

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ

УДК 621.3.017

На правах рукописи

Шаюмова Замира Мустафаевна

**НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И
АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

ОАО «КЫЗЫЛКУМЦЕМЕНТ»

Специальность 5А 310201

«Электроснабжение»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание степени магистра технических наук

работа рассмотрена и

допускается к защите.

Зав. кафедрой «Электроснабжение»

к.т.н., доц. Таслимов А.Д.

«___» _____ 2013 г.

Научный руководитель _____ д.т.н., проф. Хошимов Ф.А.

Тошкент-2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	
I. Глава: ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПИСАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА.....	
1.1. Потребности производства цемента.....	
1.2. Энергетические показатели завода.....	
1.3. Технологическая схема.....	
1.4. Доля ОАО «Qizilqumsement» в производстве цемента.....	
II. Глава: МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗРАБОТКА РАСЧЁТА УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.....	
2.1. Расчёт удельного расхода электроэнергии на единицу выпускаемой продукции.....	
2.2. Структура и виды норм расхода электроэнергии.....	
2.3. Произвольное изменение структуры норм не допускается...	
2.4. Выбор единицы нормирования.....	
2.5. Определения норм расхода электроэнергии на производство продукции цементных заводов.....	
2.6. Организация работы по нормированию.....	
III. Глава: МЕТОД РАСЧЁТА И АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	
1.1. Анализ показателей электропотребления цементных предприятий.....	
1.2. Расчёт норм удельного расхода электроэнергии.....	
1.3. Расчёт общезаводской норм.....	
Заключения.....	
Литературы.....	

А Н Н О Т А Ц И Я

на магистерскую диссертацию по теме: Нормирование расхода электроэнергии и анализ энергетических показателей ОАО “Кызылкумцемент” магистранта Энергетического факультета ТашГТУ Шаюмова З.М.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав и заключения.

В введении рассмотрены цели и задачи и актуальность диссертационной работы.

В первой главе изучены энергетические показатели завода которые ведутся работы с целью быстрого и эффективного улучшения условий стабилизации производства и выпускаемой продукции. Так, за последние годы стабильно увеличивается выпуск цемента. Техничко-экономичный подход к планированию оптимального развития и проектирования распределительных сетей и по рациональному использованию электрической энергии на промышленных предприятиях.

Во второй главе проведены методы разработка расчёта удельного расхода электроэнергии на единицу выпускаемой продукции. Установление и внедрение научно-обоснованных норм расхода электроэнергии, максимально способствующих рациональному использованию ресурсов, повышению эффективности производства, а также доведение установленных норм до рабочих мест и контроль за их выполнением.

В третьей главе приводится метод расчёта и анализа показателей электропотребления цементных предприятий. Определения выбор и обоснование единицы нормирования. Сопоставление фактических значений удельных расходов электроэнергии по приведённой и общему количеству продукции.

В заключении приводятся полученные результаты и подводятся итоги о проделанной диссертационной работе.

Введение

Актуальность работы. Одним из важнейших элементов стратегического курса Республики Узбекистан является активная энергосберегающая политика, направленная на снижение энергоёмкости промышленной продукции. Острота данной проблемы заключается в том, что в республике удельные энергозатраты на единицу промышленной продукции в несколько раз превышают показатели промышленно-развитых стран. Кроме того, с ростом цен на энергоносители энергетическая составляющая себестоимости промышленной продукции резко возрастает, что влияет на её конкурентоспособность.

Важнейшая роль в решении проблемы энергосбережения принадлежит промышленности, являющейся сложным многоотраслевым и многоуровневым хозяйством, потребляющим более половины всех энергоресурсов и располагающим определёнными резервами их экономии.

Сложность поставленной задачи заключается в том, что основной показатель экономичности использования энергоресурсов – энергоёмкость продукции, является функцией многих переменных. На этот показатель оказывает влияние значительное число факторов, как энергетических, так и технологических, конструктивных, эксплуатационных и др.

Проблема энергосбережения в промышленно развитых странах решается главным образом, с внедрением новых высокоэффективных энергосберегающих технологий.

Как известно, решение задач энергосбережения базируется на исследовании режимов электропотребления и оптимизации энергообеспечения технологических процессов с учётом структуры производства, уровня эксплуатации и степени технического прогресса.

Естественно, что эти задачи на каждом предприятии, даже входящем в одну отрасль, должны решаться самостоятельно с учётом специфических особенностей предприятия. Их выполнение может быть облегчено при наличии общих унифицированных методов выявления закономерностей изменения энергетических показателей.

Цель диссертационной работы:

Исследование энергетических показателей цехов и предприятия в целом. Выявление закономерностей изменение расхода электроэнергии и электрических нагрузок. Разработка научно – обоснованных норм расхода электроэнергии на единицу выпускаемой продукции.

Задача исследований диссертационного работы.

Задача исследований являются:

- изучение технологических процессов завода;
- нормирование расхода энергоресурсов;
- классификация и состав норм расхода;
- расчёт удельного расхода энергоресурсов на единицу выпускаемой продукции;
- расчёт удельного расхода электроэнергии на выпуск продукции по предприятию в целом;
- расчёт расхода электроэнергии на вспомогательные нужды;

Методы исследования.

В работе используются аналитические формулы расчётов для определения нормы расхода электрической энергии на завода.

Научная новизна

Данная работа позволяют правильно анализировать и прогнозировать энергетические показатели и повысить точность расчёта.

Область применения: Завод ОАО «Qizilqumsement» по эффективной использовании электрической энергии.

Апробация диссертационной работы.

Результаты исследований апробированы на ежегодных научно-технических и практических Конференциях студентов и магистров “Молодёжь в развитии науки и техники”, проводимые в Ташкентском Государственном Техническом Университете (2012-2013г.) и на Республиканской Конференции магистров, прошедшей в ТашГТУ с 18 по 23 апреля 2013 года.

Публикация диссертационной работы:

По результатам проведенных научно-исследовательских работ были опубликованы один тезис доклада и одна статья для Республиканской Конференции магистров.

Структура диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, посвященных анализу энергетических показателей завода заключения и использованных литератур.

Глава 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПИСАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА.

1.1 Потребности производства цемента

Промышленность строительных материалов одно из энергоёмкой отраслей народного хозяйства. Этой отраслю потребляется более 24 млрд.кВт·ч электроэнергии в год. На долю цементной промышленности приходится более 12,6 млрд кВт·ч/год или около 52% электроэнергии, потребленной промышленностью строительных материалов. Цемент (слово, происходящее от латинского названия «caementum» означающего в переводе «щебень, битый камень») является искусственным неорганическим вяжущим веществом порошкообразного вида являющейся один из основных строительных материалов. При смешивании которого с водными растворами или другими жидкостями образует пластичную массу, при затвердевании образует камневидное тело. Основное назначение - изготовление бетона, строительных растворов или строительных смесей.

Так как Открытое Акционерное Общество «Кызылкумцемент» настоящее время является крупнейшим производителем цементного производство в Узбекистане. Который находится на расстоянии 7-8 км к юго-западу от города Наваи. ОАО «Кызылкумцемент» введено в строй в 1977 году с проектной мощностью более 3,1 млн. тонн цемента в год.

Цемент не является природным материалом. Его изготовление - процесс дорогостоящий и энергоёмкий, однако результат стоит того - на выходе получают один из самых популярных строительных материалов, который используется как самостоятельно, так и в качестве составляющего компонента других строительных материалов (например, бетона и железобетона). Цементные заводы, как правило, находятся сразу же на месте добычи сырьевых материалов для производства цемента.

Как известно, цемент образуется соединением в результате реализации производственного процесса таких элементов, как известняк, гипс, глина, минеральные добавки и, в зависимости от технологии и вида цемента, некоторых других компонентов. При этом в каждом случае подобное соединение с целью получения целевого продукта в виде цемента может осуществляться по различным технологиям.

Производство цемента за 2012 год составило **3 млн. 282 тыс.тонн**, что больше показателя 2011 года на 117,0 тыс.тонн или на 103,7%. Показатель бизнес плана (3 млн. 130 тыс.тонн) выполнен на 104,9%.

Использование проектной мощности (3 млн. 080 тыс.тонн) по производству цемента составило 106,6%, что является рекордным показателем.

На предприятии внедрена система менеджмента качества в соответствии с требованиями международного стандарта ИСО-9001:2000, что подтверждено сертификатом RWTUV № 04100 20050368.

На действующем предприятии имеются все необходимые коммуникации, по которым будет осуществляться электроснабжение, газоснабжение, водоснабжение, канализация, и т.д.

Наименование	Ед. изм.	Общая потреб- ность
Газ природный	Тыс. куб.м.	381 683
Электроэнергия	тыс. кВт/ч	590 378
Вода техническая	Тыс. куб.м.	3 040,0
Сточные воды	Тыс. куб.м.	308,0
Вода питьевая	Тыс. куб.м.	384,0

В результате установки новых современных мельниц, повысится эффективность использования электроэнергии за счет увеличения производительности мельниц. Согласно технических характеристик планируемой модернизации отделения помола цемента и новых мельниц, а также показателей работы после заверенной в 2009 году модернизации цементной мельницы №1 производительность мельниц составит 90-95 тн/час при выпуске марки М 400, против 80 тн/час фактической производительности на существующих мельницах №2-6. Удельный расход электроэнергии при выпуске цемента марки М 400 соответственно у новых мельниц - 30 кВт*час, у существующих мельниц – 40,2 кВт*час.

1.2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАВОДА

Таблица 1

Месяц	Объем потребления электроэнергии (кВт/час)	Объем производства цемента (тонн)	Удельный расход электроэнергии кВт·ч/т
Январь	32 156 528	205 000	156,9
Февраль	41 595 307	250 000	166,4
Март	44 249 393	295 000	150,0
Апрель	42 894 158	276 000	155,4
Май	44 776 273	285 000	157,1
Июнь	42 964 775	280 000	153,4
Июль	45 208 626	283 000	160,0
Август	44 291 420	285 000	155,4
Сентябрь	44 617 449	290 000	154,0
Всего	382 753 929	2 449 000	156,3

Завод имеет сырьевую базу: карьер известняков, расположенный на расстоянии 7 км от промплощадки завода и карьер сланцев в 10 км от завода. Известняки и сланцы доставляются от забоев большегрузными карьерными автосамосвалами к дробильному отделению. После дробления известняки и сланцы транспортируются на завод магистральным ленточным конвейером длиной 5,5 км.

