

ЛАСТАЕВА ГАУҒАР ЕРҒАЗЫҚЫЗЫ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТРУБЧАТОЙ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ С
ШАХТНЫМ ПОДОГРЕВАТЕЛЕМ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ИЗВЕСТИ**

6N0718 – Электроэнергетика

Автореферат магистерской диссертации
на соискание академической степени магистра технических наук по
специальности «Электроэнергетика»

Республика Казахстан
г. Усть-Каменогорск,
2011

Работа выполнена в Восточно-Казахстанском государственном техническом университете им. Д. Серикбаева

Научный руководитель:

кандидат технических наук Седелев В.А.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, академик МАИ Кошумбаев М.Б.

Защита состоится 20 июня 2011г. в 9-00 на заседании Диссертационного совета для защиты магистерских диссертаций при Восточно-Казахстанском государственном техническом университете им. Д. Серикбаева по адресу: 070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Серикбаева 19, аудитория Г1-317

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева.

Автореферат разослан «20» мая 2011 г

Ученый секретарь
Диссертационного совета

Сегеда Т.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность данной работы заключается в решении вопроса энергосбережения на конкретном предприятии. Объект исследования этой работы – электрооборудование цеха по производству извести, для которого рассматриваются возможные пути повышения эффективного использования электрической энергии. Вопрос эффективного использования энергетических ресурсов, в том числе электрической энергии, занимает особое место в списке проблем не только нашего государства, но и по всему миру.

Объект исследования в данной работе – электрооборудование цеха по производству извести.

Предметом исследования являются технические характеристики электрооборудования (дымососа), и факторы технологического процесса, влияющие на их значения.

Цель диссертационной работы заключается в поиске путей повышения энергоэффективности электрооборудования вращающейся печи с шахтным подогревателем по производству извести.

Основной идеей работы является получение способа повышения энергоэффективности электрооборудования на предприятиях с технологическим процессом, схожим с исследуемым в работе предприятием.

Методы исследования. В работе применяются два метода исследования. Первый метод – метод математической аналогии, второй метод – экспериментальный метод.

Метод математической аналогии применяется для определения связи между потребляемой электроэнергией и параметрами электрооборудования цеха по производству извести.

Экспериментальный метод исследования применяется для доказательства истинности, выведенной методом математической аналогии, функции, отображающей связь между потребляемой электроэнергией и параметрами электрооборудования цеха по производству извести.

Новизна. Предприятие с технологическим процессом описанном в данной работе, является единственным в нашем государстве, количество предприятий со схожим технологическим процессом на территории СНГ не превышает двух десятков. Рассмотренная в представленной работе проблема в первые была выявлена и устранена на исследуемом производстве, соответственно полученный в результате эффект энергосбережения уникален. Выявление причины полученного эффекта энергосбережения положило начало для данной работы, ранее до которой вопрос об энергосбережении на предприятиях с описанным технологическим процессом не подразумевал метода повышения энергоэффективности, полученного в ходе произведенного в данной работе исследования.

Научная и практическая значимость. Выявление метода повышения энергоэффективности, полученного в ходе произведенного исследования, дает возможность повторить этот эффект и на других предприятиях с аналогичным технологическим процессом.

В результате проведенного исследования было определено, что герметизация полости вращающейся печи, шахтного подогревателя и соединяющим их стола выгрузки значительно уменьшает потребляемую дымососами из сети мощность. При произведенном расчете, предполагаемый объем сэкономленной электроэнергии в год за счет улучшения герметизации полости вращающейся печи, шахтного подогревателя и соединяющим их стола выгрузки, составил 307944 кВт*час. Согласно произведенному расчету, в денежном эквиваленте сэкономленная за год электроэнергия равняется 1213299,36 тенге. Так же был определен предполагаемый срок окупаемости средств, затраченных для улучшения герметизации полости вращающейся печи, шахтного подогревателя и соединяющим их стола выгрузки. Согласно расчетным данным, денежное вложение, обусловленное повышением энергоэффективности дымососов на предприятиях с аналогичным технологическим процессом, должно окупиться менее чем за три месяца.

Для подтверждения истинности предлагаемого метода повышения энергоэффективности дымососов на предприятиях с технологическим процессом как на исследуемом объекте, был произведен расчет сэкономленной за год электроэнергии в киловатт-часах и в денежном эквиваленте, а также действительный срок окупаемости финансовых вложений, обусловленных ремонтными работами на рассматриваемом предприятии. Согласно данным, предоставленным технологами исследуемого предприятия сэкономленный за год объем электроэнергии равен 2 037 168 кВт*час, в денежном эквиваленте 8 026 441,92 тенге. Действительный срок окупаемости финансовых вложений составил 1/2 месяца.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 2 статьи в издании XI Республиканской научно-технической конференции молодых ученых и студентов, посвященной 20-летию Независимости Республики Казахстан:

1. Ластаева Г.Е. Повышение энергоэффективности электрооборудования трубчатой вращающейся печи с шахтным подогревателем по производству извести // Материалы XI Республиканской научно-технической конференции молодых ученых и студентов, посвященной 20-летию Независимости Республики Казахстан «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана». - Усть-Каменогорск, 2011 г. - часть 1. – с. 86-87.

