл, т	Расход сырья на тонну готовой продукции, т/т	Технологическая норма, кВт·ч/т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Прием и охлаждение молока</i>								
Прием молока								1,596
Охладитель	2	3,6	0,8	1		25	7,363	1,696
Насос	1	14,8	0,8		20		7,363	4,359
Резервуар для хранения сырого молока (мешалка)	1	1,3	0,8	1		25	7,363	0,306
Перекачка молока на сепарирование	1	4,3	0,8		20		7,363	1,266
Установка «Колдинг»	1	1,6	0,8	11	20		7,363	0,471
<i>Нормализация сливок</i>								
Насос	1	5,6	0,7		21		1,06	0,198
Ванна	1	0,75	0,8	2		6	1,06	0,106
<i>Пастеризация и гомогенизация сливок</i>								
Установка «Колдинг»	2	3,5	0,8	11	20		1,06	0,297
Гомогенизатор	1	36,5	0,8		5		1,06	6,190
<i>Приготовление закваски</i>								
Насос	1	1,6	0,8		9,7		0,05	0,007
Заквасочник	1	2,7	0,8	2		0,6	0,05	0,18
<i>Внесение закваски</i>								
Насос	1	1,7	0,8	11	12		0,05	0,006
<i>Перемешивание заквашенных сливок</i>								

Продолжение таблицы 4.36

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Танк (мешалка)	1	0,8	0,8	2		6,0	1,11	0,118
<i>Поступление сметаны на розлив</i>								
Насос	2	1,5	0,8		9,7		1,11	0,275
<i>Розлив сметаны</i>								
Установка для розлива сметаны	1	1,4	0,8		377	0,00023		12,917
Мойка технологического оборудования и автоцистерн								0,628
Итого								30,616

Таблица 4.37

Расчет нормы расхода электроэнергии на производство кефира в полиэтиленовых пакетах (0,5 л)
жирностью 3,2 %

Операция, электропотребляющее оборудование	п, шт	P _н , кВт	K _и	Время работы, ч	Производительность оборудования, т/ч	Масса продукта, обрабатываемого за один цикл, т	Расход сырья на тонну готовой продукции, т/т	Технологическая норма, кВт·ч/т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Прием и охлаждение молока</i>								
Прием молока								1,596
Охладитель	2	3,6	0,8	1		25	0,9535	0,220
Насос	1	14,8	0,8		20		0,9535	0,564
Резервуар для хранения сырого молока (мешалка)	1	1,3	0,8	1		25	0,9535	0,040
Перекачка молока на сепарирование	1	4,3	0,8		20		0,9535	0,164
<i>Получение обезжиренного молока</i>								
Установка «Колдинг»	1	1,6	0,8	11	20		0,061	0,004
<i>Нормализация цельного молока обезжиренным</i>								
Насос	1	5,6	0,7		20		1,0141	0,199
Танк (мешалка)	1	1,2	0,8	1		25	1,0141	0,039
<i>Пастеризация нормализованного молока</i>								
Установка «Колдинг»	2	3,5	0,8	11	20		1,0141	0,284
Гомогенизатор	1	36,5	0,8		5		1,0141	5,922
<i>Приготовление закваски</i>								
Насос	1	1,6	0,8		9,7		0,05	0,007
Заквасочник	1	2,7	0,8	2		0,6	0,05	0,18
<i>Внесение закваски</i>								

Продолжение таблицы 4.37

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Насос	1	1,7	0,8	11	12		0,05	0,006
<i>Перемешивание заквашенных сливок</i>								
Танк (мешалка)	1	0,8	0,8	2		6,0	1,0141	0,108
<i>Поступление кефира на розлив</i>								
Насос	2	1,5	0,8		9,7		1,0141	0,251
<i>Розлив кефира</i>								
Установка для розлива	1	2,3	0,8		1020	0,0005		3,608
Мойка технологического оборудования и автоцистерн								0,628
Итого								13,820

Таблица 4.38

Расчет нормы расхода электроэнергии на производство творога фасованного (0,25 кг)
жирностью 5,0 %

Операция, электропотребляющее оборудование	п, шт	P _н , кВт	K _и	Время работы, ч	Производительность оборудования, т/ч	Масса продукта, обрабатываемого за один цикл, т	Расход сырья на тонну готовой продукции, т/т	Технологическая норма, кВт·ч/т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Прием и охлаждение молока</i>								
Прием молока								1,596
Насос	1	5,7	0,8		21		1,477	0,321
Охладитель	2	3,6	0,8	1		50	1,477	0,170
Насос	1	14,8	0,8		40		1,477	0,437
Резервуар для хранения сырого молока (мешалка)	1	1,3	0,8	1		25	1,477	0,061
<i>Сепарирование молока для получения сливок</i>								
Перекачка молока на сепарирование	1	5,7	0,8		21		1,477	0,321
Установка «Колдинг»	1	1,6	0,8	11	20		1,477	0,089
<i>Нормализация сливок</i>								
Насос	1	5,6	0,7		21		6,5219	1,217
Ванна	1	0,9	0,8	2,5		6,5	6,5219	0,722
<i>Пастеризация гомогенизация сливок</i>								
Установка «Колдинг»	2	3,5	0,8	11	20		6,5219	1,826
Гомогенизатор	1	36,5	0,8		5		6,5219	38,088
<i>Перекачивание молока в заквасочное отделение</i>								
Насос	1	1,6	0,8		9,7		0,05	0,007
Заквасочник	1	2,7	0,8	2		0,6	0,05	0,18

Продолжение таблицы 4.38

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Внесение закваски</i>								
Насос	1	1,7	0,8	11	12		0,05	0,006
<i>Производство творога</i>								
Линия	1	7,9	0,8		8		1,006	0,795
Подъемник	1	2,6	0,8		2		1,006	1,046
Фаршемешалка	1	5,9	0,8		3,5		1,006	1,357
Фасовка и упаковка творога	1	2,4	0,8		1440	0,00025	1,006	5,365
Мойка технологического оборудования и автоцистерн								0,628
Итого								54,232

Таблица 4.39

Расчет нормы расхода электроэнергии на производство сырков глазированных (0,035 кг) жирностью 15 %

Операция, электропотребляющее оборудование	n, шт	P _н , кВт	K _н	Время работы, ч	Производительность оборудования, т/ч	Масса продукта, обрабатываемого за один цикл, т	Расход сырья на тонну готовой продукции, т/т	Технологическая норма, кВт·ч/т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Прием и охлаждение молока</i>								
Прием молока								1,596
Насос	1	5,7	0,8		21		3,1046	0,674
Охладитель	2	3,6	0,8	1		50	3,1046	0,358
Насос	1	14,8	0,8		40		3,1046	0,919
Резервуар для хранения сырого молока (мешалка)	1	1,3	0,8	1		25	3,1046	0,129
<i>Сепарирование молока для получения сливок</i>								
Перекачка молока на сепарирование	1	5,7	0,8		21		3,1046	0,675
Установка «Колдинг»	1	1,6	0,8	11	20		3,1046	0,199
<i>Нормализация сливок</i>								
Насос	1	5,6	0,7		21		5,9326	1,107
Ванна	1	0,9	0,8	2,5		6,5	5,9326	0,657
<i>Пастеризация гомогенизация сливок</i>								
Установка «Колдинг»	2	3,5	0,8	11	20		5,9326	1,661
Гомогенизатор	1	36,5	0,8		5		5,9326	34,646
<i>Перекачивание молока в заквасочное отделение</i>								
Насос	1	1,6	0,8		9,7		0,05	0,007
Заквасочник	1	2,7	0,8	2		0,6	0,05	0,18
<i>Внесение закваски</i>								

Продолжение таблицы 4.39

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Насос	1	1,7	0,8	11	12		0,05	0,006
<i>Производство творога</i>								
Линия	1	7,9	0,8		8		1,0111	0,799
Подъемник	1	2,6	0,8		2		1,0111	1,052
Фаршемешалка	1	5,9	0,8		3,5		1,0111	1,364
Подача творога	1	0,6	0,6		1,5		1,0111	0,243
Покрытие глазурью	1	3,2	0,8		1,5		1,0111	1,726
Фасовка и упаковка сырков	1	2,4	0,8		2600	0,000035	1,0111	21,310
Мойка технологического оборудования и автоцистерн								0,628
Итого								69,936

Таблица 4.40

Расчет нормы расхода электроэнергии на производство масла крестьянского фасованного (0,1кг)

Операция, электропотребляющее оборудование	n, шт	P _н , кВт	K _н	Время работы, ч	Производительность оборудования, т/ч	Масса продукта, обрабатываемого за один цикл, т	Расход сырья на тонну готовой продукции, т/т	Технологическая норма, кВт·ч/т
Прием молока								1,596
Охладитель	2	3,6	0,8	1		25	22,279	5,133
Насос	1	14,8	0,8		20		22,279	13,189
Резервуар для хранения сырого молока (мешалка)	1	1,4	0,8	1		25	22,279	0,998
Перекачка молока на подогрев перед сепарированием	1	1,6	0,6		10		22,279	2,139
Подогрев молока перед сепарированием	1	34	0,7	8	25		22,279	21,210
Перекачка молока на сепарирование	1	5,7	0,8		20		22,279	5,080
Сепарирование молока	1	3,2	0,8		10		22,279	5,703
Перекачивание сливок из промежуточного бачка на охладитель в танк	1	1,3	0,6		10		2,470	0,193
Перемешивание сливок в танке	1	2,4	0,6	1		6	2,470	0,593
Перекачивание сливок из танка в промежуточный бачок	1	2,4	0,6		10		2,470	0,356
Подача сливок на пастеризацию	1	3,2	0,6		20		2,470	0,237
Пастеризация сливок	1	3,2	0,8	8	5		2,470	1,265
Сепарирование сливок	1	6,7	0,8		1,5		2,470	8,826
Перемешивание сливок в ванне	1	2,3	0,6	2,5		10	2,470	0,341
Подача сливок на маслообразователь	1	2,3	0,6		1		2,470	3,409
Производство масла	1	4,1	0,8		1		2,470	8,102
Перекачка пахты	1	3,6	0,6		1		2,470	5,335
Расфасовка масла	1	4,7	0,7		1350	0,0001		24,370
Мойка технологического оборудования и автоцистерн								0,628
Итого								108,703

Раздел 4.9
РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ
МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Пункт 4.9.1 Методика расчета норм электрической энергии на производство мясной продукции. Для определения нормы расхода электроэнергии необходимо рассчитать расход электроэнергии на работу технологического оборудования.

Расчет расхода электроэнергии на технологические процессы выполняется следующим образом и в следующей последовательности:

- по каждому объекту составляется список электропотребляющего технологического оборудования.

- далее определяется установленная мощность единицы оборудования и суммарная установленная мощность.

Расход электроэнергии на работу технологического оборудования определяется по формуле (4.47):

$$W_m = k_u \cdot P_{ном} \cdot T_p \quad (4.47)$$

где $P_{ном}$ – номинальная установленная мощность группы электроприемников, кВт;

k_u – коэффициент использования оборудования по мощности;

T_p – фактическое время работы оборудования с учетом производительности, ч.

Расход электроэнергии осветительными установками определяется по формуле (4.48):

$$W_m = k_c \cdot P_{ном} \cdot T_p \quad (4.48)$$

где $P_{ном}$ – номинальная установленная мощность группы электроприемников, кВт;

k_c – коэффициент спроса осветительного оборудования по мощности;

T_p – фактическое время работы оборудования с учетом естественного освещения, ч.

Пункт 4.9.2 Пример расчета нормы электрической энергии на производство мясной продукции. Необходимо рассчитать норму расхода электроэнергии для производства 1 тонны жира пищевого топленого. Исходные данные и расчет нормы расхода электроэнергии для производства жира пищевого топленого приведены в таблице 4.41.

Таблица 4.41

Расчет нормы расхода электроэнергии для производства жира пищевого топленного

Наименование оборудования	Количество	$P_{уст}$, кВт	Время работы в сутки, ч	$k_{и}$	Потребление электроэнергии, кВт·ч
Центрифуга	1	14,3	1,0	0,6	8,58
Котел для вытопки жира	1	40,2	3,2	0,7	90,05
Насос центробежный	1	3,5	1,0	0,6	2,1
Сепаратор	4	12,3	0,5	0,6	14,76
Насос роторный	4	3,6	1,0	0,6	8,64
Таль электрическая	2	2,5	0,5	0,2	0,5
Аппарат для нагрева воды	1	1,7	1,5	0,6	1,53
Конвейер скребковый	2	5,3	0,5	0,2	1,06
Вентилятор	1	5,7	4,0	0,7	15,96
Весы	2	0,4	3,0	0,3	0,72
Аппарат вытопки жира	1	3,4	1,5	0,6	3,06
Освещение	10	0,1	4,0	0,8	3,2
Итого					150,16
Выпуск продукции (в сутки), т					0,91
Норма расхода электроэнергии на производство жира пищевого топленного, кВт·ч/т					165,0

Пункт 4.9.3 Методика расчета норм расхода электрической энергии на производство холода. Норма расхода электроэнергии на производство 1 Гкал холода определяется исходя из суммарного годового электропотребления холодильных машин и годовой расчетной выработки холода по следующей формуле (4.49):

$$H_{тех}^{хол} = \frac{W_{хол}^{год}}{Q_{хол}} \quad (4.49)$$

где $W_{хол}^{год}$ – годовое электропотребление электроэнергии холодильными машинами, кВт·ч;

$Q_{хол}$ – годовая расчетная выработка холода, Гкал.

Годовой расход холода определяется как сумма годовых расходов холода для компенсации теплопритоков через ограждающие конструкции холодильника, от продуктов при их термической обработке и эксплуатационных.

Суммарный теплоприток в камеры определяется по формуле (4.50):

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \text{ ккал/ч} \quad (4.50)$$

где Q_1 – теплоприток через ограждающие конструкции, ккал/ч;

Q_2 – теплоприток от продуктов при термической обработке, ккал/ч;

Q_3 – эксплуатационный теплоприток, ккал/ч.

Теплоприток через ограждающие конструкции определяется по формуле (4.51):

$$Q_1 = k_0 \cdot F \cdot (t_n - t_b), \text{ ккал/ч} \quad (4.51)$$

где k_0 – коэффициент теплопроводности ограждения, ккал/(м²·°С)·ч;

F – площадь поверхности ограждения, м²;

t_n – температура снаружи ограждения, °С;

t_b – температура охлаждаемого помещения, °С.

Годовой расход холода для компенсации теплопритоков через ограждающие конструкции холодильника $Q_1^г$ определяется в соответствии с ВНТП 03-86 (Ведомственные нормы технологического проектирования распределительных холодильников) по формуле (4.52):

$$Q_1^г = Q_1 \cdot T \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t_{max}} \cdot k, \text{ ккал/г} \quad (4.52)$$

где Q_1 – теплоприток через ограждающие конструкции, ккал/ч;

T – длительность охлаждения при определенной температуре кипения (число часов работы компрессоров в году), час/год (таблица 4.42);

Таблица 4.42

Данные для определения годовых расходов холода

В, °С	0			- 10			- 20			- 30		
	T	Δt	Δt_{max}	T	Δt	Δt_{max}	T	Δt	Δt_{max}	T	Δt	Δt_{max}
Витебск	5760	11,8	28	8640	16,5	38	8640	26,5	48	8640	35,5	58
Гомель	5760	12,4	31	8640	18,6	41	8640	26,6	51	8640	36,6	61

V – температура воздуха внутри охлаждаемых помещений, °С

Данные приведены для городов Беларуси, находящихся в северной и южной ее частях, для других городов – рассчитываются путем интерполяции.

Δt – разность между средней расчетной температурой наружного воздуха и температурой воздуха внутри охлаждаемого помещения, °С (таблица 4.43);

Δt_{max} – разность между максимальной расчетной температурой наружного воздуха и температурой воздуха внутри охлаждаемого помещения, °С (таблица 4.43);

Таблица 4.43

Удельные показатели притока тепла от открывания дверей в камерах холодильника

Наименование помещений распределительных холодильников	Приток тепла от открывания дверей, ккал/м ² на 1 м ² пола при высоте камер 3,6 м		
	до 50 м ²	от 50 м ² до 150 м ²	свыше 150 м ²
Камеры хранения охлажденных грузов	15	8	6
Камеры хранения мороженных продуктов	22	12	8
Камеры охлаждения	12	6	5
Камеры замораживания	30	16	12
Загрузочно - разгрузочная	40	20	10
Камеры хранения готовой продукции	10	5	3

При большой высоте камер величины теплопритоков необходимо увеличивать пропорционально.

k – коэффициент, учитывающий потери в трубопроводах при различных температурах кипения. Значения представлены в таблице 4.44.