На предприятии в настоящее время работают 2300 чел. В 1977 - 1978 годах введена в действие первая и вторая технологическая линия с вращающимися печами диаметром 6,4-7 м, длиной 95 м, в 1989 году - третья технологическая линия, укомплектованная вращающейся печью диаметром 4,5 м, длиной 97,5 м с реактором -декарбонизатором.

Проектная мощность каждой вращающейся печи 3000 т.н. клинкера, в сутки. Сырьевой цех укомплектован восемью сырьевыми мельницами диаметром 4,2 м и длиной 1.0 м с воздушно-проходными-сепараторами, цех «Помола» укомплектован шестью цементными мельницами диаметром 4,0 м и длиной 13,5 м.

Процесс производства портландцемента складывается из следующих основных технологических операций: [рис. 1]

1. Добыча сырьевых материалов и доставка их на завод;
2. Дробление, дозирование и помол сырьевых материалов;
3. Приготовление и корректировка сырьевой смеси;
4. Обжиг смеси (получение клинкера);
5. Помол клинкера с добавками (получение цемента).

Привозные сырьевые материалы:

- зол шлаки, железосодержащие добавки,
- в качестве добавок к цементу применяется природный гипс и глеев, которые также завозятся со стороны.

В 1996 г введена в эксплуатацию линия «Хавер» по упаковке цемента в мешки, а также оборудование по погрузке мешков в вагоны и автомобили мощностью 250 тыс. тн фасованного цемента в год.

В марте 1998 г. введена в эксплуатацию вторая линия упаковки цемента "Меллерс" закупленной по гранту японского правительства, мощностью 250 тыс. тн фасованного цемента в год.

В 1998 г за счет собственных средств спроектирована, построена и введена в эксплуатацию линия терм активации местной минеральной добавки проектной мощностью 200 тыс тн в год. Это мероприятие позволило частично заменить импортируемые ранее добавки в цемент.

На предприятии в 2001 году освоен выпуск тампонажного цемента применяемого для нефтегазовых скважин.

На предприятии выпускаются следующие строительные материалы;

- Портландцемент ГОСТ **10178-85**
- Сульфатостойкий портландцемент РСТ Уз 22266-94
- Тампонажный портландцемент- ГОСТ-15.81-96
- Строительный **щебень** - ГОСТ 8267-97
- Камни бетонные стеновые - ГОСТ **6133-99**
- Блоки бетонные для ступ подвалов РСТ Уз 778-97
- Плиты бетонные тротуарные РСТ Уз 712-96

На предприятии ведутся работы с целью быстрого и эффективного улучшения условий стабилизации производства и выпускаемой продукции. Так, за последние годы стабильно увеличивается выпуск цемента. Среди цементных заводов Узбекистана доля ОАО «Qizilqumsement» составляет 48,4 процента.

[рис. 1]

Технологический процесс производства цемента в ОАО "Кызылкумцемент" осуществляется по сухому способу согласно технологической схемы и технологической инструкции и состоит из следующих основных операций:

Добыча и дробление сырья.

Добыча известняка, глинистых сланцев и диабаз-пироксенита производится на собственных карьерах предприятия, путем открытой разработки месторождений с применением взрывных работ. Химический состав сырья контролируется карьерной лабораторией.

Кондиционное сырье загружается экскаваторами в автотранспорт и доставляется к дробильным установкам для измельчения. Некондиционное сырье вывозится в отвалы или на переработку на строительный щебень и песок на собственных дробильно-сортировочных комплексах.

Дробление сырья производится в две стадии. Первоначально материал подается в конусную дробилку и измельчается до кусков, размером 100-150 мм. После этого сырье, с помощью ленточного транспортера, доставляется к молотковой дробилке для вторичного дробления до фракции менее 40 мм.

Транспортирование сырья.

После измельчения известняк, глинистые сланцы и диабаз-пироксенит, с помощью магистральной конвейерной линии, транспортируется в силосы хранения.

Доставка корректирующих добавок.

Железосодержащие (окалина) и алюмосиликатные (золошлаки, кварцевый песок) корректирующие добавки для сырьевой смеси, доставляются на производство железнодорожным или автомобильным транспортом.

Складирование сырьевых компонентов.

Дробленое сырье (известняк, глинистые сланцы и диабаз-пироксенит), после доставки на производство, складировается отдельно в вертикальные силосы для хранения и дальнейшего использования. Корректирующие добавки, накапливаются и хранятся на сырьевом складе.

Дозирование сырьевых компонентов.

Известняк, глинистые сланцы и диабаз-пироксенит из сырьевых силосов, с помощью пластинчатых питателей и ленточного транспортера, загружаются в бункера дозировочного узла. Корректирующие добавки с сырьевого склада, грейферным краном загружаются на транспортерную ленту и доставляются в соответствующие бункера дозировочного узла.

В дозировочном узле установлены немецкие дозаторы «Шенк», с помощью которых производится дозирование сырьевых компонентов в заданных соотношениях. Дозирование сырьевых компонентов, контролируется автоматизированной системой управления технологическим процессом (АСУТП).

Отдозированные сырьевые компоненты, поступают на ленточный транспортер и доставляются в бункера сырьевых мельниц.

Помол с сушкой сырьевой смеси.

В качестве агрегатов для помола с сушкой сырьевых компонентов и получения сырьевой смеси, применяются шаровые мельницы замкнутого цикла с воздушно-проходным сепаратором. Сырьевая шихта подается в мельницу с помощью дискового питателя. Подсушка сырьевой смеси, производится за счет использования тепла отходящих из вращающихся печей газов, проходящих через мельницу с помощью дымососа. После мельницы, сырьевая смесь проходит воздушно-проходной сепаратор и поступает в циклоны-осадители, которые установлены на втором ярусе силосов для хранения сырьевой смеси. Грубоизмельченные частицы сырьевой смеси, не

прошедшие через сепаратор, возвращаются в сырьевую мельницу на домол. В циклонах – осадителях, происходит выделение сырьевой смеси из воздушного потока и подача ее с помощью аэрожелобов в верхний ярус складского силоса, для хранения сырьевой смеси.

Гомогенизация сырьевой смеси

Осевшая в циклонах сырьевая смесь, поступает в один из силосов верхнего яруса (смесительные силоса), в котором, с помощью сжатого воздуха, происходит процесс гомогенизации.

Складирование и хранение сырьевой смеси.

После гомогенизации, сырьевая смесь поступает в нижний ярус смесительного (запасного) силоса, предназначенного для складирования и хранения сырьевой смеси.

Обжиг сырьевой смеси на клинкер.

Сырьевая смесь, из силоса нижнего яруса, пневмодозирующим устройством (ПДУ) подается в систему циклонных теплообменников, соединенных между собой газоходами. Проходя последовательно через все циклоны, сырьевая мука нагревается движущимися ей навстречу дымовыми газами, выходящими из вращающейся печи. Из циклонов, материал поступает во вращающуюся печь, где завершаются процессы обжига сырьевой смеси на клинкер. Из печи клинкер пересыпается на клинкерный холодильник для резкого охлаждения.

Обеспыливание отходящих газов

Отходящие газыпечи проходят все ступени циклонов, охлаждаются и направляются для очистки в горизонтальные электрофильтры типа УГ и ЭГА.

Возврат запечной пыли

Запечная пыль, уловленная обеспыливающими устройствами, возвращается в силосы с сырьевой смесью, гомогенизируется и используется в технологическом процессе.

Производство термоактивированной минеральной добавки (ТАМД).

С целью частичной замены привозных минеральных добавок для цемента, на заводе производится термоактивированная минеральная добавка (ТАМД). Сырьем для производства ТАМД, служат пелитовые туффиты, карьер которого располагается вблизи (3км) цементного производства. Сырье, после добычи в карьере, доставляется на производство ленточным конвейером и складировается в сырьевом складе технологической линии по производству ТАМД. Из сырьевого склада, туффиты отбираются и транспортируются на брикетирование и обжиг в шахтной печи. Обожженный материал (ТАМД), складировается на складе минеральных добавок и используется при помоле добавочных цементов.

Доставка активных минеральных добавок, добавок-наполнителей и гипсового камня.

В связи с широким ассортиментом выпускаемой продукции, на ОАО «Кызылкумцемент» доставляются различные виды активных минеральных добавок (глиеж, золошлаки, электротермофосфорные и доменные шлаки).

Доставка активных минеральных добавок и гипсового камня от производителей, осуществляется навалом железнодорожным или автомобильным транспортом.

Добавки-наполнители (доломитизированный известняк и кварц-полевошпатовый песок), доставляются из карьеров автотранспортом.

Складирование клинкера и добавок.

Охлажденный клинкер, ковшовыми транспортерами подается в клинкерные силосы для складирования.

Активные минеральные добавки и гипсовый камень, после доставки на производство, отдельно накапливаются и хранятся на складе добавок.

Дозирование клинкера и добавок

В нижней части клинкерных силосов установлены дисковые питатели, при помощи которых клинкер, в необходимом количестве, подается на ленточный транспортер и транспортируется в цементные мельницы.

Гипсовый камень, активные минеральные добавки и добавки-наполнители, со склада добавок, грейферным краном загружаются на транспортерную ленту и доставляются в приемные бункеры цементных мельниц, оборудованных дисковыми питателями. С помощью дисковых питателей гипсовый камень, активные минеральные добавки и добавки-наполнители дозируются и поступают на ленточный транспортер, который доставляет клинкер и добавки в горловину цементной мельницы.

Помол клинкера с добавками на цемент.