2. Ластаева Г.Е. Влияние герметизации полости трубчатой вращающейся печи с шахтным подогревателем по производству извести на экономию электроэнергии // Материалы XI Республиканской научно-технической конференции молодых ученых и студентов, посвященной 20-летию Независимости Республики Казахстан «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана». - Усть-Каменогорск, 2011 г. - часть 1. – с. 88-89.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, списка использованных источников, списка определений и сокращений, а также списка нормативных ссылок. Объем диссертации составляет 61 страницу машинописного текста с иллюстрациями в виде рисунков и таблиц. Количество иллюстраций – 8 рисунков. Количество таблиц – 2 таблицы. Количество использованной литературы – 31 источник.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В разделе «Технологический процесс производства извести» были описаны:

1. схема технологического процесса предприятия;
2. энергетический баланс производства.

1. Схема технологического процесса предприятия. Процесс диссоциации (обжига) известняка на рассматриваемом предприятии протекает следующим образом. Известняк, подогретый в противоточном шахтном подогревателе 2 (рисунок 1) за счет тепла продуктов сгорания (углекислый газ CO_2), подогревается до температуры $800\text{ }^{\circ}\text{C}$. После предварительного подогрева известняк поступает во вращающуюся печь 5 (рисунок 1). По мере продвижения известняка по печи к противоточному шахтному охладителю извести 10 (рисунок 1) происходит разложение известняка с поглощением тепла.

В качестве источника тепла используется природный газ. Воздух на горение поступает из противоточного шахтного охладителя извести 10 (рисунок 1) нагретый за счет охлаждения обожженного материала до температуры $350\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Известняк фракции 20-40 мм, прошедший грохочение перед подачей на обжиг известняк, с помощью скипового подъемника (рисунок 1) поступает в расходный бункер печи 1 (рисунок 1) и под собственным весом опускается по трубчатым течкам в полость противоточного шахтного подогревателя известняка 2 (рисунок 1). При производительности печи 320 т/сут продолжительность нахождения известняка в подогревателе составляет 7 ч. В подогревателе происходит теплообмен между отходящими из печи газами, имеющими температуру $1000=1050\text{ }^{\circ}\text{C}$, с известняком, в следствии чего, последний нагревается до температуры диссоциации (около $800\text{ }^{\circ}\text{C}$) и подвергается частичной декарбонизации.

Нагретый известняк с помощью разгрузочного устройства 3 (рисунок 1), с заданной скоростью выгружается из подогревателя и по течке 4 поступает во вращающуюся печь 5 (рисунок 1). Во вращающейся печи происходит окончательная диссоциация известняка. Источником тепловой энергии для протекания термических процессов в печи и подогревателе является сжигание природного газа в факеле. Природный газ подают в печь через горелку 6 (рисунок 1). Температура факела достигает $1500-1550\text{ }^{\circ}\text{C}$.