Таблица 4.44

Значения коэффициент, учитывающего потери в трубопроводах при различных температурах кипения

$t, ^\circ\text{C}$	- 40	- 30	- 10
k	1,1	1,07	1,05

Годовой расход холода для компенсации притоков тепла от продуктов при их термической обработке Q_2^F определяется по данным учета или расчетному годовому поступлению продуктов, требующих замораживания, домораживания и хранения на холодильник в соответствии с ВНТП 03-86. Суточное поступление продуктов необходимо принимать равным 8% от емкости – для камер хранения емкостью до 200 т, 6% – для камер емкостью свыше 200 т. Продолжительность термообработки продуктов в камере хранения – 24 часа.

Годовой расход холода для компенсации эксплуатационных теплопритоков Q_3^E определяется по формуле (4.53):

$$Q_3^E = Q_3 \cdot T \cdot k \cdot k_1, \text{ ккал/г} \quad (4.53)$$

где Q_3 – эксплуатационный теплоприток, ккал/ч;

T – длительность охлаждения при определенной температуре кипения (число часов работы компрессоров в году), час/год;

k – коэффициент, учитывающий потери в трубопроводах при различных температурах кипения;

k_1 – коэффициент, учитывающий неодновременность эксплуатационных теплопритоков (принимается равным 0,65).

Эксплуатационный теплоприток Q_3 определяется по формуле (4.54):

$$Q_3 = q_1 + q_2 + q_3, \text{ ккал/ч} \quad (4.54)$$

где q_1 – теплоприток от осветительных приборов. Принимается для камер хранения – 2 ккал/м²·ч, для камер термической обработки и загрузочно-разгрузочных – 4 ккал/м²·ч (ВНТП 03-86);

q_2 – теплоприток от пребывания людей. Количество тепла, выделяемое человеком – 300 ккал/ч. Пребывание людей в камерах площадью до 200 м² принимается 2 – 3 чел., площадью свыше 200 м² – 3 – 4 чел (ВНТП 03-86);

q_3 – теплоприток от открывания дверей. Определяется в зависимости от назначения помещения и его площади (таблица 4.45).

Таблица 4.45

Удельные показатели притока тепла от открывания дверей в камерах холодильника

Наименование помещений распределительных холодильников	Приток тепла от открывания дверей, ккал/м ² при поверхности пола (при высоте камер 3,6 м)		
	до 50 м ²	от 50 м ² до 150 м ²	свыше 150 м ²
Камеры хранения охлажденных грузов	15	8	6
Камеры хранения мороженных продуктов	22	12	8
Камеры охлаждения	12	6	5
Камеры замораживания	30	16	12
Загрузочно – разгрузочная камера	40	20	10
Камеры хранения готовой продукции	10	5	3

Годовой расход электроэнергии следует определять отдельно по каждой группе электроприемников в соответствии с их назначением и характером работы в технологическом процессе холодильника по формуле (4.55):

$$W_{хол}^{год} = P_y \cdot K_u \cdot T_c, \text{ кВт} \cdot \text{ч/год} \quad (4.55)$$

где P_y – суммарная установленная мощность группы электроприемников (компрессоров, насосов, вентиляторов и др.), кВт;

K_u – коэффициент использования электрической мощности для соответствующей группы электроприемников;

T_c – годовое число часов использования средней нагрузки для соответствующей группы электроприемников, час.

Пункт 4.9.4 Пример расчета нормы расхода электрической энергии на производство холода. Необходимо рассчитать норму расхода электроэнергии на выработку холода по следующим данным:

- установлено 5 компрессоров, 8 насосов, 6 вентустановок.

Определим годовой расход электроэнергии отдельно по каждой группе электроприемников в соответствии с их назначением и характером работы в технологическом процессе холодильника по формуле (4.55). Расчет сведем в таблицу 4.46.

Таблица 4.46

Расход электроэнергии оборудованием, установленным в компрессорном цеху

Наименование оборудования	Количество, шт	Мощность, кВт	Коэффициент использования	Время работы, ч	Электропотребление, кВт·ч
Компрессор №1	2	326,0	0,7	2168	989475
Компрессор №2	2	368,0	0,7	6108	3146842
Компрессор №3	1	114,5	0,7	2780	222817
Всего					4359134
Насос №1	3	15,0	0,6	4690	126630
Насос №2	3	12,0	0,6	4380	94608
Насос №3	2	38,0	0,6	3605	164388
Всего					385626
Вентустановка №1	3	8,0	0,6	8760	126144
Вентустановка №1	1	16,0	0,6	8760	84096
Вентустановка №1	2	10,5	0,6	8760	110376
Всего					320616
ИТОГО					5065376

Годовой расход холода по данным предприятия составил 4012 Гкал.
Норма расхода электроэнергии на выработку 1 Гкал холода составит:

$$N_{\text{хол}} = \frac{5065376}{4012} = 1262,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/Гкал}$$

Пункт 4.9.5 Методика расчета расхода электрической энергии на общецеховые и общезаводские нужды. Расчет потребления электроэнергии отдельными подразделениями и предприятием в целом проводится по методу коэффициента использования. Расчет норм расхода электроэнергии на вспомогательные производственно-эксплуатационные нужды для мясоперерабатывающих организаций производится аналогично расчетам, указанным в разделе 4.2 данной методики.

Глава 5

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ЕДИНИЦУ ПРОДУКЦИИ

Состав норм расхода тепловой энергии – это перечень статей их расхода на производство конкретной продукции (работы). Нормы составляются на конечную продукцию, выпускаемую предприятием при условии соответствия этой продукции стандартам.

Нормируемая тепловая энергия включает расход теплоты, передаваемой потребителям такими теплоносителями, как пар, горячая вода и др.

Затраты ТЭР, включаемые в норму расхода делятся на следующие составляющие:

- расход на технологические процессы;
- расход на вспомогательные нужды производства;
- потери в сетях.

В нормы расхода тепловой энергии на производство продукции (работ, услуг) не включается расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию помещений, горячее водоснабжение и потери тепловой энергии в тепловых сетях. Эти расходы нормируются отдельно.

Основными исходными данными для определения удельного расхода тепловой энергии служит следующая техническая и экономическая информация:

- мощность предприятия;
- данные о видах производимой продукции;
- технологическая схема производства;
- паспортные данные технологического и энергетического оборудования;
- режим работы оборудования, потребление данным оборудованием пара;
- данные по фактической выработке продукции и рабочем времени за расчетный период;
- данные по производству и отпуску готовой продукции.

Расчет нормы расхода тепловой энергии на основные производственные нужды определяется по формуле (5.1):

$$N_T = \frac{Q}{q}, \frac{\text{Гкал}}{\text{усл.ед.}} \quad (5.1)$$

где Q – расход тепловой энергии оборудованием за расчетный период, Гкал;
 q – объем выпуска продукции за расчетный период, усл. ед.

Раздел 5.1

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА НУЖДЫ ОБОГРЕВА И ВЕНТИЛЯЦИИ

Пункт 5.1.1 Методика определения норм расхода тепловой энергии на нужды обогрева и вентиляции. Потребление тепловой энергии на нужды обогрева и вентиляции включает расходы тепловой энергии на отопление и системы вентиляции зданий, а также неизбежные потери в тепловых сетях.

Расход тепловой энергии на обогрев зданий включает в себя расход тепла на отопление и вентиляцию (5.2):

$$Q_{об} = Q_{от} + Q_{в}, \text{ Гкал} \quad (5.2)$$

где $Q_{от}$ – годовой расход тепла на отопление зданий, Гкал;

$Q_{в}$ – годовой расход тепла на вентиляцию, Гкал.

При отоплении общественных зданий тепло расходуется на возмещение потерь через строительные ограждения, а также теплопотерь, вызванных инфильтрацией (проникания наружного воздуха через неплотности в конструкциях и периодически открываемые двери).

Расчетный часовой расход тепловой энергии на отопление зданий определяется по формуле (5.3):

$$Q_{от}^ч = q_{от} \times V \times (t_{вн} - t_{нв}^o) \times 10^{-6}, \text{ Гкал/ч} \quad (5.3)$$

где $q_{от}$ – удельная тепловая отопительная характеристика здания (удельный расход тепла в ккал/ч·м³ здания при разности наружной и внутренней температур в 1°С), ккал/ч·м³·°С (таблица 5.1);

V – объем здания по наружному обмеру, м³;

$t_{вн}$ – внутренняя температура помещения, °С (таблица 5.2);

$t_{нв}^o$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С (таблица 5.3).

Годовой расход теплоэнергии на отопление $Q_{от}^{год}$, Гкал/год, определяется по формуле (5.4):

$$Q_{от}^{год} = \frac{Q_{от}^ч}{t_{вн} - t_{нв}^o} [(T - T_{ввых}) \cdot m \cdot (t_{вн} - t_{нв}^o) + 24 \cdot T - T \cdot m + (t_{ввых}^{деж} - t_{нв}^o)] \quad (5.4)$$

где $Q_{от}^ч$ – часовой расход теплоэнергии на отопление, Гкал/ч;

T – количество отапливаемых суток в год, сут;

$T_{\text{вых}}$ – количество нерабочих дней, приходящихся на отопительный период, сут;

m – число часов работы системы отопления, ч;

$t_{\text{вых}}^{\text{деж}}$ – внутренняя температура воздуха в дежурном режиме отопления, °С.

Таблица 5.1

Удельные характеристики зданий

Помещение	Наружный объем помещений, тыс. м ³	Удельная характеристика, ккал/м ³ ·°С·ч	
		для отопления $q_{\text{от}}$	для вентиляции $q_{\text{в}}$
Бытовые и административно-вспомогательные помещения	0,5-1	0,60-0,45	–
	1-2	0,45-0,40	–
	2-5	0,40-0,30	0,14-0,12
	5-10	0,33-0,30	0,12-0,11
	10-20	0,30-0,25	0,11-0,10
Деревообрабатывающие цеха	5	0,60-0,55	0,60-0,50
	5-10	0,55-0,45	0,50-0,45
	10-50	0,45-0,40	0,45-0,40
Производственные цеха	До 60	0,4-0,31	2,0-1,5
	60-100	0,32-0,23	1,5-1,0
	100-300	0,23-0,18	1,0-0,6
	Свыше 300	0,18-0,15	0,6
Ремонтные цеха	5-10	0,60-0,50	0,20-0,15
	10-20	0,50-0,45	0,15-0,10
Склады	До 5	0,8-0,5	–
	5-10	0,5-0,33	–
	10-50	0,33-0,26	–
Административные здания	До 5	0,43	0,10
	5-10	0,38	0,08
Столовые	До 5	0,35	0,70
	5-10	0,33	0,65
Гаражи	До 2	0,70	–
	2-3	0,60	–
	3-5	0,55	0,70
Котельные	До 5	0,10	0,30-0,5
Насосные станции	До 0,5	1,05	–
Компрессорные	До 0,5	0,70	–
Магазины	До 5	0,38	–
	5-10	0,33	0,08
Прачечные	До 5	0,38	0,8

Таблица 5.2

Усредненная расчетная температура воздуха отапливаемых зданий

Здания, помещения	Расчетная температура воздуха, $t_{вн}$, °С
Жилые здания	18
Общественные здания	18
Административные и бытовые здания	18

ТКП 45-2.04-43-2006. СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА. Строительные нормы проектирования

Таблица 5.3

Расчетные климатические характеристики отопительного периода для областей

Область	Продолжительность отопительного периода, сут.	Расчетная температура для отопления и вентиляции, °С,	Средняя температура отопительного периода, $t_{нв}^o$, °С
Брестская	187	-21	+0,2
Витебская	207	-25	-2,0
Гомельская	194	-24	-1,6
Гродненская	194	-22	-0,5
Минская	202	-24	-1,6
Могилевская	204	-25	-1,9

ТКП 45-2.04-43-2006. СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА. Строительные нормы проектирования

Годовой расход тепловой энергии на вентиляцию $Q_{в}^{год}$, Гкал/год, определяется по формуле (5.5):

$$Q_{в}^{год} = q_{в} \cdot V \cdot (T - T_{внх}) \cdot (t_{вн} - t_{нв}^o) \cdot n_{в} \cdot 10^{-6} \quad (5.5)$$

где $q_{в}$ – удельная тепловая вентиляционная характеристика здания предприятия, ккал/(ч·м³·°С) (таблица 5.1);

$n_{в}$ – среднее число работы системы вентиляции в течение суток, ч.

В качестве показателя нормирования расхода тепловой энергии на обогрев и вентиляцию помещений принимается работа систем отопления и вентиляции зданий.

Работа обогрева зданий – это работа систем отопления и вентиляции по созданию комфортных условий труда в здании определенного объема, совершаемая за какой-то период времени в определенных климатических условиях.

Норма на отопление и вентиляцию зданий – это величина расхода тепловой энергии на единицу работы обогрева зданий определяемая по выражению (5.6):

$$H_{OB} = \frac{Q_{OT}^{год} + Q_B^{год}}{\sum V_i \cdot T \cdot (t_{BH}^{cp} - t_{HB}^o)} \cdot 10^3, \frac{\text{Мкал}}{\text{тыс.м}^3 \text{сут} \cdot ^\circ\text{C}} \quad (5.6)$$

где t_{BH}^{cp} – средневзвешенная температура воздуха в зданиях, $^\circ\text{C}$, которая рассчитывается по выражению (5.7):

$$t_{BH}^{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m (t_{BH} \times V_i)}{\sum_{i=1}^m V_i}, ^\circ\text{C} \quad (5.7)$$

Произведение $\sum V_i \times T \times (t_{BH}^{cp} - t_{HB}^o) \times 10^{-3}$ называется величиной работы обогрева зданий, тыс. $\text{м}^3 \cdot \text{сут} \cdot ^\circ\text{C}$.

Квартальный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию определяется по выражению (5.8):

$$Q_{KB} = H_{OB} \times \sum V_i \times T_{KB} \times (t_{BH}^{cp} - t_{HB}^o) \times 10^{-6}, \text{Гкал} \quad (5.8)$$

где T_{KB} – количество отапливаемых суток в квартале, сут.

Пункт 5.1.2 Пример расчета норм расхода тепловой энергии на нужды обогрева и вентиляции. Необходимо произвести расчет расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания участка цеха. Исходные данные:

- предприятие расположено в Брестской области;
- объем здания по наружному объему – 1890 м^3 ;

Расчетный часовой расход теплоэнергии на отопление, согласно формуле (5.3):

$$Q_{OT}^ч = 0,41 \cdot 1890 \cdot (18 - 0,2) \cdot 10^{-6} = 0,013 \text{ Гкал/ч}$$

где q_{OT} – удельная тепловая отопительная характеристика здания цеха, $q_{OT} = 0,4 \text{ ккал/м}^3 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{ч}$ (по таблице 5.1);

t_{BH} – внутренняя температура помещения, $t_{BH} = 18^\circ\text{C}$ (таблица 5.2);

t_{HB}^o – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, для Брестской области $t_{HB}^o = 0,2^\circ\text{C}$ (таблица 5.3).

Годовой расход тепловой энергии на отопление определяется по выражению (5.4):

$$Q_{\text{от}}^{\text{год}} = \frac{0,013}{18 - 0,2} [(187 - 20) \cdot 24 \cdot (18 - 0,2) + (5 - 0,2)] = 52,1 \text{ Гкал/год}$$

где T – количество отапливаемых суток в год, для Брестской области, $T = 187$ сут;

$T_{\text{вых}}$ – количество нерабочих дней, приходящихся на отопительный период, для рассматриваемого предприятия $T_{\text{вых}} = 20$ сут;

m – число часов работы системы отопления, $m = 24$ ч;

$t_{\text{вых}}^{\text{деж}}$ – внутренняя температура воздуха в дежурном режиме отопления, $t_{\text{вых}}^{\text{деж}} = 5^{\circ}\text{C}$.

Годовой расход тепловой энергии на вентиляцию здания определяется по формуле (5.5):

$$Q_{\text{в}}^{\text{год}} = 2,0 \cdot 1890 \cdot (187 - 20) \cdot (18 - 0,2) \cdot 10^{-6} = 11,2 \text{ Гкал/год}$$

где $q_{\text{в}}$ – удельная тепловая вентиляционная характеристика здания предприятия, $q_{\text{в}} = 2,0$ ккал/(ч·м³·°C) (по таблице 5.1);

$n_{\text{в}}$ – среднее число работы системы вентиляции в течение суток, $n_{\text{в}} = 6$ ч.