Совместный помол клинкера и добавок, производится в двухкамерных трубных мельницах. В качестве мелющих тел в мельницах, применяются стальные шары и цельпелс. Измельченный до необходимой тонкости помола цемент из мельницы поступает в бункер пневмотранспортного насоса, который транспортирует его в цементные силосы.

Складирование цемента.

Складирование и хранение цемента производится в вертикальных цементных силосах, предотвращающих увлажнение и засорение продукции. Цементы складировются отдельно, в зависимости от номенклатуры продукции.

Отгрузка цемента навалом,

Из цементных силосов, с помощью разгрузочных устройств, расположенных в нижней части силосов, производится отгрузка цемента навалом, в специально оборудованные железнодорожные или автотранспортные средства для доставки потребителям.

Упаковка цемента.

Цемент из силосов, пневмотранспортируется в упаковочное отделение. Упаковка цемента в мешки производится упаковочными машинами. Мешки с цементом накапливаются на складе.

Отгрузка упакованного цемента.

Со склада готовой продукции, упакованный в мешки цемент, отгружается потребителям автомобильным или железнодорожным транспортом. Каждая партия цемента, отправляемая потребителю, снабжается паспортом качества, а также копией сертификата соответствия требованиям действующей нормативной документации.

Примечание: Для производства цементов различных видов, типов и марок на предприятии проводится подбор сырья по химическому составу, для получения сырьевой смеси и далее цемента, в соответствии с действующей нормативной документацией.

Для контроля химического состава компонентов и их дозирования, на предприятии применяется система АСУТП. Система АСУТП также используется для контроля других режимов производства цементов.

Вся необходимая деятельность и ответственность за контроль и измерение продукции, установлена в Положении Центральной заводской лаборатории и ОТК.

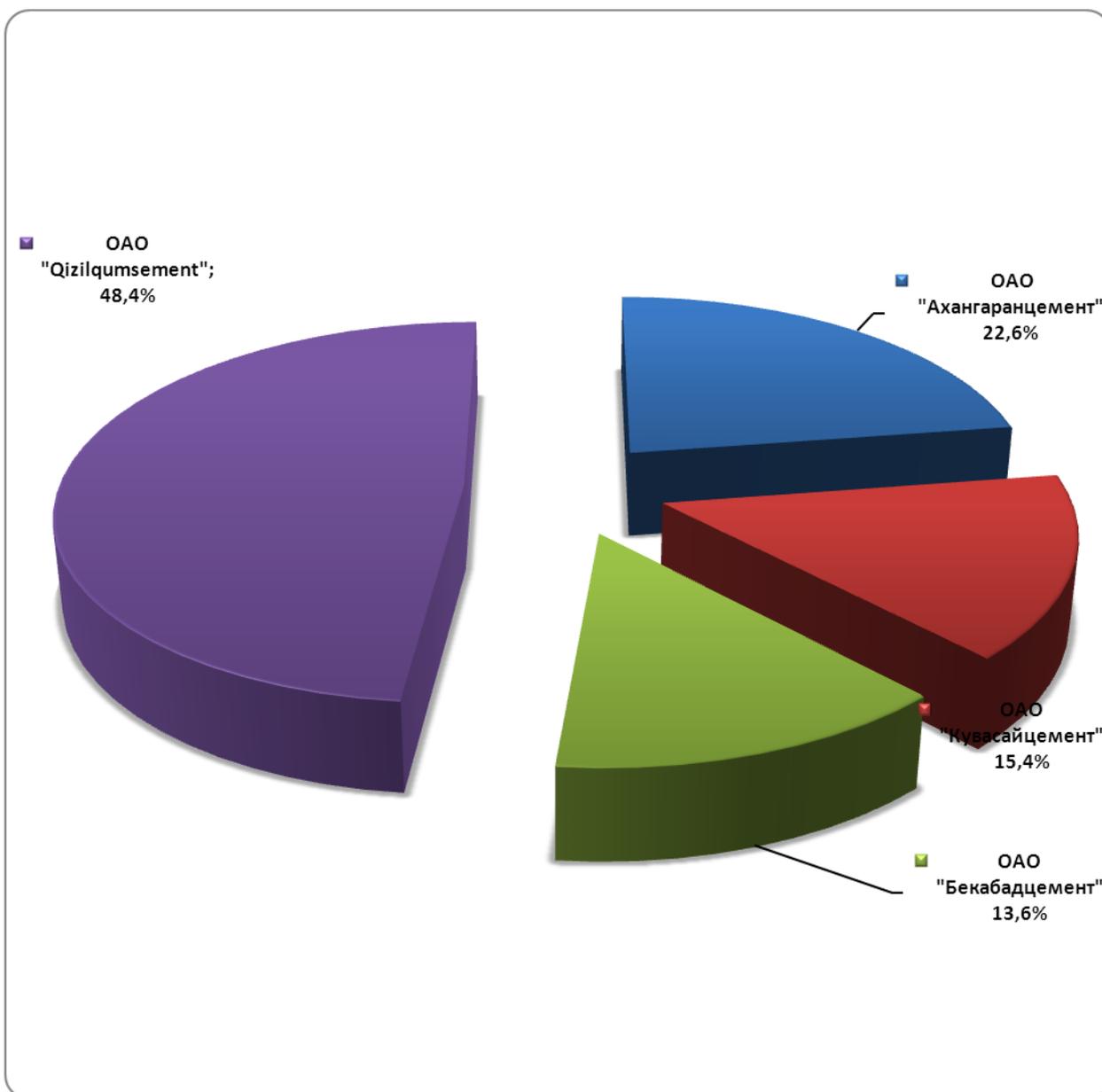
Со всеми поставщиками сырья, ОАО "Кызылкумцемент" имеет многолетние, прочные деловые связи и у предприятия не будет проблем с приобретением сырья.

Программа поставок, предполагает двухмесячные поставки импортируемого и местного сырья и ежемесячные поставки вспомогательных материалов.

1.4. Доля ОАО «Qizilqumsement» в производстве цемента

Показатель	Единица измерения	2010 год	2011 год	2012 год
Производство цемента всего	тыс.тонн	6 805,2	6 698,1	6 782,5
в т.ч. на ОАО «Qizilqumsement»	тыс.тонн	3 155,6	3 165,0	3 282,0
доля ОАО"Qizilqumsement"	%	46,4	47,3	48,4

**Доли заводов в производстве цемента по Республике Узбекистан за
2012 год приведено**



Сегодня ОАО «Qizilqumsement» осуществляет выпуск следующих видов цемента: портландцемент общестроительного назначения марок М300, М400, М500, сульфатостойкий – М 400 и тампонажный – ПЦТ 1-100.

Глава 2. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗРАБОТКА РАСЧЁТА УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

2.1. Расчёт удельного расхода электроэнергии на единицу выпускаемой продукции

Нормирование расхода электрической энергии является важнейшим направлением работ в народнохозяйственном планировании.

Главной задачей нормирования энергетических ресурсов является

Установление и внедрение научно-обоснованных норм расхода электроэнергии, максимально способствующих рациональному использованию ресурсов, повышению эффективности производства, а также доведение установленных норм до рабочих мест и контроль за их выполнением.

Нормированию подлежит весь расход электроэнергии по предприятию, как на основные и вспомогательные технологические процессы, так и на подсобные нужды производства продукции, включая отопление, вентиляцию, освещение, потери до внутризаводских сетях и преобразователях.

Под нормированием расхода электроэнергии понимается установление плановой величины расхода электроэнергии на производство единицы продукции.

Норма удельного расхода электроэнергии устанавливается на основе технико-экономического расчета и является максимально допустимой величиной расхода электроэнергии для производство единицы продукции.

Нормы удельного расхода должны быть прогрессивными. Этому требованию могут отвечать нормы, если она:

- в полной мере отражают научно-технический прогресс, а цементном производстве, обеспечивающий наиболее эффективное и рациональное использование электрической энергии;
- учитывают осуществление намеченных планов организационно-технических мероприятий по экономии электроэнергии;
- способствуют выявлению и мобилизации внутренних резервов экономии электроэнергии на основе внедрений передовых методов труда и рационализации режимов технологического и энергетического оборудования.

Для цементных заводов устанавливаются тепловые нормы расхода электроэнергии с дифференциацией их по кварталам года с учетом влияния сезонности.

Нормы расхода электроэнергии пересматриваются и совершенствуются в связи с изменением технологии производства и внедрением новой техники.

2.2. Структура и виды норм расхода электроэнергии

Структура норм удельного расхода электроэнергии определяется структурой потребления ее на предприятии, под которой понимается распределение электроэнергии по целевым направлениям использования.

Структура электропотребления должна совпадать с производственной структурой предприятия. В полном соответствии со структурой электропотребления должен быть организован приборный учет расхода электроэнергии по направлениям ее использования и по предприятию в целом.

Выполнение этих условий позволяет производить анализ результатов использования электроэнергии по направлениям ее использования, давать оценку работы персонала цехов по экономии расхода электроэнергии, выявлять и учитывать возможные резервы экономии при разработке планов организационно-технических мероприятий по экономии электроэнергии.

Исходя из структуры общего электропотребления, организуется система нормирования удельных расходов электроэнергии на предприятии и определяется структура норм.

Структура норм удельного расхода представляет собой перечень всех статей расхода электроэнергии, связанных с производством данного вида продукции и включаемых в норму.

Структура норм устанавливается на основе единых принципов, в строгом соответствии с «Основными положениями по нормированию расхода топлива, электрической и тепловой энергии », утвержденными Госпланом.

2.3. Произвольное изменение структуры норм не допускается.

В нормы расхода электроэнергии на строительство и капитальный ремонт зданий и сооружений и монтаж нового технологического оборудования; пуск агрегатов после монтажа и капитального ремонта; научно-исследовательские и экспериментальные работы; потребление энергии посторонними потребителями (клубы, столовые, поселки и т.д.), а также расходы и потери электроэнергии, вызванные отступлением от технологии, браком продукции и другие нерациональные расходы. Расход электроэнергии на эти цели включается в отчетность с инструкцией по составлению формы П-СН.