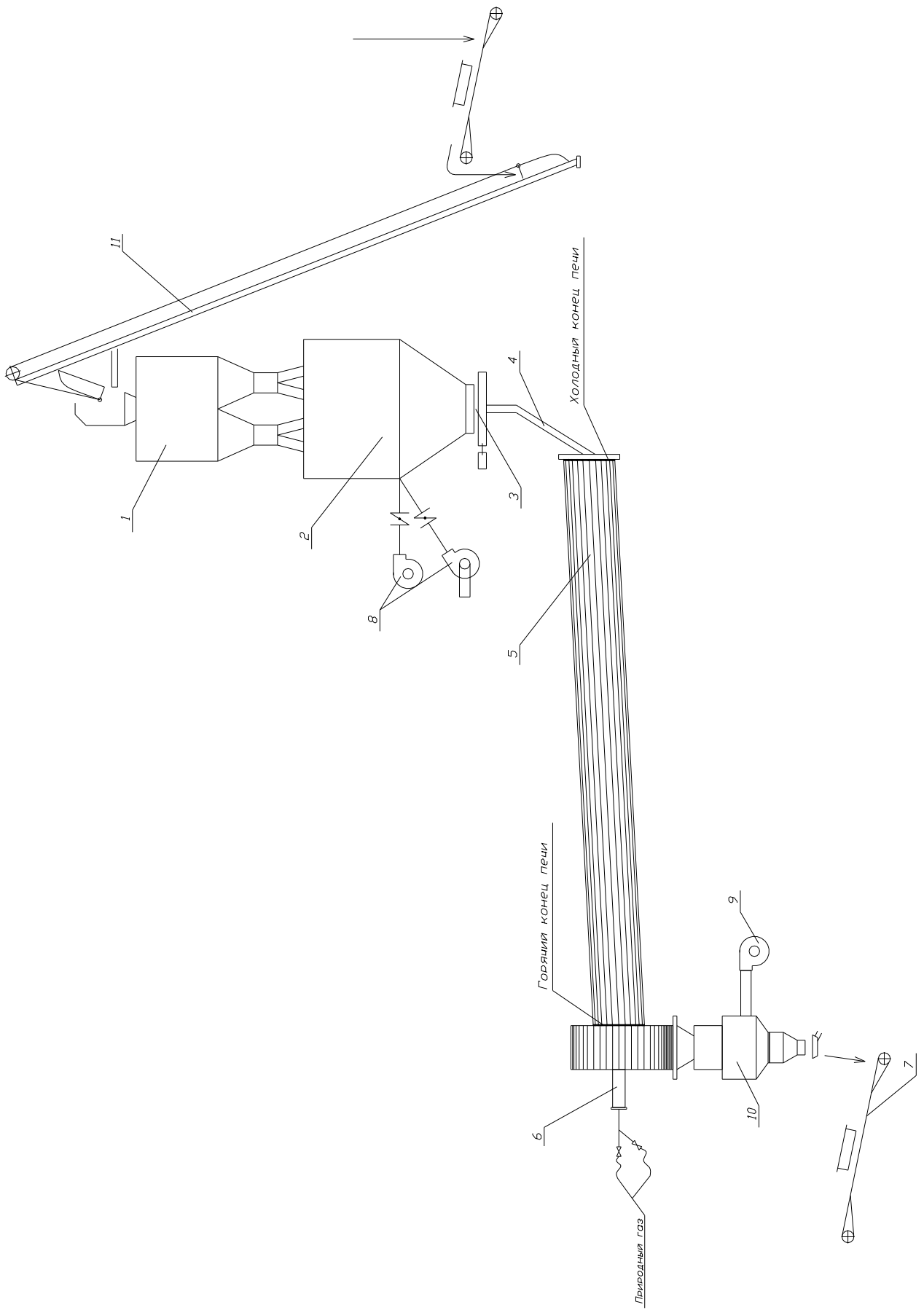


Рисунок 1 – Схема технологического процесса производства извести

Воздух для горения природного газа поступает из противоточного шахтного охладителя извести 10 (рисунок 1), куда он подается вентилятором 9 (рисунок 1). В противоточном шахтном охладителе извести 10 (рисунок 1) известь первоначально подвергается изотермической выдержке в слое, благодаря чему происходит дополнительная декарбонизация. Охлажденная известь с помощью вибропитателя выгружается на ленточный конвейер 7 (рисунок 1) и, далее, по ленточным конвейерам и ленточным элеваторам, поступает в отгрузные бункера.

Отходящие газы, покидающие слой известняка в противоточном шахтном подогревателе известняка, первоначально собираются в кольцевом коллекторе, а затем направляются в газоочистный фильтр. После каждого фильтра установлен автономный дымосос 8 (рисунок 1) с направляющим аппаратом, при помощи которых постоянно автоматически поддерживается разрежение в головке печи на уровне 20 Па и преодолевается сопротивление тракта печи и газоочистки.

Особенность производства заключается в том, что нагретый углекислый газ во вращающейся печи, возникший при процессе диссоциации известняка на второй стадии обжига, является источником тепла для известняка в противоточном шахтном подогревателе, который проходит первую стадию обжига. То есть углекислый газ, являясь побочным продуктом в процессе обжига известняка на второй стадии во вращающейся печи, так же играет роль источника тепла для первой стадии обжига в противоточном шахтном подогревателе. В полость противоточного шахтного подогревателя углекислый газ попадает вследствие разрежения, производимого дымососами, встроенными в корпус противоточного шахтного подогревателя. Поскольку в рассматриваемом технологическом процессе дымосос выполняет вышеизложенную функцию, качество его работы влияет на весь процесс обжига. Так как выход из строя дымососа недопустим, он резервируется аналогичным дымососом, который при загрузке первого более чем на 70% включается в работу.

2 Энергетический баланс производства. Основной энергетический баланс в данной технологии складывается из следующих процессов по ходу технологии:

1. Нагрев перерабатываемого материала внутри печи;
2. Нагрев в теплообменнике сырья поступающего на переработку;
3. Вращение печи с помощью электродвигателя.
4. Работа вентилятора по перемещению газов через пространство печи и теплообменник;

В стабилизированном процессе расход тепла на обжиг извести внутри вращающейся печи остаётся оптимальным и неизменным.

Количество тепла, расходуемого и поглощаемого при подогреве и охлаждении сырья, так же остаётся неизменным.