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания составит по (5.2):

$$Q_{\text{об}} = Q_{\text{от}} + Q_{\text{в}} = 52,1 + 11,2 = 63,3 \text{ Гкал/год}$$

Величина работы обогрева зданий:

$$\sum V_i \times T \times (t_{\text{вн}}^{\text{сп}} - t_{\text{нв}}^{\text{о}}) \times 10^{-3} = 1890 \cdot 10^{-3} \cdot 187 \cdot (18 - 0,2) = 6291,1 \text{ тыс. м}^3 \cdot \text{сут} \cdot ^{\circ}\text{C}.$$

Норма на отопление и вентиляцию зданий составит (5.6):

$$H_{\text{об}} = \frac{52,1 + 11,2}{6291,1} \times 10^3 = 10,06 \frac{\text{Мкал}}{\text{тыс. м}^3 \text{сут} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

Раздел 5.2
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ
НА ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Пункт 5.2.1 Методика определения норм расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение. Годовой расход теплоэнергии на горячее водоснабжение цехов и административных помещений (хозяйственно-бытовые и санитарно-гигиенические нужды) определяется по формуле (5.9):

$$Q_{\text{ГВС}} = Q_{\text{д}} + Q_{\text{у}}, \text{ Гкал/год} \quad (5.9)$$

где $Q_{\text{д}}$ – расход тепла на душевые, Гкал/год;

$Q_{\text{у}}$ – расход тепла на умывальники, Гкал/год.

Расход тепловой энергии на душевые сетки в бытовых помещениях определяется по формуле (5.10):

$$Q_{\text{д}} = n \cdot N \cdot (t_{\text{Г.В.}} - t_{\text{Х.В.}}) \cdot \tau \cdot Z \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/год} \quad (5.10)$$

где n – количество душевых сеток, шт.;

N – нормы потребления горячей воды на одну душевую сетку, л/час (таблица 5.4);

Z – годовой фонд рабочего времени, сут;

τ – продолжительность работы душевой сетки в сутки, час;

$t_{\text{Г.В.}}, t_{\text{Х.В.}}$ – температура, соответственно, горячей и холодной воды, °С.

Расход тепловой энергии на умывальники определяется по формуле (5.11):

$$Q_{\text{у}} = (r_1 \cdot N_1 + r_2 \cdot N_2) \cdot (t_{\text{Г.В.}} - t_{\text{Х.В.}}) \cdot Z \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/год} \quad (5.11)$$

где r_1 – численность производственного персонала, чел;

N_1 – норма потребления горячей воды на одного человека производственного персонала, л/час (таблица 5.4);

r_2 – численность административно-управленческого персонала, чел;

N_2 – норма потребления горячей воды на одного человека административно-управленческого персонала, л/час (таблица 5.4);

Z – годовой фонд рабочего времени, сут;

$t_{\text{Г.В.}}, t_{\text{Х.В.}}$ – температура, соответственно, горячей и холодной воды, °С.

Нормы расхода горячей воды

Наименование потребителя	Единица измерения	Норма расхода горячей воды, л/ч
Общежития:		
-с общими душевыми	1 житель	50
- с душами при жилых комнатах	1 житель	60
- с общими кухнями и душевыми при жилых комнатах	1 житель	80
Административные здания	Один работающий	5
Учебные заведения (в том числе высшие и средние специальные) с душевыми при гимнастических залах и буфетами, реализующими готовую продукцию	Один учащийся и один преподаватель	6
Лаборатории высших и средних специальных учебных заведений	Один прибор в смену	112
Магазины: продовольственные	Один работающий в смену(20 м ² торгового зала)	65
Душевые в бытовых помещениях:		
- промышленных предприятий	Одна душевая сетка в смену	230
- административных зданий	Одна душевая сетка в смену	140
Цехи с тепловыделениями св. 84 кДж на 1 м ³ /ч	Один работающий в смену	24
Остальные цехи	Один работающий в смену	11

ТКП 45-4.01-52-2007СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГОВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ Строительные нормы проектирования

Годовая норма расхода теплоэнергии на санитарно-бытовые нужды определяется отношением суммы годовых расходов к общей среднесписочной численности работающих (5.12):

$$Q_{\text{Г.В.}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{M_i}, \text{ Мкал/чел} \quad (5.12)$$

где Q_i – годовой расход теплоэнергии, Мкал;

M_i – среднесписочная численность работающих, чел.

Расход тепловой энергии на мойку технологического оборудования, тары, лотков определяется по формуле (5.13):

$$Q_{\text{МО}} = G_{\text{В}} \cdot c_{\text{В}} \cdot (t_{\text{Г.В.}} - t_{\text{Х.В.}}) \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал} \quad (5.13)$$

где $G_{\text{В}}$ – расход воды на мойку технологического оборудования, л/т;

$c_{\text{В}}$ – теплоемкость воды, $c_{\text{В}} = 1 \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{С}$;

$t_{\text{Г.В.}}, t_{\text{Х.В.}}$ – температура, соответственно, горячей и холодной воды, $^\circ\text{С}$.

Расчет расхода тепловой энергии на уборку помещений определяется по формуле (5.14):

$$Q_{\text{Уб}} = S \cdot B \cdot c_{\text{В}} \cdot (t_{\text{Г.В.}} - t_{\text{Х.В.}}) \cdot M \cdot n \cdot k \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал} \quad (5.14)$$

где S – площадь помещений, подлежащих санитарной обработке, м^2 ;

B – расход воды на мойку 1 м^2 площади помещений, кг/м^2 ;

$c_{\text{В}}$ – теплоемкость воды, $c_{\text{В}} = 1 \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{С}$;

$t_{\text{Г.В.}}, t_{\text{Х.В.}}$ – температура, соответственно, горячей и холодной воды, $^\circ\text{С}$;

n – количество рабочих смен в году, шт;

k – доля горячей воды в общем расходе на мойку.

При наличии на предприятии потребителей горячей воды, не рассмотренных выше, расход теплоэнергии определяется по формуле (5.15):

$$Q_{\text{Пр}} = N \cdot n \cdot m_0 \cdot (t_{\text{Г.В.}} - t_{\text{Х.В.}}) \cdot Z \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал} \quad (5.15)$$

где N – характерный расход горячей воды одним водоразборным прибором, л/ч;

m_0 – число однотипных приборов, шт;

Z – годовой фонд рабочего времени, сут;

$t_{\text{Г.В.}}, t_{\text{Х.В.}}$ – температура, соответственно, горячей и холодной воды, $^\circ\text{С}$;

n – время работы приборов в сутки, ч (продолжительность определяется опытным путем).

Пункт 5.2.2 Пример расчета норм расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение. Необходимо определить годовую удельную норму расхода теплоэнергии на санитарно-бытовые нужды предприятия. Исходные данные приведены в таблице 5.5

Таблица 5.5

Исходные данные для расчета удельной нормы расхода теплоэнергии на санитарно-бытовые нужды

Статья расхода	Обозначение	Значение
Количество душевых сеток, шт	n	5
Норма потребления горячей воды на одну душевую сетку, л/час	N	230
Продолжительность работы душевой сетки в сутки, ч/сут	τ	2,0
Годовой фонд рабочего времени, сут	Z	320
Температура горячей воды, °С	$t_{г.в.}$	55
Температура холодной воды, °С	$t_{х.в.}$	10
Численность производственного персонала, чел	r_1	174
Норма потребления горячей воды на одного человека производственного персонала, л/час	N_1	11
Численность административно-управленческого персонала, чел	r_2	10
Норма потребления горячей воды на одного человека административно-управленческого персонала, л/час	N_2	5
Среднесписочная численность работающих, чел	M_i	185

Годовой расход теплоэнергии на горячее водоснабжение цехов и административных помещений определяется по формуле (5.9).

Расход тепловой энергии на душевые сетки в бытовых помещениях определяется по формуле (5.10):

$$Q_d = 5 \cdot 230 \cdot (55 - 10) \cdot 2,0 \cdot 320 \cdot 10^{-6} = 33,12 \text{ Гкал/год}$$

Расход тепловой энергии на умывальники определяется по формуле (5.11):

$$Q_y = (174 \cdot 11 + 10 \cdot 5) \cdot (55 - 10) \cdot 320 \cdot 10^{-6} = 28,28 \text{ Гкал/год}$$

Годовой расход теплоэнергии на горячее водоснабжение цехов и административных помещений (с учетом потерь 1,5%) составит по формуле (5.9):

$$Q_{\text{ГВС}} = 1,015 \cdot (33,12 + 28,28) = 62,3 \text{ Гкал/год}$$

Годовая норма расхода теплоэнергии на санитарно-бытовые нужды по формуле (5.12):

$$Q_{\text{Г.в.}} = \frac{62,3}{185} \cdot 10^3 = 336,8 \text{ Мкал/чел}$$

Раздел 5.3

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ВЫРАЩИВАНИЕ ОВОЩЕЙ В ТЕПЛИЦАХ

Пункт 5.3.1 Методика определения норм расхода тепловой энергии на выращивание овощей в теплице. Расход тепла при выращивании овощей в теплицах состоит из затрат на обогрев, пропаривание почвы и подогрев поливочной воды.

Норму расхода тепловой энергии на выращивание овощей рассчитывают по формуле (5.15):

$$N_{\text{ОВ}}^{\text{техн}} = \frac{Q_{\text{об}} + Q_{\text{ПП}} + Q_{\text{ПВ}}}{F_{\text{T}}}, \text{ Мкал/м}^2 \quad (5.15)$$

где $Q_{\text{об}}$ – общий расход тепла на обогрев теплиц, Мкал;

$Q_{\text{ПП}}$ – общий расход тепла на пропаривание почвы, Мкал;

$Q_{\text{ПВ}}$ – общий расход тепла на подогрев поливочной воды, Мкал;

F_{T} – площадь теплиц, м^2 .

Расход тепла на обогрев одной теплицы определяется по формуле (5.16):

$$Q_{\text{об}} = 0,86 \cdot \Phi_0 \cdot Z_0 \cdot n, \text{ Мкал} \quad (5.16)$$

где Φ_0 – средняя тепловая мощность системы отопления, кВт;

Z_0 – время работы отопления в сутки, ч;

n – продолжительность отопительного сезона, сут.

Средняя тепловая мощность системы отопления теплицы определяется по формуле (5.17):

$$\Phi_0 = \varphi_0 \cdot F_0 \cdot K_0 \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (5.17)$$

где F_0 – инвентарная площадь теплицы, м^2 ;

K_0 – коэффициент ограждения. Принимается из таблицы 5.6.

Таблица 5.6

Коэффициент ограждения теплиц

Конструкция теплицы	Коэффициент ограждения
Стеклопанная теплица:	
ангарная	1,40
блочная	1,25
Пленочная теплица:	
ангарная	1,30
блочная	1,50

φ_0 – укрупненный показатель обогрева теплиц, $\text{Вт}/\text{м}^2$, который определяют по формуле (5.18):

$$\varphi_0 = K_T \cdot (t_v - t_{н.ср}) \cdot K_{инф} \quad (5.18)$$

где K_T – коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Определяется по таблице 5.7.

Таблица 5.7

Коэффициенты теплопередачи ограждения теплиц

Вид ограждения	Коэффициент теплопередачи, $K_T, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
Стекло с металлическими штрoсами	6,4
Два слоя стекла, разделенных воздушным промежутком	3,3
Одинарное укрытие из пленки:	
- сухое	10,0
- покрытое слоем капельного конденсата	7-8,1
Двухслойное укрытие из пленки, разделенное воздушным промежутком:	
- сухое	5,3
- покрытое слоем капельного конденсата	4,7

$t_{в}$, $t_{н.ср}$ – расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха, °С;
 $K_{инф}$ – коэффициент инфильтрации. $K_{инф} = 1,3 - 1,4$ (для пленочных теплиц) и $K_{инф} = 1,2 - 1,3$ (для стеклянных теплиц).

Расход тепла на пропаривание почвы определяют по формуле (5.19):

$$Q_{пп} = D \cdot I_{п} \cdot F_0 \cdot Z \cdot n \cdot 10^{-3} \quad (5.19)$$

где D – удельный расход пара, $D=0,07$ кг/(м²·ч);

$I_{п}$ – теплосодержание пара, ккал/кг;

$Z = 6$ – число часов работы в сутки;

$n = 2$ – число дней работы в году.

Расход тепла на подогрев поливочной воды определяют по формуле (5.20):

$$Q_{пв} = V_{п} \cdot F_0 \cdot c_{в} \cdot (t_2 - t_1) \cdot n \cdot 10^{-3} \quad (5.20)$$

где $V_{п}$ – норма полива. $V_{п} = 9 - 10$ кг/м²;

$c_{в}$ – теплоемкость воды, $c_{в} = 1$ ккал/кг·°С;

t_2 – температура поливочной воды, $t_2 = 28$ °С;

t_1 – температура холодной воды, $t_1 = 5$ °С;

n – число поливов в год (в среднем один раз в неделю).

Пункт 5.3.2 Пример расчета нормы расхода тепловой энергии на выращивание овощей в теплице. Исходные данные для расчета представлены в таблице 5.8.

Таблица 5.8

Исходные данные для расчета нормы расхода тепловой энергии на выращивание овощей в теплице

Наименование параметра	Обозначение	Значение
Конструкция теплицы: стеклянная ангарная		
Площадь теплицы, м ²	$F_{т}$	2000
Инвентарная площадь теплицы, м ²	F_0	1600
Время работы отопления в сутки, час	Z_0	10
Продолжительность отопительного сезона, сут	n	120
Расчетная температура внутреннего воздуха, °С	$t_{в}$	15
Расчетная температура наружного воздуха, °С	$t_{н.ср}$	-21
Теплосодержание пара, ккал/кг	$I_{п}$	6,18

Норма расхода тепловой энергии на выращивание овощей рассчитывают по формуле (5.15).

Расход тепла на обогрев одной теплицы по формуле (5.16):

$$Q_{об} = 0,86 \cdot 670,9 \cdot 10 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 692,37, \text{ Мкал}$$

Средняя тепловая мощность системы отопления теплицы согласно формулы (5.17):

$$\Phi_0 = 299,52 \cdot 1600 \cdot 1,40 \cdot 10^{-3} = 670,9, \text{ кВт}$$

Укрупненный показатель обогрева теплицы (5.18):

$$\varphi_0 = 6,4 \cdot (15 - (-21)) \cdot 1,3 = 299,52, \text{ Вт/м}^2$$

Расход тепла на пропаривание почвы (5.19):

$$Q_{пп} = 0,07 \cdot 6,18 \cdot 1600 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 8,31, \text{ Мкал}$$

Расход тепла на подогрев поливочной воды (5.20):

$$Q_{пв} = 9 \cdot 1600 \cdot 1 \cdot (28 - 5) \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 1656, \text{ Мкал}$$

Норма расхода тепловой энергии на выращивание овощей рассчитывается по формуле (5.15):

$$N_{об}^{техн} = \frac{692,37 + 8,31 + 1656}{2000} = 1,18 \text{ Мкал/м}^2$$

Раздел 5.4

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ЖИВОТНЫХ

Пункт 5.4.1 Методика определения норм расхода тепловой энергии на содержание животных. Расход тепла на содержание животных включает затраты на поддержание микроклимата (отопление и вентиляция), на горячее водоснабжение и тепловую обработку кормов.

Норму расхода тепловой энергии на содержание животных (коров, свиней, птицы) рассчитывают по формуле (5.21):

$$N_{СЖ}^{тех} = \frac{Q_{МК} + Q_{ГВ} + Q_{К}}{N_{Ж}}, \text{ Мкал/гол} \quad (5.21)$$

где $Q_{\text{МК}}$ – расход тепловой энергии на поддержание микроклимата во всех животноводческих помещениях, Мкал;

$Q_{\text{ГВ}}$ – расход тепловой энергии на горячее водоснабжение, Мкал;

$Q_{\text{К}}$ – расход тепловой энергии на тепловую обработку кормов, Мкал;

$N_{\text{Ж}}$ – количество животных, гол.