На производство цемента не относятся такие расходы электроэнергии, связанные с производством других видов товарной продукции (известковая мука, клинкер, сжатый воздух, вода и пр. поставки другим предприятиям).

Расходы электроэнергии на эти виды продукции должны нормироваться и планироваться отдельно от расхода на производство цемента.

Применяемые в цементной промышленности нормы расхода электроэнергии классифицируются, в зависимости от назначения, по следующим признакам:

По степени укрупнения:

- индивидуальные – технологические, общецеховые и общезаводские;
- групповые (отраслевые) – по группе заводов или по отрасли.

По уровню планирования:

- по министерству, главным управлениям цементной промышленности, МПСИ союзных республик;

- по производственным подразделениям – предприятиям, комбинатам, производственным объединениям.

По периоду действия:

- годовые, квартальные (устанавливаются вышестоящей организацией);

- месячные (устанавливаются непосредственно предприятием для текущих планов, исходя из квартальной нормы).

Технологическая норма удельного расхода электроэнергии служит для контроля за рациональным использованием электроэнергии в энергоемких процессах производства и соблюдением заданного режима технологического процесса.

При наличии дифференцированного учета электроэнергии в продукции, вырабатываемой каждым энергоемким агрегатом, необходимо устанавливать агрегатные технологические нормы удельного расхода электроэнергии.

В технологическую норму включаются все расходы электроэнергии на производство единицы продукции, затрачиваемые на технологические процессы производства, а также электрические, механические, тепловые и др. потери энергии во всех видах оборудования применяемого в данном технологическом процессе.

Общеховая норма удельного расхода электроэнергии служит для контроля за рациональным использованием электроэнергии в цехе, для определения потребности цехов в электроэнергии и планирования внутризаводского распределения электроэнергии.

По выполнению общецеховых норм оцениваются результаты использования электроэнергии в цехе и премируется цеховой персоналом на экономию электроэнергии.

Общецеховые нормы включают в себя весь расход по технологическим нормам и все другие расходы, как на основные и вспомогательные технологические процессы, так и на вспомогательные и подсобные нужды цеха, включая расходы на освещение, вентиляцию, внутрицеховой транспорт, потери во внутрицеховых сетях и преобразователях.

Общецеховые нормы устанавливаются, как для производственных, так и для вспомогательных цехов предприятий.

Общезаводская норма удельного расхода электроэнергии служит для определения потребности предприятия и электроэнергии, контроля за экономным расходом электроэнергии по предприятию, для внутриотраслевого планирования распределения электроэнергии.

По результатам выполнения общезаводских норм оценивается состояние использования электроэнергии по предприятию в целом и производится премирование общезаводского персонала за экономию электроэнергии в соответствии с действующим на предприятии положением.

Общезаводская норма включает в себя весь расход электроэнергии по цеховым нормам и расход на общезаводские вспомогательные технологические и подсобные нужды, а также на освещение территории, складов и др. помещений; на отопление, вентиляцию, межцеховой транспорт; потери энергии в общезаводских сетях и все другие расходы, связанные с производственной деятельностью предприятия.

Групповая (отраслевая) норма удельного расхода электроэнергии предназначена для использования в качестве базы при составлении

электробаланса по экономическим районам и в целом, а также для планирования развития энергетики страны.

Отраслевая норма удельного расхода электроэнергии устанавливается на однородную продукцию (цемент, известковая мука и др. товарная продукция), производимую предприятиями отрасли, и является средневзвешенной величиной из норм удельного расхода всех предприятий отрасли.

2.4. Выбор единицы нормирования

Расход электроэнергии нормируется в киловатт-часах (кВт.ч.).

Единица продукции, на которую устанавливается норма, должна выбираться так, чтобы она соответствовала принятой на предприятии системе производственно-материального учета и обеспечивала практическую возможность объективного контроля за фактическим расходом электроэнергии на ее производство по показаниям приборов учета.

1. Технологические нормы для производственных цехов устанавливаются на единицу годной натуральной продукции.

В качестве единицы продукции, на которую устанавливается норма, принимается соответственно по горному цеху – 1 т. добытого сырья, по дробильному отделению – 1 т. дробленого сырья, по сырьевому цеху – 1 т. шлама или сырьевой муки, по цеху обжига – 1 т. клинкера, по цеху помола – 1 т. цемента.

При помоле цемента различных видов и марок определяется удельный расход электроэнергии на полтонны 1 т. цемента каждого вида, а цеховая норма определяется, как средневзвешенная величина этих удельных расходов.

В зависимости от структуры предприятия допускается введение дополнительных единиц нормирования, например, 1 т. глиняного или грубомолотого известково-глиняного шлама, приготавливаемых в карьере с последующим гидротранспортом на завод, 1 т. сухих добавок, 1 т. тарированного цемента и т.д.

2. общецеховые нормы по вспомогательным цехам устанавливаются на одни сутки работы цеха.

3. общезаводские нормы устанавливаются на одну тонну цемента и другой товарной продукции (известковая мука, клинкер, сжатый воздух, вода и пр., отпускаемые другим предприятиям).

На каждый вид товарной продукции, на которой устанавливается норма удельного расхода электроэнергии, относятся общезаводские расходы электроэнергии (освещение территории, складских, конторских и др. помещений; отопление и т.д., а также потери в общезаводских сетях) пропорционально энергоемкости этих видов продукции.

Методика нормирования расхода

Электроэнергии

А. Выбор метода нормирования.

Степень технической обоснованности норм расхода электроэнергии в решающей степени определяется методикой нормирования.

В практике нормирования в настоящее время применяются три метода определения норм удельного расхода электроэнергии: расчетный, расчетно-экспериментальный и статистический.

Расчетный метод, применительно к условиям цементного производства, не позволяет технически обоснованно определить объективно необходимую величину расхода электроэнергии на производство единицы продукции, т.к. мощность, потребляемая приводами механизмов и агрегатов цементного завода, а также удельная производительность технологических агрегатов, существенно колеблется в зависимости от местных условий.

Статистический метод может быть применен для расчета норм на предстоящей только при условии наличия технически обоснованных норм на

текущий период, которые принимаются за базовые и корректируются с учетом технических изменений в производстве (см. раздел.УШ.).

Настоящая методика базируется на применение расчетно-экспериментального метода нормирования.

Основой этого метода являются:

- экспериментальные данные о фактически потребляемой мощности токоприемников;
- плановые задания на производство продукции и удельный расход компонентов;
- нормативы технологической карты предприятия.

Расчетно-экспериментальный метод нормирования дает возможность наиболее точно учесть технический уровень производства, исходить при определении норм из строгого соблюдения заданного технологического процесса и технологических нормативов при полной загрузке оборудования.

Б. Определение фактически потребляемой мощности токоприемников и годового расхода электроэнергии

Важнейшим этапом работ по нормированию является определение годового расхода электроэнергии по технологическим агрегатам, переделам производства и цехам.

Для этой цели по соответствующему оборудованию определяется среднее значение потребляемой мощности токоприемников по формуле:

$$P_c = K_n \cdot P_n \quad \text{кВт., где: (I)}$$

P_c – среднее значение потребляемой мощности токоприемников;

K_n – коэффициент использования токоприемников (по мощности);

P_n – установленная мощность токоприемников.

Значение K_n для токоприемников с равномерным графиком нагрузки определяется путем инструментальных замеров потребляемой каждым токоприемником мощности (или тока).

При этом неременным условием является строгое соблюдение заданного технологического процесса и обеспечение работы технологического оборудования с часовой производительностью не ниже плановой.

В случае обнаружения, в процессе замеров, токоприемников неоправданно завышенной мощности, последние должны быть заменены, либо в расчеты должен быть введен соответствующий поправочный коэффициент для данного токоприемника.

Для токоприемников с неравномерным графиком нагрузки (ремонтные цехи, подъемно-транспортное, лабораторное оборудование и пр.) значение K_n должно определяться на основании показаний электросчетчиков за характерную смену или сутки работы.

С целью уменьшения объема расчетов, место проведения замеров и установки электросчетчиков должно выбираться таким образом, чтобы приборами учитывались потери в линиях, питающих токоприемники.

На основе экспериментальных данных определяется годовой расход активной электроэнергии по формуле:

$$\mathcal{E} = P_c * 8760 \cdot K_g, \text{ квт} \cdot \text{ч, где:} \quad (2)$$

\mathcal{E} – годовой расход активной электроэнергии,

P_c – см. формулу I.

K_g – расчетный годовой коэффициент технического использования соответствующего оборудования, определяемый из выражения:

$$K_{\Gamma} = A/8760 \cdot q \quad (3)$$

где:

A – годовое производство продукции, т.,

q – производительность агрегата, т/час.

Расход электроэнергии на освещение определяется на основании проекта электрического освещения.

Расчетная мощность электрического освещения определяется по формуле:

$$P_{p*o*} = K_{c*o*} \cdot P_{y*o*}, \text{ квт.}, \text{ где:} \quad (4)$$

P_{y*o*} – устанавливаемая мощность светильников по проекту:

K_{c*o*} – коэффициент спроса для осветительных установок,

принимаемый по данным таблицы (приложение № I).

Расход электроэнергии на электрическое освещение подсчитывается по формуле:

$$Э_{o*} = P_{p*o*} \cdot T_{и*м.}, \text{ квт.ч.}, \text{ где:} \quad (5)$$

$T_{и*м.}$ – годовое число часов использования максимум осветительной нагрузки, определенное по данным таблицы (приложение № I).

Величина потерь электрической энергии складывается из потерь в сетях и потерь в трансформаторах.

Наиболее простым и точным является метод подсчета потерь мощности и электроэнергии при расчетном токе.

Потери электроэнергии по этому методу определяются произведением расчетных потерь мощности на действительное число часов работы линии в расчетном году.

Потери активной мощности в линии с сосредоточенной нагрузкой на конец определяются по формуле:

$$\Delta P = 3J^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \text{ кВт, где} \quad (6)$$

J – расчетный или потребляемый ток линии, А;

R – сопротивление одной жилы кабеля или провода, Ом.