Затраты электроэнергии на вращение печи в стабилизированном, отлаженном процессе так же остаётся неизменным.

После того как были произведены ремонтные работы, обусловленные частыми поломками уплотнений на горячем и холодном концах вращающейся

печи, изменение количества энергозатрат наблюдалось лишь для процесса работы вентилятора.

В разделе «Определение потенциала повышения энергоэффективности процесса производства извести» были описаны:

1. работы, повлекшие экономию потребляемой оборудованием электроэнергии;
2. зависимость потребляемой электроэнергии от параметров дымососа;
3. влияние объема газа удаляемого дымососом на потребление электроэнергии.

1. Работы, повлекшие экономию потребляемой оборудованием электроэнергии. На исследуемом предприятии существовала техническая неполадка, обусловленная непрочностью уплотнений на горячем и холодном концах вращающейся печи. При запуске вращающейся печи в эксплуатацию, на горячем и холодном концах уплотнения были выполнены согласно проекту, то есть, где уплотнительные пластины крепились к корпусу печи и вращались вокруг оси печи вместе с ней. Пластины скользили по корпусу узла выгрузки извести на горячем конце и по корпусу пылевой камеры на холодном конце вращающейся печи.

Пластины в имевшемся уплотнении были изготовлены из листовой стали марки Ст 3 толщиной 5-6 мм. Они не выдерживали высоких температур и пыли, возникающей в процессе обжига. А также постоянное движение, сопровождаемое трением этих пластин о корпус узла выгрузки извести на горячем конце и о корпус пылевой камеры на холодном конце вращающейся печи, негативно влияло на целостность и прочность швов сварки уплотнения. То есть эти уплотнения не справлялись с возложенной на них функцией, они не были достаточно устойчивыми к условиям технологического процесса обжига извести. Выход из строя пластин в имевшемся уплотнении провоцировал потерю тепла, которая могла повлечь за собой недожог извести. При поломке имевшихся уплотнений, во избежание недожога извести нужный температурный режим достигался путем увеличения объема сжигаемого топлива.

Частый выход из строя существовавших уплотнений на горячем и холодном концах и невозможность остановить процесс обжига для выполнения ремонтных работ приводили к тому, что приходилось работать с возникшими неполадками. Ремонт при этом выполнялся на работающей печи, что сильно затрудняло процесс ремонта и увеличивало затраченное на него время, так как печь совершает непрерывные вращательные движения вокруг своей оси.

На стыке горячего конца вращающейся печи с корпусом узла выгрузки существовал постоянно увеличивающийся зазор. Обусловлен он был накапливающейся пылью, которая забивалась в стык между корпусом узла выгрузки и горячим концом вращающейся печи. Это также приносило много неудобств, так как пыль высыпалась наружу, и приходилось постоянно ее собирать в ручную с помощью лопат.

Для устранения выше изложенных неполадок было принято решение

создания такого уплотнения, которое не приходило бы в движение вместе с вращающейся печью, а крепилось бы непосредственно к корпусу узла выгрузки извести на горячем конце и к корпусу пылевой камеры на холодном конце вращающейся печи. А так же конструкция уплотнений была спроектирована так, что все соединения выполнялись болтами и при выходе из строя одной секции ремонт при этом был не сложным в исполнении и не занимал большого количества времени.

После того как были устранены неполадки, связанные с частыми поломками уплотнений на горячем и холодном концах вращающейся печи, наблюдалось резкое снижение потребляемой электроэнергии дымососами, вследствие уменьшения их коэффициента загрузки. То есть ремонт благоприятно отразился не только на качестве работы но и благоприятно повлиял на расход электроэнергии дымососами.

Определение параметров, изменение которых вследствие ремонтных работ повлияло на уменьшение потребляемой электроэнергии, имеет очень важное значение, поскольку это позволит увеличить энергоэффективность электрооборудования на предприятиях с похожим технологическим процессом.

2. Зависимость потребляемой электроэнергии от параметров дымососа. Для того чтобы выяснить изменение каких параметров уменьшило загрузку дымососа, следует выяснить, какие параметры влияют на значение его коэффициента загрузки, так как коэффициент загрузки дымососа является числовым показателем степени его загрузки. В качестве дымососа на данном предприятии использовался центробежный вентилятор типа ВВР-22, с производительностью $170 \cdot 10^3$ м³/час, мощностью электродвигателя 800 кВт и номинальным напряжением 10 кВ. Нижепредставленная формула наглядно отображает степень загрузки электродвигателя дымососа в виде коэффициента загрузки:

$$k_3 = \frac{N_{ОБОР}}{N_{НОМ}} \quad (1)$$

где k_3 - коэффициент загрузки вентилятора в относительны единицах,

$N_{ОБОР}$ - средняя мощность вентилятора в течение рабочего часа, кВт,

$N_{НОМ}$ - номинальная мощность вентилятора, кВт.