Расход тепла на поддержание микроклимата в одном животноводческом помещении определяется по формуле (5.22):

$$Q_{\text{МК}} = V \cdot q_{\text{от}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n \cdot Z \cdot 10^{-3}, \text{ Мкал} \quad (5.22)$$

где V – строительный объем животноводческого помещения, м³;

$q_{\text{ов}}$ – удельная тепловая характеристика животноводческих помещений, ккал/м³·°С. Приведена в таблице 5.9;

Таблица 5.9

Удельные тепловые характеристики животноводческих помещений

Наименование зданий	Число голов	Объем на 1 голову, м ³	$q_{\text{ов}}$, ккал/м ³ ·°С
Коровники	100, 200	30-35	0,95-1,03
	100, 200, 400	39-43,4	0,38-0,60
Родильные на фермах КРС	48, 72, 90, 120	60-107	0,37-0,66
Здания для доращивания и откорма скота	250-554	19-33	0,52-0,62
	720-860	13-18	0,91-1,32
Телятники	230-784	11-16,5	0,41-0,82
Свинарники-откормочники	500-3750	5,4-8,7	0,65-1,03
	100-780	12-29	0,58-0,80
Свинарники для холостых и супоросных свиноматок	280-1200	14-19	0,79-1,20
	185-300	20-29	0,55-0,90
Свинарники для молодняка и поросят-отъемышей	500-3750	5-8,7	0,54-1,00
Птичники для взрослых кур	2500-30000	0,3-1,4	0,62-0,95
Птичники для взрослых кур	480-12000	1,7-3,8	0,54-0,74
Птичники для молодняка кур и бройлеров	4500-102000	0,16-1,26	0,71-1,26

$t_{\text{в}}$ – температура воздуха внутри помещения, °С. Приведена в таблице 5.10.

$t_{\text{н}}$ – расчетная наружная температура воздуха для отопления, °С. Приведена в таблице 5.3.

n – продолжительность отопительного периода, сут. Приведена в таблице 5.3.

Z – время работы отопления в сутки, ч.

Температура воздуха внутри животноводческих помещений

Группы животных, наименование помещений	Способ содержания	Расчетная температура, °С
1	2	3
Температура воздуха внутри помещения для содержания КРС		
Коровы, молодняк старше года, быки-производители, скот на откорме	В стойлах, групповых клетках	10
Молодняк возрастом 6-12 месяцев	В боксах групповых клетках	12
Коровы и молодняк всех возрастов молочных пород	Беспривязное на глубокой подстилке	3
Телята до 6 месяцев	В боксах групповых клетках	15
Коровы глубокостельные	Привязное	15
Телята до 20-дневного возраста в профилактории	В индивидуальных клетках	17
Коровы мясных пород перед отелом и после отела с телятами	Беспривязное на глубокой подстилке	3
Температура воздуха внутри помещения для содержания свиней		
Свинарник для хряков, холостых и супоросных свиноматок		16
Свинарник для молодняка и поросят-отъемышей		20
Свинарник-откормочник		18
Свинарник-маточник для тяжелосупоросных и подсосных свиноматок		20
Помещение для санитарной обработки свиноматок		25
Температура воздуха внутри помещения для содержания птицы		
Вид и возраст, недель	Расчетная температура, °С	
	напольное содержание	клеточное содержание
Взрослая птица:		
куры, индейки	16-18	16-18
утки, гуси	14	
Молодняк птицы:		
Цыплята:		

Продолжение таблицы 5.10

1	2	3
1-4 недели	28-24	33-24
5-9 недель	18-16	18
10-17 недель	16	16
Бройлеры:		
1 неделя	28-26	32-28
2-3 недели	22	25-24
4-6 недель	20	20
7-9 недель	18	18
Индейка:		
1 неделя	30-28	35-32
2-3 недели	28-22	31-27
4-5 недель	21-19	28-22
6-17 недель	20-17	21
18-33 недели	16	18
Утки:		
1 неделя	26-22	31-24
2-4 недели	20	24-20
5-8 недель	16	18
9-26 недель	14	14
Гуси:		
1-3 недели	26-22	30-22
4-9 недель	20-18	20-18
10-34 недели	14	14

Расход тепла на горячее водоснабжение определяется по формуле (5.23):

$$Q_{ГВ} = V_{ГВ} \cdot N \cdot c_{В} \cdot (t_2 - t_1) \cdot n \cdot K_y \cdot 10^{-3}, \text{ Мкал} \quad (5.23)$$

где $V_{ГВ}$ – расход горячей воды на 1 голову в сутки, л. Приведен в таблице 5.11.

N – количество скота, гол;

t_2 – температура горячей воды, $t_2 = 55 - 60$ °С;

t_1 – температура холодной воды, $t_1 = 10$ °С;

n – продолжительность работы в году, сут;

K_y – коэффициент, учитывающий расход горячей воды на уборку помещений, $K_y = 1,1 - 1,2$.

Нормы расхода горячей воды на животноводческих фермах

Вид и возрастные группы	Общий расход горячей воды, л/сутки
Коровы молочные	15
Быки и нетели	5
Телята и молодняк КРС	2
Хряки-производители	7,5
Свиноматки холостые	6
Свиноматки подсосные	20
Свиньи на откорме	4,5
Поросята-отъемыши	1,5
Взрослая птица:	
куры яичных пород	0,038
куры мясных пород	0,042
индейки	0,054
утки	0,22
гуси	0,20
Молодняк птицы в возрасте, нед.:	
куры	
1-9	0,025
10-22	0,030
индейки	
1-9	0,030
10-22	0,056

Расход тепла на обработку кормов определяется по формуле 5.24:

$$Q_K = G_K \cdot d_{\Pi} \cdot I_{\Pi} \cdot 10^{-3}, \text{ Мкал} \quad (5.24)$$

где G_K – количество корма, подвергающегося обработке, т;
 d_{Π} – удельный расход пара, кг/кг. Приведен в таблице 5.12;
 I_{Π} – теплосодержание пара, ккал/кг.

Нормы расхода пара на запаривание кормов

Вид кормов	Норма расхода пара, кг/кг
Корнеплоды	0,2
Зерно	0,3-0,4
Пищевые отходы	0,3-0,4
Солома	0,3-0,4
Мука	0,3-0,5

Пункт 5.4.2 Пример расчета нормы расхода тепловой энергии на содержание животных. Необходимо рассчитать норму расхода тепловой энергии на содержание животных (коров, свиней, птицы). Исходные данные для расчета приведены в таблице 5.13.

Таблица 5.13

Исходные данные для расчета нормы расхода тепловой энергии на содержание животных

Наименование параметра	Обозначение	Значение
1	2	3
Количество животных, всего, в т.ч.:	$N_{ж}$	1450
коровы		200
свиньи		250
куры		1000
Объем животноводческих помещений, м ³ :	V	
коровник		7000
свинарник		5000
птичник		2000
Температура воздуха внутри помещения, °С:	$t_{в}$	
коровник		3
свинарник		18
птичник		18
Расчетная наружная температура воздуха для отопления	$t_{н}$	-24
Продолжительность отопительного периода, сут	n	202
Время работы системы отопления в сутки, ч	Z	24
Расход горячей воды на 1 голову в сутки, л/сут:	$B_{ГВ}$	
коровы		15

Продолжение таблицы 5.13

1	2	3
свиньи	$V_{ГВ}$	4,5
куры		0,042
Температура горячей воды, °С	t_2	55
Температура холодной воды, °С	t_1	10
Количество корма, подвергающегося обработке, т:	G_k	
коровник		100
свинарник		200
птичник		400
Теплосодержание пара, ккал/кг	I_{II}	6,18

Норму расхода тепловой энергии на содержание животных (коров, свиней, птицы) рассчитывают по формуле (5.21).

Для расчета нормы расхода тепловой энергии необходимо рассчитать:

1. расход тепла на поддержание микроклимата в животноводческом помещении по формуле (5.22):

- коровник:

$$Q_{МК} = 7000 \cdot 1,03 \cdot (3 - (-24)) \cdot 202 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 943760,16 \text{ Мкал}$$

- свинарник:

$$Q_{МК} = 5000 \cdot 0,55 \cdot (18 - (-24)) \cdot 202 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 559944 \text{ Мкал}$$

- птичник:

$$Q_{МК} = 2000 \cdot 0,6 \cdot (18 - (-24)) \cdot 202 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 244339,2 \text{ Мкал}$$

Общий расход тепловой энергии на поддержание микроклимата составит:

$$Q_{МК} = 943760,16 + 599944 + 244339,2 = 1788043,4 \text{ Мкал}$$

2. расход тепла на горячее водоснабжение по формуле (5.23):

- коровник:

$$Q_{ГВ} = 15 \cdot 200 \cdot 1 \cdot (55 - 10) \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 3564 \text{ Мкал}$$

- свинарник:

$$Q_{\text{ГВ}} = 4,5 \cdot 250 \cdot 1 \cdot (55 - 10) \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 1336,5 \text{ Мкал}$$

- птичник:

$$Q_{\text{ГВ}} = 0,042 \cdot 1000 \cdot 1 \cdot (55 - 10) \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 49,9 \text{ Мкал}$$

Общий расход тепловой энергии на горячее водоснабжение составит:

$$Q_{\text{ГВ}} = 3564 + 1336,5 + 49,9 = 4950,4 \text{ Мкал}$$

3. расход тепла на обработку кормов по формуле (5.24):

- коровник:

$$Q_{\text{к}} = 100 \cdot 0,2 \cdot 6,18 \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ Мкал}$$

- свинарник:

$$Q_{\text{к}} = 200 \cdot 0,4 \cdot 6,18 \cdot 10^{-3} = 0,49 \text{ Мкал}$$

- птичник:

$$Q_{\text{к}} = 400 \cdot 0,4 \cdot 6,18 \cdot 10^{-3} = 0,99 \text{ Мкал}$$

Общий расход тепловой энергии на обработку кормов составит:

$$Q_{\text{ГВ}} = 0,12 + 0,49 + 0,99 = 1,6 \text{ Мкал}$$

Норма расхода тепловой энергии на содержание животных (коров, свиней, птицы) составит:

$$H_{\text{СЖ}}^{\text{тех}} = \frac{1788043,4 + 4950,4 + 1,6}{1450} = 1236,5 \text{ Мкал/гол}$$

Раздел 5.5
РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ
МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Пункт 5.5.1 Методика расчета норм тепловой энергии для производства молочной продукции. Норма расхода тепловой энергии на основные производственные нужды для определенного вида молочной продукции рассчитывается как сумма пооперационных удельных расходов.

Расход тепловой энергии на производство **масла** определяется суммой расходов тепловой энергии на:

- *подогрев молока перед сепарированием.* Определяется по формуле (5.25):

$$H_1 = D \cdot h_n \cdot \frac{M_{цм}}{0,8 \cdot M} \cdot 10^{-3} \quad (5.25)$$

где D – часовой расход пара, кг/час;

h_n – энтальпия пара при давлении 0,4 Мпа, равна 654 ккал/кг;

M – производительность установки, т/час;

$M_{цм}$ – расход цельного молока, подлежащего сепарированию при выработке одной тонны готового продукта, кг/т.

- *пастеризацию сливок в пастеризаторе.* Определяется по формуле (5.26):

$$H_2 = D \cdot h_n \cdot \frac{M_{сл}}{0,8 \cdot M} \cdot 10^{-3} \quad (5.26)$$

где D – часовой расход пара в пастеризаторе, кг/час;

h_n – энтальпия пара при давлении 0,4 Мпа, равна 654 ккал/кг;

M – производительность установки, т/час;

$M_{сл}$ – расход сливок на выработку одной тонны масла, кг/т.
Определяется по формуле (5.27):

$$M_{сл} = \frac{M_{цм} \cdot (Ж_m - Ж_o)}{Ж_{сл} - Ж_o} \quad (5.27)$$

где $Ж_m$ – базисная жирность молока, %;

$Ж_o$ – жирность обезжиренного молока, %;

$Ж_{сл}$ – жирность сливок, %.

- *мойку технологического оборудования и трубопроводов.* Определяется по формуле (5.28):

$$H_3 = G_B \cdot c_B \cdot (t_{ГВ} - t_{ХВ}) \cdot M_{цм} \cdot 10^{-3} \quad (5.28)$$

где G_B – расход горячей воды на мойку технологического оборудования и трубопроводов на одну тонну перерабатываемого сырья, как правило, равен 600 – 700 кг/т;

c_B – теплоемкость воды, $c_B = 1$ ккал/(кг·°С);

$t_{ГВ}$ – температура горячей воды, при производстве высокожирной молочной продукции принимается равной 70°С, для остальной – 50°С;

$t_{ХВ}$ – температура холодной воды, $t_{ХВ} = 10$ °С.

- *мойку и пропаривание цистерн*. Определяется по формуле (5.29):

$$H_4 = \frac{(0,5 \cdot c_B \cdot (t_{ГВ} - t_{ХВ}) \cdot G_B + D_{П} \cdot h_{П}) \cdot M_{ЦМ}}{m} \cdot 10^{-3} \quad (5.29)$$

где G_B – расход горячей воды на мойку автоцистерны, как правило, $G_B = 0,8$ т;

m – масса молока, транспортируемая в одной цистерне, $m = 2,8$ т;

$D_{П}$ – расход пара на пропаривание одной цистерны, $D_{П} = 0,06$ т/цист;

h_n – энтальпия пара при давлении 0,4 Мпа, равна 654 ккал/кг.

Расход тепловой энергии на производство **молока** определяется суммой расходов тепловой энергии на:

- *подогрев молока перед сепарированием*. Определяется по формуле (5.25);
- *пастеризацию молока в пастеризаторе*. Определяется по формуле (5.26);
- *мойку технологического оборудования и трубопроводов*. Определяется по формуле (5.28);
- *мойку и пропаривание цистерн*. Определяется по формуле (5.29).

Расход тепловой энергии на производство **сметаны, кефира, йогурта** определяется суммой расходов тепловой энергии на:

- *подогрев молока перед сепарированием*. Определяется по формуле (5.25);
- *пастеризацию нормализованной смеси*. Определяется по формуле (5.26);
- *мойку технологического оборудования и трубопроводов*. Определяется по формуле (5.28);
- *мойку и пропаривание цистерн*. Определяется по формуле (5.29);
- *приготовление закваски*. Определяется по формуле (5.30):

$$H_5 = \frac{D_3 \cdot h_{П} \cdot M_{ЦМ}}{V_3} \cdot 0,05 \cdot 10^{-3} \quad (5.30)$$

где D_3 – расход пара на цикл работы, как правило принимается $D_3 = 280$ кг/цикл;

V_3 – объем производства закваски за цикл, кг/цикл;

0,05 – доля закваски от объема нормализованной смеси.

- *подогрев смеси в ванной*. Определяется по формуле (5.31):

$$H_6 = \frac{(1,15 \cdot m_B \cdot c_B \cdot (t_{ГВ} - t_{ХВ}) + m_T \cdot c_C \cdot (t_K - t_H)) \cdot M_{ЦМ}}{m_T} \cdot 10^{-3} \quad (5.31)$$

где 1,15 – коэффициент, учитывающий расход тепловой энергии на нагрев внутренних стенок ванны;

$m_{\text{в}}$ – масса воды в рубашке ванны, кг;

$t_{\text{ГВ}}$ – температура горячей воды, $t_{\text{ГВ}} = 30^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ХВ}}$ – температура горячей воды, $t_{\text{ХВ}} = 10^{\circ}\text{C}$;

$c_{\text{с}}$ – теплоемкость смеси, при температуре 17°C $c_{\text{с}} = 0,925$ ккал/(кг $\cdot^{\circ}\text{C}$);

$t_{\text{н}}$ – начальная температура смеси, $t_{\text{н}} = 8^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{к}}$ – конечная температура смеси, $t_{\text{к}} = 30^{\circ}\text{C}$.

Расход тепловой энергии на производство **сыра и творога** определяется суммой расходов тепловой энергии на:

- *подогрев молока перед сепарированием*. Определяется по формуле (5.25);
- *пастеризацию нормализованной смеси*. Определяется по формуле (5.26);
- *мойку технологического оборудования и трубопроводов*. Определяется по формуле (5.28);
- *мойку и пропаривание цистерн*. Определяется по формуле (5.29);
- *приготовление закваски*. Определяется по формуле (5.30);
- *подогрев смеси в ванной*. Определяется по формуле (5.31).

Расход тепловой энергии на производство **обрата, сыворотки и отгрузки молока** определяется суммой расходов тепловой энергии на:

- *подогрев молока перед сепарированием*. Определяется по формуле (5.25);
- *пастеризацию нормализованной смеси*. Определяется по формуле (5.26);
- *мойку технологического оборудования и трубопроводов*. Определяется по формуле (5.28);
- *мойку и пропаривание цистерн*. Определяется по формуле (5.29);

Пункт 5.5.2 Пример расчета норм тепловой энергии для производства молочной продукции. Необходимо рассчитать нормы тепловой энергии на основные производственные нужды при производстве следующих видов продукции:

- масло крестьянское;
- молоко 1,5 % жирности;
- сметаны 22 % жирности.