Потери электроэнергии определяются произведением:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta P \cdot T, \text{ кВт} \cdot \text{ч.}, \text{ где} \quad (7)$$

T – действительное число часов работы линии.

Потери активной мощности в трансформаторах определяются выражением:

$$\Delta P_T = \Delta P_x \cdot x + K_{3T}^2 \cdot \Delta P_k \cdot z + \Delta P_{п0}, \text{ кВт, где:} \quad (8)$$

$\Delta P_x \cdot x$ - активные потери в стали трансформатора;

$\Delta P_k \cdot z$ - активные потери в меди обмоток трансформатора при минимальной нагрузке;

$\Delta P_k \cdot x$ и $R_k \cdot z$ определяются по справочным данным;

K_{3T} - коэффициент загрузки трансформатора, определяемый отношением фактической нагрузки трансформатора к его номинальной мощности.

$\Delta P_{п0}$ - потери на принудительное охлаждение (для мощных трансформаторов, оборудованных насосами, вентиляторами и пр.).

Потери электроэнергии в трансформаторах

$$\Delta \mathcal{E} = (\Delta P_x \cdot x + \Delta P_{п0}) \cdot T_{п} + K_{3T}^2 \cdot \Delta P_k \cdot z \cdot T_{р}, \text{ кВт} \cdot \text{ч.}, \text{ где:} \quad (9)$$

$T_{п}$ - полное число часов присоединения трансформатора к сети;

$T_{р}$ - число часов работы трансформатора под нагрузкой в учетном периоде.

В. Определение технологических и цеховых норм расхода электроэнергии

Технологические и цеховые нормы расхода электроэнергии (включая все вспомогательные нужды и технически неизбежные потери), подсчитанного по формулам 2,5,7,9 и сведенного в таблицу (приложение № 2), на годовой объем производства продукции:

$$H = \frac{\text{Э}}{P} \text{кВт.ч./т, где} \quad (10)$$

Э - годовой расход активной электроэнергии, кВт.ч.;

П - годовой объем производства продукции, т.

Для вспомогательных цехов:

$$H = \frac{\text{Э}}{T} \text{кВт.ч./сутки, где} \quad (11)$$

T - годовое количество суток работы цеха.

Рассчитанные по формулам (10) и (11) и сведенные в таблицу (приложение № 3) технологические и цеховые нормы являются первичными и служат для определения норм расхода электроэнергии на производство единицы продукции переделов и товарной продукции.

В технологические и цеховые нормы расхода электроэнергии включается часть расхода электроэнергии на выработку сжатого воздуха, потребляемого цехом от общезаводской компрессорной.

Доля каждого цеха в общезаводском расходе электроэнергии на выработку сжатого воздуха определяется по данным таблицы (приложение № 4).

2.5. Определения норм расхода электроэнергии на производство продукции цементных заводов

Общезаводская норма расхода электроэнергии определяется на базе полученных технологических и цеховых норм с учетом нормативов технологической карты производства цемента по формуле:

$$H = \{[(N_1 + N_2 K_1 + N_3) K_2 + (N_4 + N_5 * K_3 + N_6) * K_4 + N_7] K_5 + N_8\} * K_6 + N_9 * K_7 + N_{10} + \sum H, \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}, \text{ где: (12)}$$

$N_{1,2,\dots}$ - нормы удельного расхода электроэнергии на:

N_1 - добычу известняка;

N_2 - вскрышу известняка;

N_3 - дробление известняка;

N_4 - добычу глины;

N_5 - вскрышу глины;

N_6 - глино приготовление;

N_7 - приготовление сырьевой смеси;

N_8 - обжиг клинкера

N_9 - приготовление добавок;

N_{10} - помол цемента

$\sum H$ - сумма общезаводских расходов, определяемых по формулам 2,5,7,9 с отнесением к годовому объему производства.

$K_1 + K_7$ - расчетный удельный расход;

$K_1 + N_3$ - вскрыши на сыре, т/т или м³/т;

(K_1 – известняк, K_3 – глина)

$K_2 * K_4$ – сырьё с естественной влажностью на сырьевую смесь,

т/т (K_2 – известняк, K_4 – глина)

K_5 – сырьевой смеси (по сухому материалу) на клинкер, т/т;

K_6 – клинкера на цемент, т/т;

K_7 – добавок на цемент, т/т.

Значения $K_1 + K_7$ принимаются по данным технологической карты и плановым значениям удельного расхода компонентов.

Удельный расход электроэнергии определяется на каждый вид выпускаемого цемента, а затем рассчитывается средневзвешенная норма по формуле:

$$\text{Нов.} = H_1 * A_1 + H_2 * A_2 + \dots + H_n * A_n / A, \text{ кВт.ч./т}, \quad (13)$$

$A_1 * A_2 * \dots * A_n$ – годовой объём производства соответствующих видов цемента;

A – годовой объём производства всех видов цемента.

Пример расчета норм расхода электроэнергии на производство продукции цементного завода приводится в приложении 5.

2.6. Организация работы по нормированию

Для организации работ и по нормированию расхода электроэнергии, контролю за выполнением установленных норм, учету электроэнергии на предприятии создается группа под руководством главного энергетика. Состав группы определяется руководителем предприятия.

В задачу группы входит:

- подготовка исходных данных для расчета норм;
- обоснование, в необходимых случаях, отступлений от исходных параметров, рекомендуемых настоящей методикой.
- расчет цеховых и общезаводских норм и расходов потребления электроэнергии;
- дифференцирование, в зависимости от местных условий, квартальных норм, и расходов в пределах утвержденных на год;
- составление планов оргтехмероприятий, направленных на снижение расходов электроэнергии;
- обоснование целесообразности осуществления намечаемых мероприятий (затраты, экономический эффект, срок окупаемости и т.д.);
- контроль за выполнением намеченных мероприятий;
- анализ отчетных данных о фактических расходах электроэнергии;
- составление и представление в установленный срок отчетности о расходе электроэнергии по формам, установленный стандарту.

Глава 3. 1. МЕТОД РАСЧЁТА И АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ

1.4. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Промышленность строительных материалов – одно из энергоёмких отраслей народного хозяйства. Этой отрасли потребляется более 24 млрд.кВт.ч/год электроэнергии. На долю цементной промышленности приходится более 12,6 млрд.кВт.ч/год или около 52% электроэнергии, потреблённой промышленностью строительных материалов.

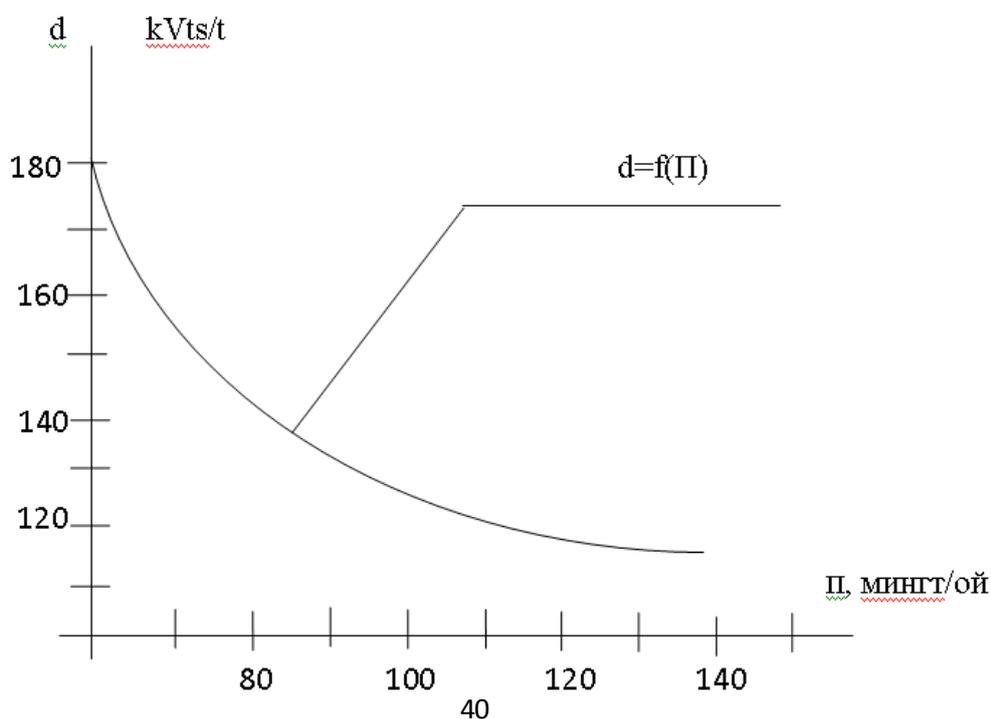
Выбор и обоснование единицы нормирования. Цементные предприятия выпускают однородную продукцию, но различной номенклатуры изделий. При существующем в данное время методе, когда в качестве единицы нормирования принимается общее количество (валовой выпуск) выпущенного цемента без учёта видов и марок, получаются значительные расхождения в показателях электропотребления при одинаковом количестве выпускаемой продукции (рисунок), так как каждый вид, марка (сорт) имеют свою электроёмкость. Поэтому в цементной промышленности рекомендуем проводить нормирование на условную единицу с приведением остальных видов продукции к этой единице посредством коэффициентов электроёмкости.