Из уравнения видно, что коэффициент загрузки прямо пропорционален среднему значению мощности, то есть фактически потребленному из сети. Для того чтобы определить, от чего зависит значение средней мощности вентилятора, воспользуемся уравнением его КПД [1]:

$$\eta = \frac{QP_v}{1000 \cdot N_{ОБОР}}, \quad (2)$$

где P_V – полное давление вентилятора, Па,
 Q – производительность вентилятора, м³/с,
 N – мощность вентилятора, кВт.

Если мощность сделать искомым значением, то данное уравнение преобразуется следующим образом:

$$N = \frac{QP_V}{1000 \cdot \eta}, \quad (3)$$

Из преобразуемого уравнения коэффициент полезного действия (далее КПД) вентилятора, мы нашли мощность, потребляемую вентилятором, отображаемую в киловаттах. Если считать, что КПД – это неизменная величина, значение которой определяется типом оборудования, то остается рассмотреть производительность и полное давление вентилятора.

Существуют несколько способов регулирования производительности вентилятора. Одним из подобных способов является регулирование задвижкой или заслонкой, установленной на нагнетательной линии вентилятора; другим – изменение частоты вращения рабочего колеса вентилятора. Кроме того, иногда используется метод регулирования производительности вентилятора с помощью направляющего аппарата, устанавливаемого в непосредственной близости от входа в рабочее колесо [2]. Все перечисленные способы регулировки подразумевают, что производительность вентилятора зависит лишь от конструкции и типа вентилятора, а также от мощности электродвигателя.

Полное давление вентилятора является последним аспектом необходимым для рассмотрения. Следует отметить, что преобразовать полное давление, создаваемое вентилятором, тоже нельзя, однако необходимо уделить внимание этой технической характеристики вентилятора, так как от значения полного давления вентилятора зависит давление в головке вращающейся печи. Которое, в свою очередь, согласно требованиям технологического процесса, должно соответствовать 20 Па. То есть полное давление вентилятора является одной из тех технических характеристик, по которым совершается выбор типа вентилятора.

Согласно нижеуказанному уравнению, средняя мощность вентилятора прямо пропорциональна полному давлению того же вентилятора.

Полное давление вентилятора определяется по следующей формуле:

$$P_V = P_{02} - P_{01} \quad (4)$$

где P_{02} - полное абсолютное давление при выходе из вентилятора, Па,
 P_{01} - полное абсолютное давление при входе в вентилятор, Па.

Так как мы рассматриваем работу вентилятора в определенном производственном процессе, то следует построить эпюру давлений для этого вентилятора. Учитывая то, что нам необходимо определить только параметр вентилятора, изменение которого повлекло экономию потребляемой электроэнергии, и неважно его числовое значение, то эпюра давления для рассматриваемого технологического процесса, будет аналогична эпюре давления в простом всасывающе-нагнетательном воздуховоде постоянного сечения.

Эпюру будем строить следующим образом: давления, превышающие атмосферное, будем откладывать вверх от линии барометрического давления (линия а-а), а давления, меньше атмосферного (разрежения), – вниз.

На рисунке 2 показано полное давление, развиваемое вентилятором. Оно складывается из давления во всасывающем отверстии, равного потерям давления во всасывающей линии, в нашем случае оно приравнивается абсолютному давлению при входе в вентилятор, и давления в нагнетательном отверстии, которое расходуется на преодоление сопротивлений в нагнетательной линии, в нашем случае это абсолютное давление при выходе из вентилятора.

Сечение I-I – горячий конец печи, сечение II-II – всасывающее отверстие вентилятора (входное отверстие вентилятора), сечение III-III – нагнетательное отверстие вентилятора (выходное отверстие вентилятора), сечение IV-IV – выход из сети. [3]