Для расчета нормы тепловой энергии на основные производственные нужды при производстве **масла крестьянского** необходимо рассчитать расход тепловой энергии на:

- *подогрев молока перед сепарированием*. Определяется по формуле (5.25):

$$H_1 = D \cdot h_n \cdot \frac{M_{\text{цм}}}{0,8 \cdot M} \cdot 10^{-3} = 700 \cdot 654 \cdot \frac{22,073}{0,8 \cdot 10} \cdot 10^{-3} = 1263,1 \text{ Мкал/т}$$

где D – часовой расход пара, $D = 700$ кг/час;

h_n – энтальпия пара при давлении 0,4 Мпа, равна 654 ккал/кг;

M – производительность установки, $M = 10$ т/час;

$M_{цм}$ – расход цельного молока, подлежащего сепарированию при выработке одной тонны готового продукта, $M_{цм} = 22,073$ кг/т.

- *пастеризацию сливок в пастеризаторе*. Определяется по формуле (5.26):

$$H_2 = D \cdot h_n \cdot \frac{M_{сл}}{0,8 \cdot M} \cdot 10^{-3} = 1500 \cdot 654 \cdot \frac{2,469}{0,8 \cdot 10} \cdot 10^{-3} = 302,8 \quad \text{Мкал/т}$$

где D – часовой расход пара в пастеризаторе, $D = 1500$ кг/час;

h_n – энтальпия пара при давлении 0,4 Мпа, равна 654 ккал/кг;

M – производительность установки, $M = 10$ т/час;

$M_{сл}$ – расход сливок на выработку одной тонны масла, кг/т. Определяется по формуле (5.27):

$$M_{сл} = \frac{M_{цм} \cdot (Ж_m - Ж_o)}{Ж_{сл} - Ж_o} = \frac{22,073 \cdot (3,4 - 0,05)}{30 - 0,05} = 2,469 \text{ кг}$$

где $Ж_m$ – базисная жирность молока, $Ж_m = 3,4$ %;

$Ж_o$ – жирность обезжиренного молока, $Ж_o = 0,05$ %;

$Ж_{сл}$ – жирность сливок, $Ж_{сл} = 30$ %.

- *мойку технологического оборудования и трубопроводов*. Определяется по формуле (5.28):

$$H_3 = G_B \cdot c_B \cdot (t_{ГВ} - t_{ХВ}) \cdot M_{цм} \cdot 10^{-3} = 700 \cdot 1 \cdot (70 - 10) \cdot 22,073 \cdot 10^{-3} = 927,1 \text{ Мкал/т}$$

где G_B – расход горячей воды на мойку технологического оборудования и трубопроводов на одну тонну перерабатываемого сырья, $G_B = 700$ кг/т;

c_B – теплоемкость воды, $c_B = 1$ ккал/(кг·°С);

$t_{ГВ}$ – температура горячей воды, при производстве высокожирной молочной продукции принимается равной 70°С, для остальной – 50°С;

$t_{ХВ}$ – температура холодной воды, $t_{ХВ} = 10$ °С.

- *мойку и пропаривание цистерн*. Определяется по формуле (5.29):

$$H_4 = \frac{(0,5 \cdot c_B \cdot (t_{ГВ} - t_{ХВ}) \cdot G_B + D_{п} \cdot h_{п}) \cdot M_{цм}}{m} \cdot 10^{-3} = \frac{(0,5 \cdot 1 \cdot (70 - 10) \cdot 0,8 + 60 \cdot 654) \cdot 22,073}{2800} = 309,5 \text{ Мкал/т}$$

где G_B – расход горячей воды на мойку автоцистерны, как правило, $G_B = 0,8$ т;

m – масса молока, транспортируемая в одной цистерне, $m = 2,8$ т;

$D_{п}$ – расход пара на пропаривание одной цистерны, $D_{п} = 0,06$ т/цист;

h_n – энтальпия пара при давлении 0,4 Мпа, равна 654 ккал/кг

Норма тепловой энергии на основные производственные нужды при производстве **масла крестьянского** составит:

$$H_{M\text{кр}} = 1263,1 + 302,8 + 927,1 + 309,5 = 2802,5 \text{ Мкал/т.}$$

Для расчета нормы тепловой энергии на основные производственные нужды при производстве **молока 1,5 % жирности** необходимо рассчитать расход тепловой энергии на:

- *подогрев молока перед сепарированием*. Определяется по формуле (5.25):

$$H_1 = D \cdot h_n \cdot \frac{M_{\text{цм}}}{0,8 \cdot M} \cdot 10^{-3} = 360 \cdot 654 \cdot \frac{0,4128}{0,8 \cdot 20} \cdot 10^{-3} = 6,07 \text{ Мкал/т}$$

- *пастеризацию нормализованной смеси в пастеризаторе*. Определяется по формуле (5.26):

$$H_2 = D \cdot h_n \cdot \frac{M_{\text{сл}}}{0,8 \cdot M} \cdot 10^{-3} = 1500 \cdot 654 \cdot \frac{1,01}{0,8 \cdot 20} \cdot 10^{-3} = 61,9 \text{ Мкал/т}$$

- *мойку технологического оборудования и трубопроводов*. Определяется по формуле (5.28):

$$H_3 = G_B \cdot c_B \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}}) \cdot M_{\text{цм}} \cdot 10^{-3} = 700 \cdot 1 \cdot (50 - 10) \cdot 1,01 \cdot 10^{-3} = 28,3 \text{ Мкал/т}$$

- *мойку и пропаривание цистерн*. Определяется по формуле (5.29):

$$H_4 = \frac{(0,5 \cdot c_B \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}}) \cdot G_B + D_{\text{п}} \cdot h_{\text{п}}) \cdot M_{\text{цм}}}{m} \cdot 10^{-3} = \frac{(0,5 \cdot 1 \cdot (50 - 10) \cdot 0,8 + 60 \cdot 654) \cdot 0,41}{2800} = 5,7 \text{ Мкал/т}$$

Норма тепловой энергии на основные производственные нужды при производстве **молока 1,5 % жирности** составит:

$$H_M = 6,07 + 61,9 + 28,3 + 5,7 = 102,0 \text{ Мкал/т.}$$

Для расчета нормы тепловой энергии на основные производственные нужды при производстве **сметаны 22 % жирности** необходимо рассчитать расход тепловой энергии на:

- *подогрев молока перед сепарированием*. Определяется по формуле (5.25):

$$H_1 = D \cdot h_n \cdot \frac{M_{\text{цм}}}{0,8 \cdot M} \cdot 10^{-3} = 360 \cdot 654 \cdot \frac{6,2668}{0,8 \cdot 20} \cdot 10^{-3} = 91,6 \text{ Мкал/т}$$

- *пастеризацию нормализованной смеси в пастеризаторе.* Определяется по формуле (5.26):

$$H_2 = D \cdot h_n \cdot \frac{M_{\text{сл}}}{0,8 \cdot M} \cdot 10^{-3} = 2045 \cdot 654 \cdot \frac{1,05}{0,8 \cdot 6} \cdot 10^{-3} = 292,6 \text{ Мкал/т}$$

- *приготовление закваски.* Определяется по формуле (5.30):

$$H_5 = \frac{D_3 \cdot h_{\text{п}} \cdot M_{\text{цм}}}{V_3} \cdot 0,05 \cdot 10^{-3} = \frac{280 \cdot 654 \cdot 1,01}{600} \cdot 0,05 \cdot 10^{-3} = 0,02 \text{ Мкал/т}$$

где D_3 – расход пара на цикл работы, как правило принимается $D_3 = 280$ кг/цикл;

V_3 – объем производства закваски за цикл, $V_3 = 600$ кг/цикл;

0,05 – доля закваски от объема нормализованной смеси.

- *подогрев смеси в ванной.* Определяется по формуле (5.31):

$$H_6 = \frac{(1,15 \cdot m_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}}) + m_{\text{т}} \cdot c_{\text{с}} \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{н}})) \cdot M_{\text{цм}}}{m_{\text{т}}} \cdot 10^{-3} =$$

$$\frac{(1,15 \cdot 950 \cdot 1 \cdot (30 - 10) + 600 \cdot 0,925 \cdot (30 - 8)) \cdot 1,01}{600} = 57,3 \text{ Мкал/т}$$

где 1,15 – коэффициент, учитывающий расход тепловой энергии на нагрев внутренних стенок ванны;

$m_{\text{в}}$ – масса воды в рубашке ванны, кг;

$t_{\text{ГВ}}$ – температура горячей воды, $t_{\text{ГВ}} = 30^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ХВ}}$ – температура горячей воды, $t_{\text{ХВ}} = 10^{\circ}\text{C}$;

$c_{\text{с}}$ – теплоемкость смеси, при температуре 17°C $c_{\text{с}} = 0,925$ ккал/(кг $\cdot^{\circ}\text{C}$);

$t_{\text{н}}$ – начальная температура смеси, $t_{\text{н}} = 8^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{к}}$ – конечная температура смеси, $t_{\text{к}} = 30^{\circ}\text{C}$.

- *мойку технологического оборудования и трубопроводов.* Определяется по формуле (5.28):

$$H_3 = G_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}}) \cdot M_{\text{цм}} \cdot 10^{-3} = 700 \cdot 1 \cdot (70 - 10) \cdot 1,01 \cdot 10^{-3} = 42,4 \text{ Мкал/т}$$

- *мойку и пропаривание цистерн.* Определяется по формуле (5.29):

$$H_4 = \frac{(0,5 \cdot c_B \cdot (t_{ГВ} - t_{ХВ}) \cdot G_B + D_{П} \cdot h_{П}) \cdot M_{ЦМ}}{m} \cdot 10^{-3} = \frac{(0,5 \cdot 1 \cdot (50 - 10) \cdot 0,8 + 60 \cdot 654) \cdot 6,2668}{2800} \cdot 10^{-3} = 87,9 \text{ Мкал/т}$$

Норма тепловой энергии на основные производственные нужды при производстве **сметаны 22 % жирности** составит:

$$H_M = 91,6 + 292,6 + 0,02 + 57,3 + 42,4 + 87,9 = 571,8 \text{ Мкал/т.}$$

Раздел 5.6

РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Пункт 5.6.1. Расчет расхода тепловой энергии на технологические нужды. Расход тепловой энергии определяется расчетами на основании паспортных данных технологического теплоиспользующего оборудования, технологических карт по ведению производственного процесса, из которых берутся данные о времени работы оборудования, температуры, при которой ведется процесс изготовления продукции, количество расхода теплоносителя (горячей воды или пара) в единицу времени и другие данные.

Для расчета расхода теплоэнергии применяются следующие формулы и выражения:

1) Тепло, расходуемое на нагрев воды, жира и других продуктов, определяется по формуле (5.32):

$$Q = G \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \cdot k \quad (5.32)$$

где G – масса нагреваемого продукта (вещества), кг у.т.;

c – теплоемкость нагреваемых веществ, ккал/кг·°С;

t_2, t_1 – температура в конце и начале процесса нагрева, °С;

k – коэффициент неучтенных потерь тепла в трубопроводах, емкостях, оборудовании. Принимается равным от 5 % до 10 %.

2) Расход тепла на уваривание, кипячение определяется по формуле (5.33):

$$Q_{\text{исп}} = \eta \cdot G_{\text{вл}} \quad (5.33)$$

где η – скрытая теплота парообразования, ккал/кг;

$G_{\text{вл}}$ – количество испаряемой влаги, кг/процесс. Определяется по формуле (5.34):

$$G_{\text{вл}} = G_{\text{пр}} \cdot \frac{W_{\text{н}} - W_{\text{к}}}{100 - W_{\text{к}}} \quad (5.34)$$

где $G_{\text{пр}}$ – количество продукта, поступающего на уваривание, кг/поцесс;
 $W_{\text{н}}$, $W_{\text{к}}$ – начальная и конечная влажность продукта, %.
или по формуле (5.35):

$$G_{\text{вл}} = q_{\text{вл}} \cdot F_{\text{п}} \cdot t \quad (5.35)$$

где $q_{\text{вл}}$ – норма испарения влаги с открытой поверхности при скорости ветра под зеркалом испарения, равной 1 м/с (средняя скорость вентиляции помещения), кг/м². Определяется по таблицам;
 $F_{\text{п}}$ – поверхность зеркала испарения, м²;
 t – время испарения, час.

3) Расход тепла при нагреве паром определяется по формуле (5.36):

$$Q = D \cdot (i_{\text{п}} - i_{\text{ксм}}) \cdot t \quad (5.36)$$

где D – количество пара, расходуемого на процесс, кг/час;
 $i_{\text{п}}$ – теплосодержание пара, ккал/кг;
 $i_{\text{ксм}}$ – теплосодержание конденсатной смеси, ккал/кг.)

4) Годовой расход тепла на сушку спецодежды определяется по выражению (5.37):

$$Q_{\text{с.спец}} = k \cdot q_0 \cdot V \cdot (t_{\text{вн}} - t_0) \cdot Z \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (5.37)$$

где t_0 – температура окружающего воздуха, °С;
 k – коэффициент, учитывающий изменение удельной характеристики в зависимости от климатических условий, равный 1,1;
 q_0 – удельная отопительная характеристика помещения, ккал/м³·час·°С. Принимается 0,22 ккал/м³·час·°С;
 V – объем отапливаемого помещения, м³;
 $t_{\text{вн}}$ – температура внутри помещения, °С;
 t_0 – температура воздуха, °С;
 Z – продолжительность отопительного периода, сут;
 T – число часов работы отопления сушилки в сутки, час. Принимается 24 часа.

5) Потери тепла в наружных паропроводах определяются по формуле (5.38):

$$Q_{\text{пот}} = q \cdot L \cdot \tau \cdot \beta \cdot 10^{-3} \quad (5.38)$$

где q – плотность теплового потока в паропроводе, которая определяется по температуре пара, ккал/м·ч;

L – длина паропровода, м;

τ – время работы паропровода в году, ч;

β – коэффициент, учитывающий местные потери тепловой энергии (опоры, компенсаторы и др.), $\beta=1,25$ – при воздушной прокладке.

Пункт 5.6.2 Пример расчета расхода тепловой энергии на производство сухих кормов. Для производства сухих кормов сырье варят и сушат паром в вакуумных котлах типа КВМ. Расход пара в котле, согласно техпаспорта, составляет 490 кг/час, давление пара в котлах – 4,2 кг/см².

Исходные данные и определение нормы расхода тепловой энергии на варку при производстве сухих кормов представлены в таблице 5.14.

Исходные данные и определение расхода тепловой энергии на вспомогательные нужды при производстве сухих кормов представлены в таблице 5.15.

Потребление тепловой энергии и определение текущей нормы расхода на производство сухих кормов представлены в таблице 5.16.

Таблица 5.14

Расчет расхода тепловой энергии на варку при производстве сухих кормов

Наименование	Ед. изм.	1 этап		2 этап		
		разварка-стерилизация	предварительная сушка	стерилизация	переработка вываренной кости	сушка
Варка	°С	120		120	120	
	мин	80		80	45	
Сушка	°С		75			80
	мин		90			140
Масса нагреваемого продукта	кг/ч	850	850	850	850	850
Коэффициент неучтенных потерь		1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Часовой расход пара	кг/ч	490	490	490	490	490
Теплосодержание пара	ккал/кг	653	653	653	653	653
Расход тепловой энергии	Мкал	380764,3	428359,8	380764,3	214180,0	666337,5
Норма расхода тепловой энергии на 1 т продукции	Мкал/т	448,0	504,0	448,0	252,0	783,9
Технологическая норма расхода тепловой энергии на 1 т продукции	Мкал/т	2435,9				

Таблица 5.15

Расчет расхода тепловой энергии на вспомогательные нужды при производстве сухих кормов

Операция	Площадь поверхностей, м ²	Температура горячей воды, °С	Температура холодной воды, °С	Число уборок в сутки	Расход горячей воды на мойку, л/м ²	Коэффициент неучтенных потерь	Расход тепловой энергии (за год), Гкал
Мойка инвентаря и тары	280,0	45	10	1	6	1,05	22,5
Мойка оборудования	3360,0	45	10	1	8	1,05	360,6
Мойка полов и панелей	295,0	45	10	1	9	1,05	35,6
Итого							418,7

Определение текущей нормы расхода тепловой энергии на производство сухих кормов

Наименование операции	Расход тепловой энергии, Гкал
Мойка оборудования и инвентаря	418,7
Варка и сушка в котлах:	
выпуск продукции, т	1260,0
технологическая норма расхода тепловой энергии на производство сухих кормов, Мкал/т	2435,9
Расход тепловой энергии при варке и сушке	3069,2
Всего расход тепловой энергии	3487,9
Общепроизводственная норма расхода тепловой энергии на производство сухих кормов, Мкал/т	2768,2

Пункт 5.6.3 Расчет расхода тепловой энергии на обслуживание, эксплуатацию и текущий ремонт автотранспорта. К основным технологическим процессам на предприятии, требующим расхода горячей воды, относятся:

- мойка автомобилей;
- заправка систем охлаждения двигателей автомобилей в зимнее время;
- технологические нужды и обслуживание автомобилей.