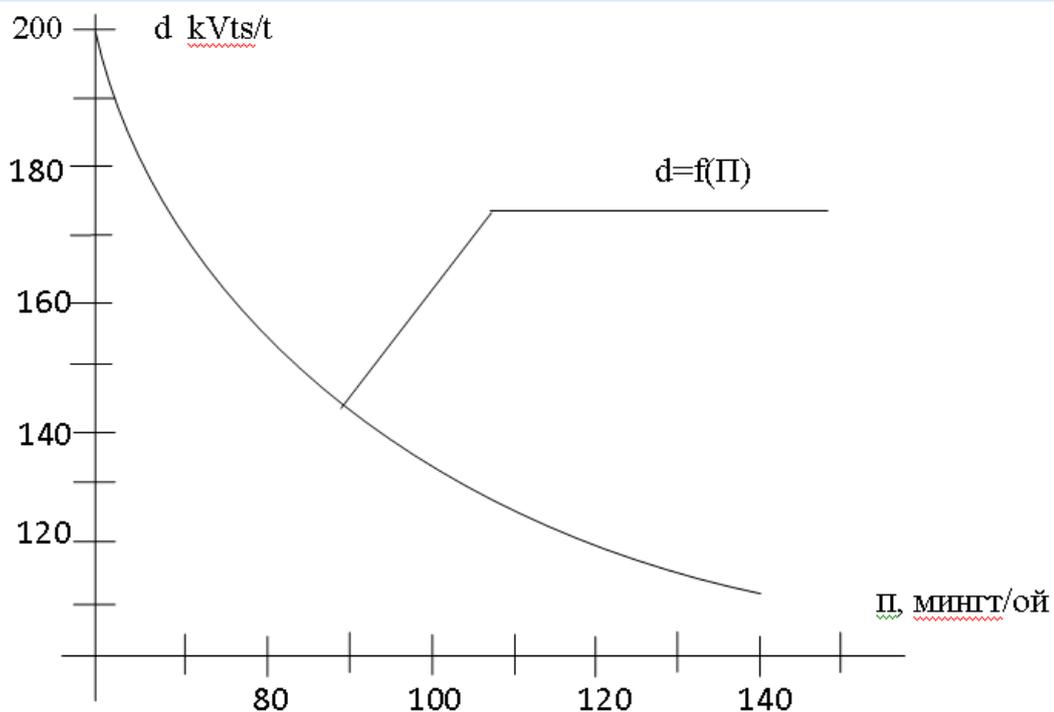
Сопоставление фактических значений удельных расходов электроэнергии по приведённой (Π') и общему количеству (Π) продукции показывает, что фактические значения удельного электропотребления по общему количеству выпущенной продукции без учёта электроёмкости видов и марок цемента имеют большой разброс (рис., а), в то время как на приведённую продукцию они подвержены меньшей вариации и более стабильны (рис., б). Поэтому за единицу нормирования удельных расходов электроэнергии целесообразно принять условную единицу, к которой приводятся все виды и марки цемента. В качестве такой условной единицы можно принять портландцемент марки

М -400, имеющий наибольший удельный вес (более 60%) в общем объеме производства.

Для предприятий, выпускающих один вид цемента, нормирование производится на натуральную единицу готовой продукции.

Второй общезаводской нормой можно рекомендовать норму на тонну клинкера. Весь процесс производства цемента можно разделить на два технологически законченных процесса или две части. Первая часть заканчивается в цехе обжига выпуском клинкера, вторая – в цехе помола – выпуском цемента. Часть предприятия производит единую продукцию одного вида и сорта – клинкер (на некоторых заводах - токарный), а вторая часть – однородную продукцию – цемент различных видов и марок. Такое деление удобно при разработке норм и при применении их на цементных предприятиях, так как процесс производства клинкера охватывает большую часть цехов и технологического оборудования, и представляет собой линейный процесс производства единой продукции, для которого относительно легко можно построить энергетические характеристики и определить соответствующие нормативы, которые могут служить базой для составления норм на производство цемента.





Зависимость удельного расхода электроэнергии на производство цемента от производительности $d = f(\Pi)$ в расчёте на валовый выпуск продукции (a) и приведённую к портландцементу марки М=400 (b).

В качестве единицы измерения для цеховых норм принимается:

- a) для цехов, выпускающих однородную продукцию (горного, глиняного, сырьевого, обжига) – 1 тонна выпускаемой продукции (известняк, лессовый шлем, шлам, клинкер);
- b) для цеха помола, выпускающего различные виды и марки цемента – 1 тонна условной продукции, приведённая к портландцементу марки М-400;
- c) для вспомогательных цехов (компрессорная, насосная) соответственно м³ сжатого воздуха и воды.

Номенклатура и структура норм удельного расхода электроэнергии. В результате анализа электро баланса по цементным предприятиям и по видам технологического оборудования установлено, что более 55% расходуемой электроэнергии приходится на процессы помола (сырьевые и цементные мельницы), 25% - на процессы обжига клинкера (вращающиеся печи), 15% - на выработку сжатого воздуха.

Основная часть электроэнергии (95%) расходуется в цехах помола сырья и клинкера, обжига и на компрессорной станции. Исходя из анализа электро баланса, нормы могут быть установлены также по цехам, они дают возможность оценить результаты электропотребления соответствующими подразделениями и рекомендуются для горного (карьер известняка), глиняного, сырьевого цехов, цеха обжига, помола и на выработку сжатого воздуха. Рекомендуемая номенклатура норм приведена в таблице 1.

Таблица 1

Продукции и работа	Виды норм			Ед.измерения	
	Технологическая (агрегатная)	Общехозяйственная	Общезаводская	Продукции	Нормы-электроэнергии
Добыча, дробление и транспортировка известняка	-	+	-	т	кВт.ч/т
Добыча, дробление и транспортировка глины	+	-	-	т	кВт.ч/т
Дробление сырья	+	-	-	- ' -	- ' -
Шлам	-	+	-	- ' -	- ' -
Обжиг шлама	+	+	-	- ' -	- ' -
Клинкер	-	-	+	- ' -	- ' -
Измельчение клинкера	+	+	-	- ' -	- ' -
Сжатый воздух	-	+	-	М ³	кВт.ч/М ³
Цемент	-	-	+	т	кВт.ч/т

Данная номенклатура охватывает основные энергоёмкие процессы и соответствует заводскому и цеховому учёту продуктов переработки и полуфабрикатов, по которым определяются основные производственные показатели и является характерной для многих цементных предприятий.

Приведённые нормы включает:

1. Общецеховую, в которую входят нормы на: добычу, дробление, транспортировку известняка (мела) и глины; помол сырья, обжиг клинкера, помол клинкера с добавками; выработка сжатого воздуха.

В каждую из этих норм, кроме расхода электроэнергии на основное технологическое оборудование, включаются расходы на цеховые вспомогательные нужды (цеховое освещение, вентиляция, краны и т.д.) и потери электроэнергии в сетях и трансформаторах.

2. В общезаводскую норму на производство клинкера входят сумма всех цеховых норм, кроме цеха помола клинкера, доля общезаводских вспомогательных нужд и потери электроэнергии в заводских сетях и трансформаторах, приходящиеся на производство клинкера, расход электроэнергии на выработку сжатого воздуха, необходимого для возврата уловленной пыли в печь и для перемешивания шлама в бассейнах.

Для цементных предприятий, использующих в качестве топлива уголь, мазут, дополнительно учитывается расход электроэнергии на помол угля угольными, на перекачку мазута и их разогрев в зимнее время.

3. В общезаводскую норму на производство цемента входят все статьи расхода на производство клинкера, помол клинкера (цеха клинкера), расход электроэнергии на выработку сжатого воздуха, расходуемого на пневмотранспорт, аэрацию, отгрузку цемента, доля общезаводских вспомогательных нужд и потерь электроэнергии в заводских сетях и трансформаторах, приходящиеся на производство цемента.

На цементных предприятиях, где в качестве добавок в клинкер, используются шлаки повышенной влажности, необходимо дополнительно учитывать в расчёте расход электроэнергии сушильными агрегатами.

По сдельным предприятиям: структура может отличаться по малоэлектроёмким статьям расхода – транспортировка известняка (автомобилями, железнодорожным транспортом или транспортёром), обеспечение предприятия водой со стороны или собственной насосной, дальность расположения карьеров, требует ли сушка добавок, дополнительный помол угля, разогрев мазута и т.д. Данная структура составлена для цементных заводов с мокрым способом производства цемента и с полным технологическим циклом.

Для предприятий с неполным технологическим циклом (они составляют 4 % общего количества заводов) будут отсутствовать все статьи расхода по цехам и на производство клинкера, так как они перерабатывают готовый клинкер на цементных мельницах. Коренных изменений в структуре для предприятий с сухим способом производства цемента не произойдёт, изменятся только соотношения удельного электропотребления цехов.

3.2. Расчёт норм удельного расхода электроэнергии.

Расчёт энергетических характеристик. Нормы расхода электроэнергии определяются расчётно-экспериментальным методом на основе базисных энергетических характеристик, выражающих зависимость абсолютного (W) и удельного (d) электропотребления от объёма выпускаемой продукции (Π) при определённом составе технологического оборудования.

Ввиду непрерывности технологического процесса производства цемента и достаточной стабильности электрических нагрузок, энергетические характеристики можно построить по средней потребляемой мощности и расходу электроэнергии. Для их построения можно принять фактические данные месячных расходов электроэнергии и выпуска продукции. При этом достаточно при доверительной вероятности $P = 0,95$ иметь не более шести замеров с относительно стабильным режимом работы оборудования.

Уравнение расхода электроэнергии имеет вид

$$W_{\delta} = a + b\Pi \quad (1)$$

Коэффициенты a и b , представляющие собой, соответственно составляющую абсолютного и частичного удельного расхода электроэнергии, определяются методом наименьших квадратов по следующей формуле:

$$\begin{cases} Na + b \sum_{i=1}^N \Pi_i = \sum_{i=1}^N W_i \\ a \sum_{i=1}^N \Pi_i + b \sum_{i=1}^N \Pi_i^2 = \sum_{i=1}^N W_i \Pi_i \end{cases} \quad (2)$$

(N – количество исходных данных (выборки) W и Π).

Расчёт базисной энергетической характеристики удельного расхода электроэнергии производится по формуле

$$d_{\delta} = \frac{a}{\Pi} + b \quad (3)$$

Формулы (1) и (3) являются основной для расчёта цеховых норм, причём для сырьевого цеха и цехов обжига и помола коэффициент b принимается равным нулю.