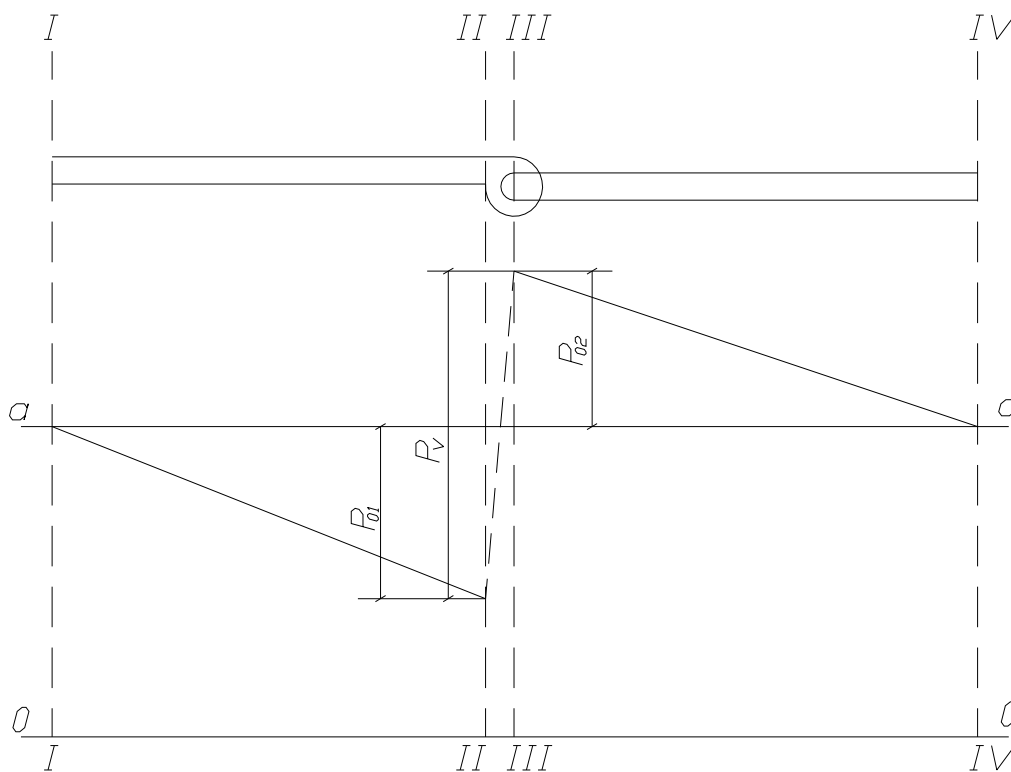


Рисунок 2 – Эпюра распределения давлений.
0-0 линия абсолютного вакуума, а-а линия барометрического давления.

Согласно эпюре давления полное давление вентилятора равно сумме модулей абсолютного давления при выходе из вентилятора и абсолютного давления при входе в вентилятор.

Для того чтобы выразить полное абсолютное давление вентилятора, используем всем известную формулу из курса физики:

$$P_V = \frac{F}{S} = \frac{ma}{S}, \quad (5)$$

где F – сила, воздействующая на поверхность с площадью S , Н,

S – площадь поверхности, в нашем случае поверхность лопастей вентилятора, м².

m – масса газа, кг,

a – ускорение движения газа, м/с².

Отообразим массу газа, приводимого в движение вентилятором в виде умножения плотности газа на его объем:

$$P_V = \frac{\rho Va}{S}, \quad (6)$$

где ρ – плотность вещества (газа), кг/м³,

V – объем, м³.

Плотность газа и площадь поверхности лопастей вентилятора являются неизменными величинами. Под ускорением движения газа следует понимать движение каждой молекулы в отдельности, а так как на практике воздействовать на каждую молекулу газа для получения определенного результата нецелесообразно, то и эту величину следует оставить без внимания. Из выше представленного уравнения остается рассмотреть лишь объем, величина которого прямо пропорциональна абсолютному давлению вентилятора.

Таким образом, если объем прямо пропорционален абсолютному давлению вентилятора, а абсолютное давление прямо пропорционально средней мощности вентилятора, то получаем следующее соотношение:

$$N_{\text{ОБОР}} \cong V \quad (7)$$

Под объемом подразумевается полость вращающей печи, шахтного подогревателя и соединяющим их звена, роль которого выполняет стол выгрузки (рисунок 4). Следовательно, при уменьшении объема газа, приводимого в движение вентилятором, уменьшается и средняя мощность вентилятора, необходимая для создания требуемого давления в горячей головке

вращающейся печи. Однако цепь, состоящая из полости вращающейся печи, шахтного подогревателя и соединяющим их стола выгрузки не являлась герметичной. Негерметичность цепи, состоящей из полости вращающейся печи, шахтного подогревателя и соединяющим их стола выгрузки, предполагает наличие в ней неорганизованного проникновения атмосферного воздуха. Все это ведет к логическому пониманию того, что под уменьшением объема нужно понимать герметизацию этой цепи.

Таким образом, улучшение степени герметизации и устранение таким образом неорганизованного подсоса, дает возможность эффективно использовать электроэнергию на предприятии.

После того как было определено за счет чего была достигнута экономия электроэнергии было принято решение герметизировать и стол выгрузки, который соединяет вращающуюся печь и шахтный подогреватель.

3. Влияние объема газа удаляемого дымососом на потребление электроэнергии. Для того чтобы определить предполагаемый объем электроэнергии который возможно сэкономить, путем герметизации полости вращающейся печи, шахтного подогревателя и соединяющим их стола выгрузки, следует вывести функцию, отображающую связь между потребленной электроэнергией и объемом газа, приводимого в движения вентилятором.