Годовой расход тепловой энергии *на мойку автомобилей* определяется по формуле (5.39):

$$Q_M = W_M \cdot c \cdot (t_G - t_X) \quad (5.39)$$

где W_M – годовая потребность в горячей воде на данный технологический процесс, м³;

c – теплоемкость воды, $c = 1$ ккал/м³·°С;

t_G – температура горячей воды, °С;

t_X – температура холодной воды, °С.

Расход воды на мойку автомобиля определяется по формуле (5.40):

$$W_M = A \cdot a \cdot n \quad (5.40)$$

где A – количество автомобилей, шт.;

a – норма расхода горячей воды на мойку 1 автомобиля в сутки, $a = 0,3 \text{ м}^3/\text{сут}$;

n – количество рабочих дней в отопительном периоде, сут.

Горячая вода на *заправку систем охлаждения двигателей* зависит от климатических условий, от условий хранения автомобилей в холодный период года и от обеспеченности автомобилей средствами подогрева двигателей на открытых стоянках.

Заправка систем охлаждения двигателя горячей водой в зимний период года производится один раз в сутки для автомобилей без средств подогрева двигателя на открытой стоянке.

Годовая потребность в горячей воде на заправку определяется по формуле (5.41):

$$W_B = A \cdot a \cdot n \quad (5.41)$$

где A – количество условных автомобилей, хранящихся без средств подогрева двигателей, шт.;

a – норма расхода воды на заправку системы охлаждения двигателя условного автомобиля, составляет $0,026 \text{ м}^3/\text{сут}$.

n – количество заправок в отопительном периоде, шт.

Годовой расход тепловой энергии *на заправку системы охлаждения* определяется по формуле (5.42):

$$Q_B = W_B \cdot c \cdot (t_G - t_X) \quad (5.42)$$

где W_B – годовая потребность в горячей воде на заправку, м^3 ;

c – теплоемкость воды, $c = 1 \text{ ккал}/\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}$;

t_G – температура горячей воды, $^\circ\text{C}$;

t_X – температура холодной воды, $^\circ\text{C}$.

Годовой расход тепловой энергии *на ремонтные нужды и технологическое обслуживание автомобилей* определяется по формуле (5.43):

$$Q_{TO} = a_2 \cdot T \cdot (t_G - t_X) \quad (5.43)$$

где a_2 – норма расхода горячей воды на ремонтные нужды и технологическое обслуживание автомобилей, $\text{м}^3/\text{сут}$;

T – число рабочих суток в зимний период.

Пункт 5.6.4 Пример расчета расхода тепловой энергии на обслуживание, эксплуатацию и текущий ремонт автотранспорта. Исходные данные для расчета нормы расхода тепловой энергии на обслуживание автомобилей представлены в таблице 5.17.

Исходные данные для расчета нормы расхода тепловой энергии на обслуживание автомобилей

Исходные данные	Ед.изм.	Значение
Расход воды на мойку автомобиля	м ³	0,3
Расход воды на заправку системы охлаждения	м ³	0,026
Расход воды на технологические нужды	м ³	0,62
Количество рабочих дней в отопительный период	сут	184
Температура холодной воды	°С	5
Температура горячей воды	°С	55
Количество заправок	шт.	30
Количество автомобилей	шт.	40
Количество условных автомобилей, хранящихся без средств подогрева двигателей	шт.	35

Расход воды на мойку автомобиля определим по формуле (5.40):

$$W_M = A \cdot a \cdot n = 40 \cdot 0,3 \cdot 184 = 2208 \text{ м}^3$$

Годовой расход тепловой энергии *на мойку автомобилей* по формуле (5.39) составит:

$$Q_M = W_M \cdot c \cdot (t_G - t_X) = 2208 \cdot 1 \cdot (55 - 5) = 110,4 \text{ Мкал}$$

Годовая потребность в горячей воде на заправку определяется по формуле (5.41):

$$W_B = A \cdot a \cdot n = 35 \cdot 0,026 \cdot 30 = 27,3 \text{ м}^3$$

Годовой расход тепловой энергии *на заправку системы охлаждения* (по формуле (5.42)) составит:

$$Q_B = W_B \cdot c \cdot (t_G - t_X) = 27,3 \cdot 1 \cdot (55 - 5) = 1,37 \text{ Мкал}$$

Годовой расход тепловой энергии *на ремонтные нужды и технологическое обслуживание автомобилей* (по формуле (5.43)) составит:

$$Q_{TO} = a_2 \cdot T \cdot (t_G - t_X) = 0,62 \cdot 184 \cdot (55 - 5) = 5,7 \text{ Мкал}$$

Годовой расхода тепловой энергии на обслуживание, эксплуатацию и текущий ремонт автотранспорта составит:

$$Q_{\Gamma} = 110,4 + 1,37 + 5,7 = 117,5 \text{ Мкал}$$

Норма расхода тепловой энергии на обслуживание, эксплуатацию и текущий ремонт автотранспорта составит:

$$N_{\text{авт}} = \frac{117,5}{40} = 2,94 \text{ Мкал/авт}$$

Глава 6

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА КОТЕЛЬНО-ПЕЧНОГО ТОПЛИВА НА ЕДИНИЦУ ПРОДУКЦИИ

К котельно-печному топливу относятся:

природные топливные ресурсы: уголь каменный и бурый, сланцы, торф топливный, топливные дрова, нефть (включая газовый конденсат), газ природный и попутный, другие виды естественного топлива (торфяная крошка, солома, хворост, костра, початки и стебли кукурузы, лузга, отходы лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий: сучья, кора, пни, хвоя, щепа, опилки, стружка, обрезь, а также используемые в качестве топлива демонтированные негодные деревянные шпалы, рудничная стойка, столбы связи, деревянная тара, элементы сгораемых конструкций разобранных старых зданий и другие);

продукты переработки топлива: кокс металлургический, коксик и коксовая мелочь, брикеты, топливные нефтепродукты (топочный мазут, топливо печное бытовое и другие), сжиженный газ, газ нефтепереработки (сухой) и прочие продукты переработки топлива;

горючие (топливные) вторичные энергетические ресурсы: горючие газы плавильных печей, горючие отходы процессов химической и термохимической переработки углеродистого и углеводородного сырья (метано-водородная фракция производства этилена; кубовые остатки и другие); сульфатные и сульфитные щелока целлюлозно-бумажной промышленности; отход гидролизного производства (лигнин); неиспользуемые (непригодные) для дальнейшей технологической переработки отходы кожевенного производства, используемые в качестве котельно-печного топлива.

При нормировании расхода котельно-печного топлива устанавливается только норма расхода котельно-печного топлива на основные производственные нужды.

Норма расхода котельно-печного топлива на основные производственные нужды включает расход топлива только на непосредственное выполнение технологического процесса производства определенного вида продукции, включая нормируемые потери топлива, обусловленные характером технологического процесса и применяемого оборудования. В указанную норму включаются также расходы, связанные с межоперационными холостыми ходами оборудования, разогревом и пуском агрегатов (после текущего ремонта и холостого простоя), горячими простоями, потерями и отходами производства. При этом расходы должны приниматься в норме строго по установленным нормативам, с учетом показателей, достигнутых передовыми предприятиями.

Не включаются в норму расхода топлива сверх нормируемые затраты и потери, вызванные отступлением от принятой технологии, режимов работ, рецептов, несоблюдением требований по качеству сырья и материалов; затраты, связанные с браком продукции и другие аналогичные виды затрат.

Расход котельно-печного топлива на единицу производимой продукции (работы) нормируется в килограммах, граммах условного топлива (кг усл. т.; г усл. т.).

Натуральные виды топлива переводятся в условное топливо при помощи соответствующих тепловых эквивалентов.

Все виды натурального топлива пересчитываются в условное, как правило, по их фактическим тепловым эквивалентам, определяемым как отношение низшей теплоты сгорания рабочего состояния топлива к теплоте сгорания 1 кг условного топлива, то есть 7000 ккал/кг, по формуле (6.1):

$$K = \frac{Q_n^p}{7000} \quad (6.1)$$

где K – тепловой эквивалент для перевода натурального топлива в условное;

Q_n^p – низшая теплота сгорания рабочего состояния топлива, ккал/кг.

Низшая теплота сгорания рабочего состояния топлива, как правило, должна определяться в лабораториях. При невозможности лабораторного определения теплоты сгорания топлива или его определения расчетным путем следует использовать данные сертификатов поставщиков или средние тепловые эквиваленты перевода натурального топлива в условное.

Раздел 6.1

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА КОТЕЛЬНО-ПЕЧНОГО ТОПЛИВА НА СУШКУ ЗЕРНА

Пункт 6.1.1 Методика расчета нормы котельно-печного топлива на сушку зерна. Определение норм расхода котельно-печного топлива на сушку зерна осуществляется на основании планируемого состава технологического топливопотребляющего оборудования, режима его работы, объемов производства, основных характеристик топлива.

Разрабатываемые нормы расхода топлива являются технологическими, то есть учитывают потребление топлива сугубо на сушку зерна или кукурузы и не включают затраты топлива, вызванные:

- отступлением от технологического регламента;

- отклонением от нормативных климатических данных;
- нарушением режима работы топливотребляющего оборудования;
- внеплановыми разогревами сушилок после простоев;
- другие нерациональные расходы.

Определение норм расхода топлива на технологические операции осуществляется расчетно-аналитическим методом.

Норма удельного расхода котельно-печного топлива на сушку зерна, кукурузы, т.е. расход котельно-печного топлива на сушку 1 тонны зерна, кукурузы, определяется по формуле (6.2):

$$b_y = b \cdot \frac{Q_H^p}{7000}, \text{ кг у. т./т} \quad (6.2)$$

где b – удельный расход натурального топлива на сушку зерна, кг у.т./т;

Q_H^p – теплотворная способность топлива, ккал/кг;

7000 – теплотворная способность условного топлива, ккал/кг.

Удельный расход натурального топлива определяется на основании решения уравнения теплового баланса сушилки.

Расход теплоты на испарение 1 кг влаги при сушке зерна, кукурузы рассчитывается по формуле (6.3):

$$b = \frac{q_1 + q_2 + q_4}{(Q_H^p - q_3) \cdot \eta_m}, \text{ кг н.т./т} \quad (6.3)$$

где q_1 – удельный расход теплоты на испарение влаги, ккал/т;

q_2 – удельные потери теплоты с нагретым зерном, ккал/т;

q_3 – удельные потери теплоты с отработавшим агентом сушки, ккал/т;

q_4 – удельные потери теплоты в окружающую среду, ккал/т;

η_m – КПД топки, отн. ед.

Удельный расход теплоты на испарение влаги q_1 определяется по формуле (6.4):

$$q_1 = \frac{M_3^n \cdot W_H \cdot (i_H - i_K)}{D} \quad (6.4)$$

где M_3^n – масса зерна, т. Рассчитывается по формуле (6.5):

$$M_3^n = 1 \cdot \frac{100 - (w_H^{n-1} - w_K^{n-1})}{100}, \text{ т} \quad (6.5)$$

где w_H^n – влажность зерна на входе в сушилку, %. Принимается по технологическому регламенту в зависимости от цикла сушки. Представлена в таблице 6.1;

Таблица 6.1

Значения влажности зерна на входе и выходе из сушилки

	Семенное зерно	Фуражное зерно
Влажность зерна на входе в сушилку, w_H^n, %		
1-й цикл сушки	32,0	32,0
2-й цикл сушки	25,5	25,5
3-й цикл сушки	20,0	20,0
Влажность зерна на выходе из сушилки, w_K^n, %		
1-й цикл сушки	25,5	25,5
2-й цикл сушки	20,0	20,0
3-й цикл сушки	15,5	14,0

w_K^n – влажность зерна на выходе из сушилки, %. Принимается по технологическому регламенту в зависимости от цикла сушки. Представлена в таблице 6.1.

Расчетная масса сырья, поступающая на 1-ый цикл сушки, принимается равной 1,0 т.

$W_{и}$ – количество испаренной влаги, $\frac{\text{кг исп вл}}{\text{час}}$. Определяется по формуле (6.6):

$$W_{и} = D \cdot 10^3 \frac{w_H^n - w_K^n}{100 - w_K^n}, \frac{\text{кг исп вл}}{\text{час}} \quad (6.6)$$

где D – производительность сушилки, т/час. Определяется по паспорту сушилки.

$i_{п}$ – энтальпия пара при температуре отработавшего агента сушки, ккал/кг. Определяется по формуле (6.7):

$$i_{п} = 595 + 0,47 \cdot t_2 \quad (6.7)$$

где t_2 – температура теплоносителя на выходе из сушилки, °С. Принимается по технологическому регламенту в зависимости от цикла сушки. Представлена в таблице 6.2.

$i_{ж}$ – энтальпия жидкости при начальной температуре зерна, ккал/кг. Определяется по формуле (6.8):

$$i_{\text{ж}} = 1,0 \cdot \tau_0 \quad (6.8)$$

где τ_0 – температура зерна на входе в сушилку, $^{\circ}\text{C}$. Как правило, принимается $\tau_0 = 15^{\circ}\text{C}$.

D – производительность сушилки, т/час. Определяется по паспорту сушилки.

Таблица 6.2

Значения температуры теплоносителя на входе и выходе из сушилки

	Семенное зерно	Фуражное зерно
Температура теплоносителя на входе в сушилку, t_1, $^{\circ}\text{C}$		
1-й цикл сушки	55,0	120,0
2-й цикл сушки	60,0	130,0
3-й цикл сушки	65,0	150,0
Температура теплоносителя на выходе из сушилки, t_2, $^{\circ}\text{C}$		
1-й цикл сушки	40,0	55,0
2-й цикл сушки	43,0	52,0
3-й цикл сушки	45,0	50,0

Удельные потери теплоты с нагретым зерном, q_2 , ккал/т определяются по формуле (6.9):

$$q_2 = M_3^n \cdot c_3 \cdot 10^3 \cdot (\tau_2 - \tau_0) \quad (6.9)$$

где c_3 – теплоемкость зерна, ккал/(кг $\cdot^{\circ}\text{C}$). Как правило, принимается $c_3 = 0,32$ ккал/(кг $\cdot^{\circ}\text{C}$);

τ_2 – температура зерна на выходе из сушилки, $^{\circ}\text{C}$. Принимается по технологическому регламенту в зависимости от цикла сушки. Представлена в таблице 6.3.

Удельные потери теплоты с отработавшим агентом сушки, q_3 , ккал/т определяются по формуле (6.10):

$$q_3 = \alpha \cdot L_0 \cdot b \cdot \left[\begin{array}{l} 0,24 \cdot (t_2 - t_0) + 0,595 \cdot (d_1 - d_0) + \\ 0,47 \cdot 10^{-3} \cdot (d_1 \cdot t_2 - d_0 \cdot t_0) \end{array} \right] \quad (6.10)$$

где α – коэффициент избытка воздуха. Определяется по формуле (6.11):

$$\alpha = \frac{Q_H^p \cdot \eta_T - K_2 \cdot [(595 \cdot (1 - \eta_T) + 0,21 \cdot t_1) - c_{a.c} \cdot t_1 \cdot (1 - \frac{A^p}{100}) + c_m \cdot t_m]}{L_0 \cdot (\frac{d_0}{1000} \cdot (595 + 0,47 \cdot t_1) - I_0 + c_{a.c} \cdot t_1)} \quad (6.11)$$

где Q_H^p – теплотворная способность топлива, ккал/кг;

η_T – КПД топки. Принимается из паспорта сушилки;

K_2 – коэффициент, учитывающий химический состав топлива. Определяется по формуле (6.12):

$$K_2 = \frac{9 \cdot H^p + W^p}{100} \quad (6.12)$$

где H^p – содержание водорода в составе горючей смеси, %. Справочные данные;

W^p – влажность топлива, %. Справочные данные;

Таблица 6.3

Значения температуры зерна на входе и выходе из сушилки

	Семенное зерно	Фуражное зерно
Температура зерна на входе в сушилку, $t_0, ^\circ\text{C}$		
1-й цикл сушки	15,0	15,0
2-й цикл сушки		
3-й цикл сушки		
Температура зерна на выходе из сушилки, $t_2, ^\circ\text{C}$		
1-й цикл сушки	40,0	55,0
2-й цикл сушки	43,0	52,0
3-й цикл сушки	45,0	50,0

t_1 – температура теплоносителя на входе в сушилку, $^\circ\text{C}$. Принимается по таблице 6.2;

$c_{a.c}$ – теплоемкость сушильного агента, ккал/(кг $\cdot^\circ\text{C}$). Как правило, принимается $c_{a.c} = 0,24$ ккал/(кг $\cdot^\circ\text{C}$);

A^p – содержание золы, %. Справочные данные;

c_m – теплоемкость топлива, ккал/(кг $\cdot^\circ\text{C}$). Для дизельного топлива принимается $c_m = 0,50$ ккал/(кг $\cdot^\circ\text{C}$);

t_m – температура топлива, $^\circ\text{C}$. Принимается равной температуре зерна на входе в сушилку, $t_m = 15$ $^\circ\text{C}$;

L_0 – количество сухого воздуха, необходимого для сгорания 1 кг топлива, $\frac{\text{кг с.в.}}{\text{кг н.т.}}$. Определяется по формуле (6.13):

$$L_0 = 0,115 \cdot (C^p + 0,375 \cdot S^p) + 0,346 \cdot H^p - 0,043 \cdot O^p \quad (6.13)$$

где C^p – содержание углерода в составе горючей массы, %. Справочные данные;

S^p – содержание серы в составе горючей массы, %. Справочные данные;

H^p – содержание водорода в составе горючей смеси, %. Справочные данные;

O^p – содержание кислорода в составе горючей смеси, %. Справочные данные.