Норм удельного расхода электроэнергии для цехов горного, глиняного, компрессорной станции, сырьевого, обжига рассчитывают с использованием формул (1-2) и с учётом планового снижения или прироста расхода электроэнергии за счёт механизации, автоматизации производственных процессов и др. ($\pm W_m$), а также снижения расхода электроэнергии за счёт выполнения плановых оргтехмероприятий по экономии электроэнергии по данному цеху (∞W_s), отнесённому к плановой производительности ($\Pi_{пл}$).

Для цеха помола клинкера, выпускающего цемент различных видов и марок, вся продукция приводится к условной единице (Π') – портландцементу марку М-400 с использованием коэффициентов электроёмкости (табл. 2.), а формула расчёта нормы удельного расхода электроэнергии примет вид

$$d'_n = (W \pm W_m - W_s) \cdot \frac{I}{K_1 \Pi_1 + K_2 \Pi_2 + K_3 \Pi_3 + K_4 \Pi_4 + K_5 \Pi_5 + \dots + K_n \Pi_n} \quad (4)$$

Таблица 2

Вид и марка цемента	Коэффициент Электроёмкости
Портландцемент марки М-400 (М-300) тампоажный М-400, дородный М-400 (П ₁)	$K_1=1,0$
Без добавочные цементы – шиферной М-400, М-300, сульфата стойкий М-400, М-300, быстротвердеющий М-400, шлака портландцемент и портландцемент М-500 (при открытом цикле помола) (П ₂)	$K_2=1,16$
Пуццолановый портландцемент М-400, М-300 (П ₃)	$K_3=0,85$
Шлака портландцемент М-300 (П ₄)	$K_4=1,36$
Белый портландцемент (декоративный) (П ₅)	$K_5=1,42$

При выпуске других цементов требуется дополнительно определять их

коэффициент электроёмкости путём специальных измерений.

3.3. Расчёт общезаводской норм.

Расчёт норм удельного расхода электроэнергии на производство клинкера выполняются на базе норм удельного расхода электроэнергии цехов, участвующих в его выпуске (горного d_1 , глиняного d_2 , сырьевого d_3 , обжига d_4 и компрессорной станции d_5) с учётом коэффициента приведения, представляющих собой удельные расходы продукции каждого цеха на тонну клинкера.

Коэффициенты приведения для каждого предприятия определяются по формуле

$$\gamma = \frac{\Pi_{ц}}{\Pi_{к}} \quad (5)$$

где $\Pi_{ц}$ – количество цеховой продукции (известняк, сухая глина, сухой шлам, сжатый воздух),

$\Pi_{к}$ – количество выработанного клинкера, т.

Расчётная формула для определения нормы на производство клинкера имеет вид

$$d_{\alpha\Pi 1} = \gamma_1 d_1 + \gamma_2 d_2 + \gamma_3 \alpha_1 d_3 + \alpha_2 d_4 + \gamma_5 d_5 + \frac{W'_{\text{ск}} \pm \Delta W'_{\text{ск}}}{\Pi_{\text{клин}}} \quad (6)$$

где α_1 - коэффициент энергоёмкости сырья при получении шлама для рядовых цементов ($\alpha_1 = 1,0$) и белого (декоративного) цемента ($\alpha_1 = 1,15$);

α_2 – коэффициент энергоёмкости обжига шлама при получении клинкера для рядовых цементов ($\alpha_2 = 1,0$) и белого (декоративного) цемента ($\alpha_2 = 1,53$);

$\Pi_{\text{клин}}$ – выпуск клинкера по плану, т.

d_{ε} - удельный расход электроэнергии на сжатый воздух, кВт.ч/м³;

$\Delta W'_{\varepsilon\kappa}$ - изменение расхода электроэнергии за счёт механизации, автоматизации, а также экономии электроэнергии в общезаводском масштабе на производство клинкера, кВт.ч;

$W'_{\varepsilon\kappa}$ - доля расхода электроэнергии на общезаводские вспомогательные нужды, а также потери в сетях и трансформаторах при производстве клинкера, кВт.ч.

Расход электроэнергии вспомогательными цехами при определении общезаводских норм распределяется пропорционально расходу электроэнергии на производство клинкера по формуле

$$W_{\varepsilon\kappa} = \frac{W_{\kappa}}{W_{\varepsilon}} \cdot W_{\varepsilon\kappa\Gamma} \quad (7)$$

где $W_{\varepsilon}, W_{\kappa}, W_{\varepsilon\kappa\Gamma}$ – расход электроэнергии соответственно по заводу (производство цемента), на производство клинкера и на общезаводские вспомогательные нужды, кВт.ч.

В формуле (6) все расчётные показатели определены в соответствии с планом выпуска клинкера. Удельный расход электроэнергии с учётом фактора сезонности рассчитывают по выражению

$$d_{\kappa\lambda\Gamma} = m \cdot \left[\sum_{i=1}^N \gamma_i d_i + \frac{W'_{\varepsilon\kappa} \pm \Delta W'_{\varepsilon\kappa}}{\Pi_{\kappa\lambda\Gamma}} \right] \quad (8)$$

где m – коэффициент для учёта фактора сезонности при расчёте удельного расхода электроэнергии.

Расчёт нормы удельного расхода электроэнергии на производство цемента, приведённого к портландцементу марки М-400, производится по формуле

$$d_{y.n.l.} = \vartheta d_{k.l.l.} + d'_k + \gamma_{\varepsilon k} \cdot d_{\varepsilon} + \frac{W''_{\varepsilon y} \pm \Delta W''_{\varepsilon y}}{\Pi'_{n.z.}} \quad (9)$$

$$\vartheta = \frac{100 - q}{100} \quad (10)$$

здесь $\Pi'_{n.z.}$ – планируемый объём выработки цемента, приведённый к портландцементу марки М-400, т;

ϑ – удельный расход клинкера на цемент (для портландцемента марки М-400 $\vartheta = 0,82$);

q – количество добавок (гидрофобизатор, гипс, мраморная крошка и др.) в цементе, %;

$\Delta W''_{\varepsilon y}$ – изменение расхода электроэнергии за счёт механизации, автоматизации, а также экономии электроэнергии в общезаводских вспомогательных нуждах при производстве цемента, кВт.ч;

$W''_{\varepsilon y}$ – доля общезаводских вспомогательных нужд, а также потерь электроэнергии в сетях и трансформаторах при производстве цемента, кВт.ч. определяемая по формуле

$$W_{\varepsilon y} = \frac{W_q}{W_3} \quad (11)$$

W_y – расход электроэнергии на производство цемента, кВт.ч)

Когда заводу планируется отпуск клинкера на сторону ($\Delta \Pi_{k.l.}$), величины $d_{k.l.}$ и d_y (формулы 6,9) можно использовать для определения полных затрат электроэнергии на данном предприятии по выражению

$$W_3 = d_{y.n.l.} \cdot \Pi_y + d_{k.l.} \cdot \Delta \Pi_{k.l.} \quad (12)$$

В течение планируемого периода могут меняться плановые задания по объёму выпускаемой продукции и расчётные величины качественных и

количественных показателей сырья и полуфабрикатов. Предлагаем методику расчёта соответствующих поправок к плановым показателям при указанных изменениях. Расчёт поправок ведётся для показателей удельных расходов электроэнергии по основным цехам и заводу в целом.

Изменение объёма выпускаемой продукции. При изменении планового задания по объёму выпускаемой продукции можно получить значения поправок к удельному расходу электроэнергии по энергетической характеристике или по выражению

$$\pm q_n = \left[d_{нл} - \left(\frac{a}{\Pi_{нл} \pm \Delta\Pi} + b \right) \right] \quad (13)$$

Для сырьевого цеха, цеха обжига и помола формула (13) принимает вид

$$\pm q_n = - \left(d_{нл} - \frac{a}{\Pi_{нл} \pm \Delta\Pi} - \right) \quad (14)$$

($\Delta\Pi$ – изменение объёма выпускаемой продукции, т).

При изменении ассортимента продукции для цеха помола, выпускающего цемент различного ассортимента, величина выпущенной продукции меняется. При этом поправка вычисляется по формуле (14), но вместо ($\Pi_{нл} + \Delta\Pi$) подставляется приведённая продукция ($\Pi'_{нл} \pm \Delta\Pi'$).

Скорректированная величина планового удельного расхода электроэнергии при указанных случаях определяется из формулы

$$d_{нц} = d_{нл} \pm q_n \quad (15)$$

Изменение технологических параметров, влияющих на удельное электропотребление. К указанным параметрам относятся тонкость помола сырья и клинкера, титр известняка (схема помола сырья): влажность готового шлама; пыле унос; температура отходящих газов; скорость воздуха в полости барабана цементной мельницы; влажность клинкера и добавок и др.

Формула расчёта поправок для вышеуказанных параметров имеет вид

$$\pm q_i = - \left[d_i \cdot \left(\frac{1}{k_{in}} - \frac{1}{k_i} \right) \right] \quad (16)$$

здесь k_{in}, k_i – соответственно значения i – того поправочного коэффициента на влажность шлама, пыле уноса, температуры отходящих газов, тонкость помола сырья и клинкера, скорости воздуха в полости барабана цементной мельницы, предусмотренные планом и их новые значения под действием различных факторов (значения поправочных коэффициентов приведения в табл.3);

Таблица 3.

Значения поправочных коэффициентов k_i				
Тонкость помола, % (остаток на сите №008)	Пыле унос, %	Влажность шлама, %	Температура отходящих газов, °С	Скорость воздуха в полости барабана мельницы м/сек
k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
2 0,588	5,0 1,052	32 1,070	160 0,810	0,3 1,00
3 0,655	5,5 1,047	34 1,045	180 0,870	0,35 1,05
4 0,715	6,0 1,041	36 1,020	200 0,920	0,40 1,10
5 0,768	6,5 1,035	38 1,000	220 0,960	0,45 1,14
6 0,818	7,0 1,030	40 0,970	240 0,990	0,50 1,18
7 0,865	7,5 1,025	42 0,945	250 1,000	0,55 1,20
8 0,912	8,0 1,019	44 0,925	260 1,020	0,60 1,22
9 0,950	8,5 1,014	46 0,900	280 1,045	0,65 1,24
10 1,000	9,0 1,010	48 0,870	300 1,065	0,70 1,25
11 1,042	9,5 1,000			
12 1,090	10,0 0,997			
13 1,130	10,5 0,992			
14 1,170	11,0 0,986			

15	1,258				
16	1,301				
17	1,342				

d_i – удельный расход электроэнергии i – того цеха (агрегата), кВт/ч.