Для определения объема газа, приводимого в движение (вследствие разряжения) вентилятором в единицу времени t приведем следующую формулу:

$$V = V_0 + V_X = V_0 + V_{X1} + V_{X2} + V_{X3}, \quad (8)$$

где V_0 – объем отходящих газов из полости печи, шахтного подогревателя и стола выгрузки в отрезок времени t , м^3 ,

V_X – общий объем атмосферного воздуха, подсосываемого через существующие зазоры в отрезок времени t , м^3 ,

V_{X1} – объем атмосферного воздуха, подсосываемого через зазор на столе выгрузки в отрезок времени t , м^3 ,

V_{X2} – объем атмосферного воздуха, подсосываемого через зазор горячего конца вращающейся печи в отрезок времени t , м^3 ,

V_{X3} – объем атмосферного воздуха, подсосываемого через зазор холодного конца вращающейся печи в отрезок времени t , м^3 .

Определим объема воздуха, всасываемого через зазоры в отрезок времени t , через следующую формулу:

$$V_X = S_X l, \quad (9)$$

где S_X – площадь зазора, м^2 ,

l – длина пути движения воздуха при работе вентилятора в единицу времени t , м .

Длина пути движения воздуха при работе вентилятора в единицу времени t определяется нижепредставленной формулой:

$$l = c_E t, \quad (10)$$

где c_E – среднерасходная скорость потока при выходе из вентилятора, м/с,

t – время, с.

Таким образом, значение величины V_X определяется по следующей формуле:

$$V_X = S_X c_E t \quad (11)$$

Среднерасходная скорость потока при выходе из вентилятора определяется по формуле [1]:

$$c_E = \frac{Q}{F_e}, \quad (12)$$

где Q – производительность вентилятора, равна 170000 м³/час при коэффициенте загрузки равном 1, согласно паспортным данным.

F_e – площадь выходного отверстия вентилятора, м².

Учитывая функции (1) и (3), следует принимать во внимание коэффициент загрузки вентилятора при последующих расчетах.

Преобразуем среднерасходную скорость и получаем уравнение следующего вида:

$$V_X = \frac{StQ}{F_e}, \quad (13)$$

Ранее было определено соотношение между средней мощностью и полным давлением вентилятора:

$$N \cong P_V \quad (14)$$

Согласно формулам полного давления вентилятора (6) и соотношению между средней мощностью и полным давлением вентилятора (14) следующее соотношение будет верным:

$$\frac{N_{ОБОР}}{N_{ОБОР X}} = \frac{P_V}{P_{VX}} = \frac{\frac{\rho * V * a}{S}}{\frac{\rho * (V - V_X) * a}{S}} = \frac{V}{V - V_X}, \quad (15)$$

где $N_{ОБОР X}$ – средняя мощность вентилятора после произведения герметизации, кВт,

P_{VX} – полное давление вентилятора после произведения герметизации, Па.

Из выражения 16 можно вывести функцию, которая отображает связь между потребленной электроэнергией и объема газа, приводимого в движение вентилятором:

$$N_{ОБОР X} = \frac{N_{ОБОР} (V - V_X)}{V} \quad (16)$$

В разделе «Технико-экономическое обоснование энергосберегающих мероприятий для процесса производства извести во вращающейся печи с шахтным подогревателем» были определены:

1. объем атмосферного воздуха, проникавшего через существовавшие зазоры;
2. расчетное значение электроэнергии, расход которой возможно сэкономить после замены существующего уплотнения;
3. расчетное значение денежных средств, расход которых возможно сэкономить после замены существующего уплотнения
- 4 средства, затраченные на замену существовавшего уплотнения
- 5 расчетное значение окупаемости денежных средств, расход которых возможно сэкономить после замены существующего уплотнения
- 6 расчет фактической экономии электроэнергии после внесения предложенных изменений
- 7 фактическое значение денежных средств, сэкономленных после замены существовавшего уплотнения
- 8 фактический период окупаемости денежных средств затраченных на замену существовавшего уплотнения.

1. Объем атмосферного воздуха, проникавшего через существовавшие зазоры. Согласно произведенному расчету объем, проникавшего через зазоры на столе выгрузки, горячем и холодном концах вращающейся печи, воздуха в час равен 7707,316 м³. Из соотношения между средней мощностью и объемом газа, приводимого в движение вентилятором (7), видно, что для удаления этого воздуха вентилятор тратил эквивалент электроэнергии этому объему.

2. Расчетное значение электроэнергии, расход которой возможно сэкономить после замены существующего уплотнения. После замены существующего уплотнения процентное соотношение сэкономленной

электроэнергии равно 6,5 % . При этом для подсчета сэкономленной электроэнергии, за 100% электроэнергии следует принимать количество электроэнергии, потребленной дымососом в тот период времени, для которого производится расчет.

3. Расчетное значение денежных средств, расход которых возможно сэкономить после замены существующего уплотнения. После замены существующих уплотнений, расчетное значение сэкономленных средств минимум будет составлять 1 213 299,36 тенге в год.