I_0 – теплосодержание атмосферного воздуха, ккал/кг.. Определяется по формуле (6.14):

$$I_0 = 0,24 \cdot t_0 + \frac{d_0 \cdot (595 + 0,47 \cdot t_0)}{1000} \quad (6.14)$$

где t_0 – температура атмосферного воздуха, $^{\circ}\text{C}$. Как правило, принимается $t_0 = 15^{\circ}\text{C}$;

d_0 – влагосодержание атмосферного воздуха, г/кг с.в. Принимается $d_0 = 8,25$ г/кг с.в.

d_1 – влагосодержание теплоносителя на входе в сушильную камеру, г/кг с.в. Определяется по формуле (6.15):

$$d_1 = \frac{10 \cdot K_1 + \alpha \cdot L_0 \cdot d_0}{1 - K_2 + \alpha \cdot L_0} \quad (6.15)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий химический состав топлива. Определяется по формуле (6.16):

$$K_1 = 9 \cdot H^p + W^p \quad (6.16)$$

b – удельный расход натурального топлива на сушку зерна, кг н.т./т, определяется по формуле (6.17):

$$b = \frac{q_1 + q_2 + q_4}{(Q_H^p - q_3) \cdot \eta_m} \quad (6.17)$$

Удельные потери теплоты в окружающую среду, q_4 , ккал/т определяются по формуле (6.18):

$$q_4 = \frac{M_3^n \cdot F \cdot K_m \cdot (t_2 + t_1 - 2 \cdot t_0)}{2 \cdot D} \quad (6.18)$$

где F – площадь наружной поверхности сушилки, м^2 . Принимается по паспортным данным сушилки;

K_m – общий коэффициент теплопередачи, $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}}$. По справочным данным $K_m = 2,83 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}}$.

D – производительность сушилки, т/час. Принимается по паспортным данным сушилки.

Пункт 6.1.2 Пример расчета нормы расхода котельно-печного топлива на сушку зерна. Процесс сушки включает три цикла. Исходные данные для расчета приведены в таблице 6.4

Таблица 6.4

Исходные данные для расчета нормы расхода котельно-печного топлива на сушку зерна

Наименование параметра	Обозначение	Значение
Сушилка КЗСВ-30 (для сушки семенного зерна):		
производительность, т/час	D	30,0
площадь наружной поверхности, м^2	F	85,0
КПД топки, %	$\eta_{\text{т}}$	90,0
Топливо дизельное		
теплота сгорания, ккал/кг	$Q_{\text{н}}^{\text{п}}$	10150
Состав горючей массы, %:		
содержание углерода	$C^{\text{п}}$	86,3
содержание водорода	$H^{\text{п}}$	13,3
содержание серы	$S^{\text{п}}$	0,3
содержание кислорода	$O^{\text{п}}$	0,1
содержание азота	$N^{\text{п}}$	0,1
содержание золы	$A^{\text{п}}$	0
влажность топлива	$W^{\text{п}}$	0
Температура топлива, °C	t_m	15,0
Параметры атмосферного воздуха		
влажносодержание, г/кг с.в.	d_0	8,25
температура, °C	t_0	15,0

Норма расхода котельно-печного топлива на сушку зерна определяется по формуле (6.2). Чтобы определить удельный расход

натурального топлива, необходимо решить уравнение теплового баланса сушилки. Для этого рассчитаем составляющие данного уравнения.

Определим удельный расход теплоты на испарение влаги q_1 по формуле (6.4). Для этого рассчитаем:

1. массу зерна по формуле (6.5).

Расчетная масса сырья, поступающая на 1-ый цикл сушки, принимается равной 1,0 т, т.е. $M_3^1 = 1,0$ т

$$M_3^2 = 1 \cdot \frac{100 - (32,0 - 25,5)}{100} = 0,935 \text{ т}$$

$$M_3^3 = 1 \cdot \frac{100 - (25,5 - 20,0)}{100} = 0,945 \text{ т}$$

2. количество испаренной влаги, $\frac{\text{кг исп вл}}{\text{час}}$, определяемое по формуле (6.6):

$$W_{\text{и}}^1 = 30 \cdot 10^3 \cdot \frac{32,0 - 25,5}{100 - 25,5} = 2617 \frac{\text{кг исп вл}}{\text{час}}$$

$$W_{\text{и}}^2 = 30 \cdot 10^3 \cdot \frac{25,5 - 20,0}{100 - 20,0} = 2063 \frac{\text{кг исп вл}}{\text{час}}$$

$$W_{\text{и}}^3 = 30 \cdot 10^3 \cdot \frac{20,0 - 15,5}{100 - 15,5} = 1598 \frac{\text{кг исп вл}}{\text{час}}$$

3. энтальпию пара при температуре отработавшего агента сушки, ккал/кг, по формуле (6.7):

$$i_{\text{п}}^1 = 595 + 0,47 \cdot 40,0 = 613,8 \text{ ккал/кг}$$

$$i_{\text{п}}^2 = 595 + 0,47 \cdot 43,0 = 615,2 \text{ ккал/кг}$$

$$i_{\text{п}}^3 = 595 + 0,47 \cdot 45,0 = 616,2 \text{ ккал/кг}$$

4. энтальпию жидкости при начальной температуре зерна, ккал/кг, по формуле (6.8):

$$i_{\text{ж}} = 1,0 \cdot 15,0 = 15,0 \text{ ккал/кг.}$$

Тогда удельный расход теплоты на испарение влаги q_1 составит по формуле (6.4):

$$q_1^1 = \frac{1,0 \cdot 2617 \cdot (613,8 - 15)}{30} = 52235 \text{ ккал/т}$$

$$q_1^2 = \frac{0,935 \cdot 2063 \cdot (615,2 - 15)}{30} = 38591 \text{ ккал/т}$$

$$q_1^3 = \frac{0,945 \cdot 1598 \cdot (616,2 - 15)}{30} = 30263 \text{ ккал/т}$$

Определим удельные потери теплоты с нагретым зерном, q_2 , ккал/т по формуле (6.9):

$$q_2^1 = 1,0 \cdot 0,32 \cdot 10^3 \cdot (40,0 - 15,0) = 8000 \text{ ккал/т}$$

$$q_2^2 = 0,935 \cdot 0,32 \cdot 10^3 \cdot (43,0 - 15,0) = 8378 \text{ ккал/т}$$

$$q_2^3 = 0,945 \cdot 0,32 \cdot 10^3 \cdot (45,0 - 15,0) = 9072 \text{ ккал/т}$$

Определим удельные потери теплоты с отработавшим агентом сушки, q_3 , ккал/т по формуле (6.10). Для этого определим:

1. коэффициент избытка воздуха по формуле (6.11).

Коэффициент, учитывающий химический состав топлива определяется по формуле (6.12):

$$K_2 = \frac{9 \cdot 13,3 + 0}{100} = 1,20$$

Количество сухого воздуха, необходимого для сгорания 1 кг топлива, $\frac{\text{кг с.в.}}{\text{кг н.т.}}$, определяется по формуле (6.13):

$$L_0 = 0,115 \cdot (86,3 + 0,375 \cdot 0,3) + 0,346 \cdot 13,3 - 0,043 \cdot 0,1 = 14,5 \frac{\text{кг с. в.}}{\text{кг н. т.}}$$

Теплосодержание атмосферного воздуха, ккал/кг, определяется по формуле (6.14):

$$I_0 = 0,24 \cdot 15 + \frac{8,25 \cdot (595 + 0,47 \cdot 15)}{1000} = 8,57 \text{ ккал/кг}$$

Тогда коэффициент избытка топлива составит:

$$\begin{aligned} \alpha^1 &= \frac{10150 \cdot 0,9 - 1,2 \cdot [(595 \cdot (1 - 0,9) + 0,21 \cdot 55) - 0,24 \cdot 55 \cdot (1 - \frac{0}{100}) + 0,5 \cdot 15]}{14,5 \cdot (\frac{8,25}{1000} \cdot (595 + 0,47 \cdot 55) - 8,57 + 0,24 \cdot 55)} \\ &= 63,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha^2 &= \frac{10150 \cdot 0,9 - 1,2 \cdot [(595 \cdot (1 - 0,9) + 0,21 \cdot 60) - 0,24 \cdot 60 \cdot (1 - \frac{0}{100}) + 0,5 \cdot 15]}{14,5 \cdot (\frac{8,25}{1000} \cdot (595 + 0,47 \cdot 60) - 8,57 + 0,24 \cdot 60)} \\ &= 56,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha^3 &= \frac{10150 \cdot 0,9 - 1,2 \cdot [(595 \cdot (1 - 0,9) + 0,21 \cdot 65) - 0,24 \cdot 65 \cdot (1 - \frac{0}{100}) + 0,5 \cdot 15]}{14,5 \cdot (\frac{8,25}{1000} \cdot (595 + 0,47 \cdot 65) - 8,57 + 0,24 \cdot 65)} \\ &= 51,1 \end{aligned}$$

2. влагосодержание теплоносителя на входе в сушильную камеру, г/кг с.в, определяется по формуле (6.15):

$$d_1^1 = \frac{10 \cdot 119,7 + 63,9 \cdot 14,5 \cdot 8,25}{1 - 1,20 + 63,9 \cdot 14,5} = 9,5$$

$$d_1^2 = \frac{10 \cdot 119,7 + 56,8 \cdot 14,5 \cdot 8,25}{1 - 1,20 + 56,8 \cdot 14,5} = 9,7$$

$$d_1^3 = \frac{10 \cdot 119,7 + 51,1 \cdot 14,5 \cdot 8,25}{1 - 1,20 + 51,1 \cdot 14,5} = 9,9$$

Коэффициент, учитывающий химический состав топлива определяется по формуле (6.16):

$$K_1 = 9 \cdot 13,3 + 0 = 119,7$$

Тогда удельные потери теплоты с отработавшим агентом сушки, q_3 , ккал/т составят:

$$q_3^1 = 63,9 \cdot 14,5 \cdot b \cdot [0,24 \cdot (40 - 15) + 0,595 \cdot (9,5 - 8,25) + 0,47 \cdot 10^{-3} \cdot (9,5 \cdot 40 - 8,25 \cdot 15)] = 6360b \text{ ккал/т}$$

$$q_3^2 = 56,8 \cdot 14,5 \cdot b \cdot [0,24 \cdot (43 - 15) + 0,595 \cdot (9,7 - 8,25) + 0,47 \cdot 10^{-3} \cdot (9,7 \cdot 43 - 8,25 \cdot 15)] = 6359b \text{ ккал/т}$$

$$q_3^3 = 51,1 \cdot 14,5 \cdot b \cdot [0,24 \cdot (45 - 15) + 0,595 \cdot (9,9 - 8,25) + 0,47 \cdot 10^{-3} \cdot (9,9 \cdot 45 - 8,25 \cdot 15)] = 6174b \text{ ккал/т}$$

Определим удельные потери теплоты в окружающую среду, q_4 , ккал/т по формуле (6.18):

$$q_4^1 = \frac{1 \cdot 85 \cdot 2,83 \cdot (40 + 55 - 2 \cdot 15)}{2 \cdot 30} = 260,6 \text{ ккал/т}$$

$$q_4^2 = \frac{0,935 \cdot 85 \cdot 2,83 \cdot (43 + 60 - 2 \cdot 15)}{2 \cdot 30} = 273,6 \text{ ккал/т}$$

$$q_4^3 = \frac{0,945 \cdot 85 \cdot 2,83 \cdot (45 + 65 - 2 \cdot 15)}{2 \cdot 30} = 303,1 \text{ ккал/т}$$

Решив уравнения теплового баланса сушилки определим удельный расход натурального топлива:

$$\sum q_i = b_i \cdot Q_H^p \cdot \eta_T$$

Для первого цикла сушки:

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = b_1 \cdot Q_H^p \cdot \eta_T$$

$$52235 + 8000 + 6360b_1 + 260,6 = b_1 \cdot 10150 \cdot 0,9$$

$$60495,6 + 6360b_1 = 9135b_1$$

$$2775b_1 = 60495,6$$

$$b_1 = 21,8 \frac{\text{кг н. т.}}{\text{т}}$$

Удельный расход условного топлива на сушку зерна определим по формуле (6.2).

Тогда удельный расход условного топлива для первого цикла сушки составит:

$$b_{y1} = \frac{21,8 \cdot 10150}{7000} = 31,6 \frac{\text{кг у. т.}}{\text{т}}$$

Для второго цикла сушки:

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = b_2 \cdot Q_H^p \cdot \eta_T$$

$$38591 + 8378 + 6359b_2 + 273,6 = b_2 \cdot 10150 \cdot 0,9$$

$$47242,6 + 6359b_2 = 9135b_2$$

$$2776b_2 = 47242,6$$

$$b_2 = 17,0 \frac{\text{кг н. т.}}{\text{т}}$$

Удельный расход условного топлива для второго цикла сушки составит:

$$b_{y2} = \frac{17,0 \cdot 10150}{7000} = 24,7 \frac{\text{кг у. т.}}{\text{т}}$$

Для третьего цикла сушки:

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = b_3 \cdot Q_H^p \cdot \eta_T$$

$$30263 + 9072 + 6174b_3 + 303,1 = b_3 \cdot 10150 \cdot 0,9$$

$$39638,1 + 6174b_3 = 9135b_3$$

$$2961b_{23} = 39638,1$$

$$b_3 = 13,4 \frac{\text{кг н. т.}}{\text{т}}$$

Удельный расход условного топлива для третьего цикла сушки составит:

$$b_{уз} = \frac{13,4 \cdot 10150}{7000} = 19,4 \frac{\text{кг у. т.}}{\text{т}}$$

Общий удельный расход натурального топлива для сушки зерна составит:

$$b = 21,8 + 17,0 + 13,4 = 52,2 \frac{\text{кг н. т.}}{\text{т}}$$

Общий удельный расход условного топлива для сушки зерна составит:

$$b_y = 31,6 + 24,7 + 19,4 = 75,7 \frac{\text{кг у. т.}}{\text{т}}$$

Раздел 6.2

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА КОТЕЛЬНО-ПЕЧНОГО ТОПЛИВА НА ПРОИЗВОДСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Пункт 6.2.1 Методика определения нормы расхода котельно-печного топлива на производство хлебобулочных изделий. При производстве хлеба и хлебобулочных изделий топливо расходуется в хлебопекарных печах и котлоагрегатах. Расход топлива нормируется в кг у.т. на 1 тонну хлеба и хлебобулочных изделий.

Норма расхода топлива на производство хлеба и хлебобулочных изделий включает расход топлива на технологический процесс, поддержание хлебопекарных печей в горячем резерве и на их разогрев после ремонтов и простоев и определяется по формуле (6.19):

$$N_T = \frac{\sum(N_{Ti} \cdot q_i) + N_{ХП}}{Q_i}, \frac{\text{кг у. т.}}{\text{т}} \quad (6.19)$$

где Q_i – годовой объем производства i -ого вида изделий предприятием, т/год;

N_{Ti} – норма расхода топлива на основные производственные нужды при производстве i -ого вида изделий одного какого-либо вида, кг у.т./т;

q_i – объем производства i -ого вида изделий, т/год;

$N_{ХП}$ – расход топлива на поддержание печных агрегатов в горячем резерве и на их разогрев после ремонтов и простоев, кг у.т./т.

Норма расхода топлива на основные производственные нужды учитывает его расход на технологические процессы производства каждого вида или группы одноименных изделий. Она равна удельным затратам топлива на выпечку изделий в хлебопекарных печах.