Расчёт поправки при изменении титра известняка в режиме работы сырьевых мельниц по схема раздельного помола известняка производится по предлагаемой формуле

$$\pm q_i = - \left[d_i \cdot (k_{мк} - k_{ми}) \cdot \frac{I}{(1 + k_{мк})(1 + k_{ми})} \right] \quad (17)$$

$$k_m = (T_\varepsilon - T_n) / (T_\varepsilon - T_n) \quad (18)$$

где $k_{ГЛ}$ и $k_{ГН}$ – значения поправочного коэффициента на титр известняка, мела и соответственно i – того и нормального шлама;

T_n, T_H, T_ε – соответственно титр лесса, нормального и замолотого шлама, %.

Изменение совокупного влияния факторов. Для рабочей зоны производительности при изменении технологических параметров меняется величина поправки, в которой учтено комплексное влияние факторов, она может быть определена из выражения

$$\pm q_{колмт} = - \left[d_{уил} \pm (d_o + d_1 x_1 + \dots + d_n x_n) \right] \quad (19)$$

где $(d_o + d_1 x_1 + \dots + d_n x_n)$ – уравнение регрессии, полученное в результате расчётов с применением многофакторного регрессионного анализа. Для каждого предприятия необходимо получить своё уравнение регрессии;

n – количество факторов;

x_i – значения i – того факторов (коэффициенты использования по времени вращающихся печей, сырьевых мельниц, компрессоров, тонкость помола и др.).

В качестве примера приведём расчёт удельных норм расхода электроэнергии по данным цементного производства Ахангаранского цементного комбината.

Даны $\Pi_{\text{горн}} = 178254$ т/мес, $\Pi_{\text{гл}} = 54560$ т/мес, $\Pi_{\text{шл}} = 219250$ т/мес, $\Pi_{\text{кл}} = 127500$, $\Pi' = 147100$, $N = 24$, $\gamma_1 = 1,34$; $\gamma_2 = 0,44$; $\gamma_3 = 1,723$;

$$\gamma_{\text{лн}} = 46,0; \gamma_{\text{эц}} = 95,0$$

получено

$$d_{\text{горн}} = \frac{48707}{\Pi_{\text{горн}}} + 1,78 = 2,05 \text{ кВт.ч/т},$$

$$d_{\text{гл}} = \frac{9954,9}{\Pi_{\text{гл}}} + 0,974 = 1,16 \text{ кВт.ч/т},$$

$$d_{\text{шл}} = \frac{3832000}{\Pi_{\text{шл}}} = 17,48 \text{ кВт.ч/т},$$

$$d_{\text{кл}} = \frac{3657000}{\Pi_{\text{кл}}} = 28,73 \text{ кВт.ч/т},$$

$$d'_k = \frac{5134000}{\Pi'} = 34,90 \text{ кВт.ч/т},$$

Приведённая продукция Π' определена на табл.2 и выражения

$$\Pi' = \sum_{i=1}^n K_i \Pi_i$$

$$\Pi' = 1,0 \cdot 33407 + 1,16 \cdot 60950 \cdot 0,85 \cdot 50673 = 147100 \text{ т}.$$

Удельный расход электроэнергии рассчитывают:

- 1) На производство клинкера.

Расход электроэнергии общезаводскими вспомогательными, а также потери в сетях и трансформаторах, рассчитанные по формуле (7), на механизацию, автоматизацию с учётом экономии электроэнергии составил $4,022 \cdot 725$ кВт.ч/год, а удельный расход $d_{ск} = 2,63$ кВт.ч/т.

Удельный расход электроэнергии на производство клинкера определяется по формуле (6) при $\alpha_1 = 1$, $\alpha_2 = 1$ без учёта сезонности ($m=0$):

$$d_k = 1,34 \cdot 2,05 + 44 \cdot 1,16 + 1,723 \cdot 1,0 \cdot 17,48 + 1,0 \cdot 28,73 + 46 \cdot 0,14 + 2,63 = 71,15 \text{ кВт.ч/т.}$$

Удельный электропотребление с учётом сезонности вычисляется по формуле (9)

а) за осенне- зимний период ($m_{sum}=+0,02$)

$$d_{ksum} = (1 + 0,02) \cdot 71,15 = 72,57 \text{ кВт.ч/т;}$$

б) за летний ($m_{ля}=0,02$)

$$d_{kлет} = (1 - 0,02) \cdot 71,15 = 69,73 \text{ кВт.ч/т;}$$

2) На производство цемента.

Расход электроэнергии общезаводскими вспомогательными нуждами, а также потери в сетях и трансформаторах, рассчитанные по формуле (11), на механизацию, автоматизацию с учётом экономии электроэнергии на производство цемента составил 2,615435 кВт.ч/год, а удельный расход электроэнергии

$$d_{сцв.ц} = 1,48 \text{ кВт.ч/т}$$

Приведённый удельный расход электроэнергии на производство цемента рассчитываем по формуле (9) при

$$\vartheta = \frac{100 - 18}{100} = 0,82$$

$$d_y = 0,82 \cdot 71,24 + 34,90 + 95 \cdot 0,14 + 1,48 = 108,02 \text{ кВт.ч/т.}$$

Фактический приведённый удельный расход электроэнергии на производство цемента по предприятию составил

$$d_{y\text{фак}} = 112,15 \text{ кВт.ч/т.}$$

Величина погрешности расчёта равна

$$\Delta d = \frac{112,15 - 108,02}{112,15} \cdot 100\% = 3,68 \%$$

Величина приведённого удельного расхода электроэнергии за осенне – зимний период будет

$$d_{y\text{sum}} = 0,82 \cdot 72,57 + 34,90 + 95 \cdot 0,14 + 1,48 = 109,19 \text{ кВт.ч/т.}$$

Величина погрешности расчёта

$$\Delta d_{\text{sum}} = \frac{113,1 - 109,19}{113,1} \cdot 100\% = 3,46 \%$$

$$\Delta d_{\text{лет}} = \frac{111,5 - 106,86}{111,5} \cdot 100\% = 4,16 \%$$

Таким образом, при расчетах по приведенной методике точность расчета показателей электропотребления цементного производства повышается. По предлагаемому методу расчета и анализа показателей электропотребления цементного производства учитывается комплекс технологических факторов, энергоёмкость различных видов и марок цемента и клинкера, он дает возможность контролировать влияние расходных коэффициентов сырья и полуфабрикатов, позволяет унифицировать нормативы электропотребления, обеспечивает дифференцированное планирование и контроль цеховых показателей электропотребления повышает точность прогноза нагрузки в энергосистеме по этой отрасли.

Методика корректировки удельного расхода возможность анализировать, прогнозировать электропотребление при изменении технологических параметров процесса.

Заключения

1. Цементном промышленности наиболее электроёмкими являются трубные мельницы (55%), вращающиеся печи (25%), и компрессоры (15%), потребляющие более 95 % всего расхода электроэнергии на производства цемента.
2. При работе группы агрегатов рациональный режим электро потребления может быть достигнуть при режиме, соответствующие групповой энергетической характеристике.
3. На снижение потребляемой мощности предприятия влияет регулирование режима работы компрессоров в зависимости от количество работающих цементных мельниц.

Л и т е р а т у р ы

1. Каримов.И.А. Ўзбекистон мустақилликка эришиш остонасида. Тошкент-2001й.
2. Аллаев Қ.Р Энергетика мира и Узбекистанаю Т-2007.
3. Федеров.А.А. Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий М,энергоатлмиздат 1984
4. Неклепаев Б.Н электрическая часть станции и подстанции. Справочное пособие для дипломного и курсового проектирования. М.:Энергоиздат,1986 г.
5. Т.М.Кодиров, Х.А.Алимов Саноат корхоналари электр таиноти. Тошкент-2006.
6. Т.М.Кодиров, Х.А.Алимов Г.Р.Рафикова Саноат корхоналари ва фукаро биноларининг электр таиноти. Тошкент-2007
7. А.А.Федеров , Л.Е.Старкова учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электронабжению промышленных предприятий. М.: Энергоиздат,1987 г.
8. Справочная книжка энергетика “Изд. Энергия” Л-1972г.
9. Правила устройства электроустановок “Энергоатомиздат” М-1990г
10. Пособие к дипломному проектированию для электротехнических специальностей. Под ред. М.Блок “Бўсшая школа” М-1990г.
11. Руководства к дипломному проектированию промышленных предприятий. Саидхуджаев А.Б. Ташкент ТашПи 1985г.

12. Правила устройства электроустановок “Энергия” М: 1984 г
13. Основы электроснабжения промышленных предприятий
А.А.Федеров “Энергия” М: 1984 г
14. Электрическая часть электростанций. Справочные материалы для
курсового и дипломного проектирования. Под ред. Б.И.Тепличаева
“Энергия” М: 1994 г.
15. Электроснабжения промышленных предприятий “Энергия” М: 1984 г.
16. Справочник по проектированию электроснабжения линий
электропередачи “Энергия” М: 1994 г.
17. Ахмедов А.М. Дзевенцкий А.Я [и др.] Методика нормирования
удельного расхода электроэнергии на производство цемента, Ташкент
1975.
18. 2. Основные положения по нормированию расхода топлива,
электрической и тепловой энергии в производстве. «Промышленная
энергетика» , 1966, № 8.
19. 3. Гофман И.В нормирование потребления энергии и энергетические
балансы промышленных предприятий, М. 1966.
20. Интернет сайты:
www.ziyonet.uz
www.worldenergy.org
www.uzbekenergo.dak
www.olam.uz