Норма расхода топлива на основные производственные нужды N_{Ti} на выпечку определенного вида изделий определяется по формуле (6.20):

$$N_{Ti} = N_{Tэ} \cdot (\eta + (1 - \eta) \cdot \frac{qэ}{q}), \frac{\text{кг у.т.}}{\text{т}} \quad (6.20)$$

где $N_{Tэ}$ – эталонный расход топлива для данного вида печи (на выпечке хлеба ржаного простого из обойной муки, формового, весом 1 кг), кг у.т./т;

η – КПД хлебопекарной печи;

$qэ$ – эталонная производительность печи, т/сут;

q – производительность печи при выпечке других видов изделий, т/сут.

Средний расход топлива на поддержание печей в горячем резерве и на их разогрев после остановок (6.21):

$$N_{хп} = \sum N_{хпi} \quad (6.21)$$

где $N_{хпi}$ – расход топлива на поддержание печи в горячем резерве и на ее разогрев после остановок, кг у.т./год на одну печь. Определяется по формуле (6.22):

$$N_{хпi} = \frac{\sum (B_x \cdot t_{г.п.} \cdot 24 + B_p \cdot n_{ост})}{q_{п}} \quad (6.22)$$

где B_x – расход топлива в хлебопекарной печи в период горячего простоя, кг у.т./ч;

B_p – затраты топлива на разогрев печи, кг у.т.;

$t_{г.п.}$ – длительность горячих простоев печи за год, сут;

$q_{п}$ – годовой объем производства хлебобулочных изделий печи, т/год;

$n_{ост}$ – количество остановок за год с полным охлаждением печи.

Плановые остановки печи имеют место при текущих ремонтах и один раз в три года при капитальном ремонте. Вынужденная остановка печи допускается при снижении объема продукции из-за уменьшения потребления хлебобулочных изделий. При этом расход топлива должен быть меньше, чем при поддержании печи в режиме горячего простоя.

$$t_{гор п} = t_{гор.п пл.} + t_{гор.п.вын.} \quad (6.23)$$

где $t_{\text{гор.п.вын}}$ – продолжительность вынужденных горячих простоев, сут;
 $t_{\text{гор.п.пл}}$ – продолжительность плановых горячих простоев, сут.

$$t_{\text{гор.п.пл.}} = t_{\text{то}} + t_{\text{см}} \quad (6.24)$$

где $t_{\text{то}}$ – годовая продолжительность текущих обслуживаний, сут;
 $t_{\text{см}}$ – годовая продолжительность осмотров между сменами, норма – 1 ч/сут при трехсменной работе.

$$t_{\text{гор п вын}} = 365 - t_{\text{то}} - t_{\text{тр}} - \frac{t_{\text{кр}}}{3} - t_{\text{ост}} - t_{\text{раб}} \quad (6.25)$$

где $t_{\text{тр}}$ – годовая продолжительность текущих ремонтов, сут;
 $t_{\text{кр}}$ – средняя годовая продолжительность капитальных ремонтов, сут;
 $t_{\text{ост}}$ – средняя годовая продолжительность вынужденных остановок, сут;
 $t_{\text{раб}}$ – время работы печи, сут.

$$t_{\text{раб}} = \frac{q_i}{q} \quad (6.26)$$

где q – суточная производительность хлебопекарной печи, т/сут.

Удельный расход натурального топлива на 1 т выпеченного хлеба определяется по формуле (6.27):

$$d_{\text{вып}}^{\text{н.т.}} = \frac{B}{G_{\text{пр}}} \quad (6.27)$$

где B – расход натурального топлива, м³/ч;

$G_{\text{пр}}$ – производительность печи, т/ч.

Перерасчет удельного расхода натурального топлива на удельный расход условного топлива определяется по формуле (6.28):

$$d_{\text{вып}} = d_{\text{вып}}^{\text{н.т.}} \frac{Q_{\text{н}}^{\text{п}}}{7000} \quad (6.28)$$

где $Q_{\text{н}}^{\text{п}}$ – низшая теплотворная способность натурального топлива, ккал/нм³.

Среднегодовой удельный расход условного топлива на горячие простои для одной печи определяется отношением расхода топлива во время горячих простоев в течении года к количеству продукции, выпускаемой за год:

$$d_{\text{пр}}^{\Gamma} = d_{\text{вып}} \cdot K \cdot \frac{n_{\text{пр}}}{n} \quad (6.29)$$

где K – коэффициент расхода топлива во время горячих простоев, %. $K = 60$ %;
 n – расчетное число рабочих дней в году хлебозавода, сут. $n = 330$ сут;
 $n_{\text{пр}}$ – общая длительность горячих простоев за год, сут.

Как правило при расчетах норм расхода топлива используются режимные карты печей для каждого вида изделий.

Пункт 6.2.2 Пример расчета нормы расхода котельно-печного топлива на производство хлебобулочных изделий. Необходимо рассчитать удельную норму расхода топлива для кондитерских изделий.

При производстве продукции используется печь кондитерская Г4-КПГ-06. Производительность печи – 0,5 т/ч, номинальная производительность печи – 0,8 т/ч, КПД – 35 %, расход газа – 16 м³/ч, плановый выпуск продукции 420 т, коэффициент расхода топлива во время горячих простоев $K = 60$ %, расчетное число рабочих дней в году хлебозавода $n = 330$ сут; общая длительность горячих простоев за год $n_{\text{пр}} = 20$ сут.

Норма расхода топлива на основные производственные нужды $N_{\text{т}}$ при выпечке кондитерских изделий, рассчитанная по формуле (6.20), составит:

$$N_{\text{т}} = 16 \cdot \left(0,35 + (1 - 0,35) \cdot \frac{0,8}{0,5} \right) = 22,2, \frac{\text{м}^3}{\text{т}}$$

Удельный расход натурального топлива на 1 т выпеченных кондитерских изделий, рассчитанный по формуле (6.27), составит:

$$d_{\text{вып}}^{\text{н.т.}} = \frac{16}{0,5} = 32,0 \frac{\text{м}^3}{\text{т}}$$

Перерасчет удельного расхода натурального топлива на удельный расход условного топлива определяется по формуле (6.28):

$$d_{\text{вып}} = 32,0 \frac{8050}{7000} = 36,8 \frac{\text{кг у. т.}}{\text{т}}$$

Среднегодовой удельный расход условного топлива на горячие простои для одной печи составит по формуле (6.29):

$$d_{\text{пр}}^{\Gamma} = 36,8 \cdot 0,6 \cdot \frac{20}{330} = 1,3 \frac{\text{кг у. т.}}{\text{т}}$$

Текущая норма расхода топлива на производство хлеба и хлебобулочных изделий составит:

$$d_{\text{общ}} = 36,8 + 1,3 = 38,1 \frac{\text{кг у. т.}}{\text{т}}$$

Раздел 6.3

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА КОТЕЛЬНО-ПЕЧНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ НУЖД ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ ИЛИ ТОПОЧНЫХ

Для котельных с суммарной установленной мощностью свыше 0,5 Гкал/ч расчеты производятся по методике, приведенной в Инструкции по нормированию расходов топливно-энергетических ресурсов для котельных номинальной производительностью 0,5 Гкал/ч и выше, утвержденной Комитетом по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь от 12.06.2002 №34.

Для остальных котельных (до 0,5 Гкал/ч включительно), оборудованных котлами небольшой единичной мощности, расчеты производятся по упрощенной методике, изложенной в данном разделе.

Нормативное потребление топлива, используемого котельным или отопительным оборудованием, определяется по формуле (6.30):

$$V_{\text{тэ}} = Q_{\text{тэ}} \cdot b_{\text{тэ}} \cdot 10^{-3}, \text{ т у.т.} \quad (6.30)$$

где $Q_{\text{тэ}}$ – суммарный расход (плановая потребность) тепловой энергии объектом, Гкал;

$b_{\text{тэ}}$ – норма удельного расхода топлива на выработку тепловой энергии, кг у.т./Гкал. Определяется по формуле (6.31):

$$b_{\text{тэ}} = \frac{142,86}{(\eta_{\text{к}} - \Delta\eta_{\text{эу}}) \cdot (1 - \alpha_{\text{сн}})}, \frac{\text{кг у.т.}}{\text{Гкал}} \quad (6.31)$$

где $\eta_{\text{к}}$ – КПД котельного или отопительного оборудования, %. Определяется согласно паспортных данных;

$\Delta\eta_{\text{эу}}$ – поправка на эксплуатационные условия, %. Определяется по справочным данным;

$\alpha_{сн}$ – норматив расхода теплоты на собственные нужды котельной или топочной,%. Определяется по справочным данным.

В качестве примера необходимо определить норму удельного расхода топлива на выработку тепловой энергии котлом Мир-60. Основные характеристики котла приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5

Основные характеристики котла Мир-60

Наименование	Значение
Котел МИР-60	
Топливо	Дрова
Единичная тепловая мощность, кВт (паспортная)	60,0
КПД, % (паспортный)	78,0
Поправка на эксплуатационные условия, %	0,75
Норматив расхода теплоты на собственные нужды, %	3,5

Норма удельного расхода топлива на выработку тепловой энергии, определяемая по формуле (6.31), составит:

$$b_{тэ} = \frac{142,86}{(0,78 - 0,0075) \cdot (1 - 0,035)} = 191,6 \frac{\text{кг у. т.}}{\text{Гкал}}$$

Раздел 6.4

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА КОТЕЛЬНО-ПЕЧНОГО ТОПЛИВА НА СУШКУ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Пункт 6.4.1 Методика определения нормы расхода котельно-печного топлива на сушку молочной продукции. Определение норм расхода котельно-печного топлива на сушку молочной продукции осуществляется на основании планируемого состава технологического топливопотребляющего оборудования, режима его работы, объемов производства, основных характеристик топлива.

Разрабатываемые нормы расхода топлива являются технологическими, то есть учитывают потребление топлива сугубо на сушку продукции и не включают затраты топлива, вызванные:

- отступлением от технологического регламента;
- отклонением от нормативных климатических данных;
- нарушением режима работы топливопотребляющего оборудования;

- внеплановыми разогревами сушилок после простоев;
- другие нерациональные расходы.

Определение норм расхода топлива на технологические операции осуществляется расчетно-аналитическим методом.

Норма удельного расхода котельно-печного топлива на сушку молочной продукции, т.е. расход топлива на сушку 1 тонны молочной продукции, определяется по формуле (6.32):

$$b_y = b \cdot \frac{Q_H^p}{7000}, \text{ кг у. т./т} \quad (6.32)$$

где b – удельный расход натурального топлива на сушку, усл. ед./т;

Q_H^p – теплотворная способность топлива, ккал/кг;

7000 – теплотворная способность условного топлива, ккал/кг.

Расход топлива на сушку продукции определяется по формуле (6.33):

$$b_\phi = \frac{G_B \cdot c_B \cdot (t_H - t_K)}{Q_H^p \cdot \eta_{бр}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (6.33)$$

где G_B – расход воздуха через теплогенератор, м³/ч;

c_B – теплоемкость воздуха, ккал/(кг·°С);

Q_H^p – низшая рабочая теплота сгорания топлива, ккал/м³;

t_K – температура воздуха на выходе из теплогенератора, °С;

t_H – температура воздуха на входе в теплогенератор, °С;

$\eta_{бр}$ – КПД (брутто) теплогенератор.

Пункт 6.4.2 Пример расчета нормы расхода котельно-печного топлива на сушку молочной продукции. Для выработки сухого молока на молокозаводе установлена сушилка с паровоздушным нагревателем, которая переведена на прямое сжигание газа при помощи теплогенератора. Технические параметры сушилки и исходные данные для расчета представлены в таблице 6.6.

Фактический расход топлива на подогрев воздуха определяется по формуле (6.33):

$$b_\phi = \frac{G_B \cdot c_B \cdot (t_H - t_K)}{Q_H^p \cdot \eta_{бр}} = \frac{40000 \cdot 0,24 \cdot (186 - 20)}{8050 \cdot 0,916} = 208,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход природного газа на сушку молока составит:

$$b_{с м} = \frac{208,3}{0,8} = 260,4 \text{ м}^3/\text{т}$$

Технические параметры сушилки и исходные данные для расчета

Наименование	Единица измерения	Параметры
Расход воздуха через теплогенератор	м ³ /ч	40000
Температура воздуха на входе	°С	20
Температура воздуха на выходе	°С	186
КПД агрегата	%	91,6
Производительность сушилки	т/ч	0,8
Теплоемкость воздуха	ккал/(кг·°С)	0,24
Низшая рабочая теплота сгорания природного газа	ккал/м ³	8050

Норма удельного расхода котельно-печного топлива на сушку молочной продукции определяется по формуле (6.32):

$$b_y = b \cdot \frac{Q_H^p}{7000} = 260,4 \cdot \frac{8050}{7000} = 299,5, \text{ кг у. т./т}$$

Раздел 6.5

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ РАСХОДА КОТЕЛЬНО-ПЕЧНОГО ТОПЛИВА НА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

6.5.1 Расчет норм расхода топлива на выпуск мяса и субпродуктов 1 категории. При переработке свиней и крупного рогатого скота (далее – КРС) на мясо и субпродукты 1 категории согласно технологии применяется топливо – природный газ. Природный газ используется в печах для опалки свиных туш, голов и шерстных субпродуктов свиней и КРС в специальных опалочных печах, встроенных в технологические линии по переработке свиней и КРС. Поэтому печи работают непрерывно в течение всего времени работы линии.

Расчет расхода топлива на работу печей производят на основании часового расхода топлива, взятого из технического паспорта печи, режимным картам по наладке печей и времени работы печей в течение года.

Исходные данные и определение нормы расхода топлива на производство мяса и субпродуктов 1 категории сведено в таблицу 6.7.

Таблица 6.7

Определение нормы расхода топлива на производство мяса и субпродуктов 1 категории

Наименование	Ед. изм.	Опалка свиных туш	Опалка свиных субпродуктов	Опалка свиных голов	Опалка говяжьих субпродуктов	Всего
Вид топлива		природный газ				
Производительность печи	кг/ч	5530	320	590	735	
Расход топлива	м ³ /ч	225	20	14	28,9	
Расход условного топлива	кг у.т./ч	258,75	23,0	16,1	33,24	
Удельный расход условного топлива	кг у.т./кг	0,047	0,072	0,027	0,045	
Объем продукции	т	9500	240	550	140	10430
Расход газа	т у.т.	446,5	17,28	14,85	6,3	484,93
Норма расхода топлива на производство мяса и субпродуктов 1 категории	кг у.т./т	46,5				

6.5.2 Расчет норм расхода топлива на выпуск колбасных изделий.

В колбасном цехе топливо применяется в производстве колбасных и мясных изделий для их обжарки и копчения в универсальных печах, совмещающих все процессы изготовления колбасных и мясных изделий (обжарку, варку и копчение) с электронагревом и имеющим программное управление процесса изготовления продукции.

В качестве примера рассмотрим процесс копчения. Для копчения колбасных изделий в дымогенераторе используются опилки. Расход опилок в смену составляет 45 кг. Производительность колбасного цеха по копченым изделиям составляет 1,9 т/смену.

Норма расхода опилок на производство копченых колбас и копченостей составит:

$$N_{оп} = \frac{45}{1,9} = 23,7 \text{ кг/т}$$

Коэффициент перевода опилок в условное топливо составляет 0,42.

Норма расхода опилок на производство копченых колбас и копченостей в условном топливе составит:

$$N_{оп} = \frac{23,7}{0,42} = 56,4 \text{ кг у. т./т}$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение о порядке разработки, установления и пересмотра норм расхода топливно-энергетических ресурсов. Утверждено постановлением Совета министров Республики Беларусь от 18.03.2016 г. №216.
2. Отраслевая методика нормирования расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции обслуживаемыми организациями Минсельхозпрода Республики Беларусь. ПТРУП "Сельхозтехпроект" 2002 г.
3. Инструкция по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии для птицеводческих и животноводческих ферм и комплексов. Минск, ГП «БелНИИагроэнерго», 2000 г.
4. Нормы технологического проектирования предприятий мясной промышленности. Москва, Гипромясомолпром, 1991 г.
5. Ведомственные нормы технологического проектирования распределительных холодильников. Москва, Гипрохолод, 1986 г.
6. Нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады. Москва, Гипронисельпром, 1996 г.
7. СНБ 4.02.01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» Мн.: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2004 г.
8. ТКП 45-2.04-43-2006 «СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА. Строительные нормы проектирования», Мн.: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2014 г.
9. ТКП 45-4.01-52-2007 «СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ. Строительные нормы проектирования», Мн.: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2008 г.
10. Инструкция по сушке продовольственного, кормового зерна, маслосемян и эксплуатации зерносушилок. СССР, Приказ Министерством заготовок союзных республик от 26.03.1982 N 80