4. Средства затраченные на замену существовавшего уплотнения. Средства, затраченные на осуществление герметизации, составляют 328 856 тенге.

5. Расчетное значение окупаемости денежных средств, расход которых возможно сэкономить после замены существующего уплотнения. Согласно расчету, инвестиции, обусловленные средствами затраченными на ремонт уплотнений, должны окупиться в течении трех месяцев.

6. Расчет фактической экономии электроэнергии после внесения предложенных изменений. После замены существующих уплотнений, расход электроэнергии на производство 1 тонны продукта снизился на 47%.

7. Фактическое значение денежных средств, сэкономленных после замены существовавшего уплотнения. После замены существующих уплотнений, минимум было сэкономлено около 8 773087,68 тенге в год.

8. Фактический период окупаемости средств затраченных на замену существовавшего уплотнения. На практике инвестиции, обусловленные средствами, затраченными на осуществления ремонтных работ, обусловленных заменой существовавшего уплотнения, окупилась менее чем за пол месяца.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной работы было определение параметров, изменение которых, вследствие произведенных ремонтных работ, повлекло бы уменьшение электроэнергии, потребляемой предприятием. Оборудованием, расход электроэнергии которого стал меньше после устранения неполадок в производстве, определился дымосос. В ходе проведенного теоретического анализа, был выявлен фактор, влияющий на расход электроэнергии дымососами, в рамках данного технологического процесса.

Подытожив произведенные в данной работе исследования и расчеты, можно предположить, что эффект полученный на рассмотренном предприятии возможно повторить и на других предприятиях, со схожим технологическим процессом, и при этом гарантировать минимизацию использования денежных средств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 10616-90 (СТ СЭВ 4483-84) Вентиляторы радиальные и осевые.
2. Насосы, вентиляторы, компрессоры. Черкасский В.М. – М.:

Энергоатомиздат, 1984.

3. Насосы и вентиляторы. Поляков В.В., Скворцов Л.С. – М.: Стройиздат, 1990.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Ластаева Г.Е. Повышение энергоэффективности электрооборудования трубчатой вращающейся печи с шахтным подогревателем по производству извести // Материалы XI Республиканской научно-технической конференции молодых ученых и студентов, посвященной 20-летию Независимости Республики Казахстан «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана». - Усть-Каменогорск, 2011 г. - часть 1. – с. 86-87.

2. Ластаева Г.Е. Влияние герметизации полости трубчатой вращающейся печи с шахтным подогревателем по производству извести на экономию электроэнергии // Материалы XI Республиканской научно-технической конференции молодых ученых и студентов, посвященной 20-летию Независимости Республики Казахстан «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана». - Усть-Каменогорск, 2011 г. - часть 1. – с. 88-89.

АННОТАЦИЯ

Актуальность данной работы заключается в решении вопроса энергосбережения на конкретном предприятии. Объект исследования этой работы – электрооборудование цеха по производству извести, для которого рассматриваются возможные причины повышения эффективного использования электрической энергии. Вопрос эффективного использования энергетических ресурсов, в том числе электрической энергии, занимает особое место в списке проблем не только нашего государства но и по всему миру.

Ключевые слова: энергоэффективность, электрооборудование, трубчатая вращающаяся печи с шахтным подогревателем по производству извести, дымосос, неорганизованный подсос.

Объект исследования в данной работе – электрооборудование цеха по производству извести.

Предметом исследования являются технические характеристики электрооборудования (дымососа), и факторы технологического процесса, влияющие на их значения.

Цель диссертационной работы заключается в поиске причин возникшего повышения энергоэффективности электрооборудования вращающейся печи с шахтным подогревателем по производству извести.

Основной идеей работы является получение способа повышения энергоэффективности электрооборудования на предприятиях с технологическим процессом, схожим с исследуемым в работе предприятием.

Методы исследования. В работе применяются два метода исследования. Первый метод – метод математической аналогии, применяется для определения связи между потребляемой электрооборудованием цеха по производству извести электроэнергией, и параметрами технологического процесса. Второй метод – экспериментальный метод, применяется для доказательства истинности, выведенной методом математической аналогии, функции, отображающей связь между потребляемой электрооборудованием цеха по производству извести электроэнергией и параметрами технологического процесса.

Научная и практическая значимость. Выявление метода повышения энергоэффективности, полученного в ходе произведенного исследования, дает возможность повторить этот эффект и на других предприятиях с аналогичным технологическим процессом.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, списка использованных источников, списка определений и сокращений, а также списка нормативных ссылок. Объем диссертации составляет 61 страниц машинописного текста с иллюстрациями в виде рисунков и таблиц. Количество иллюстраций – 8 рисунков. Количество таблиц – 2 таблицы. Количество использованной литературы – 31 источник.

АННОТАЦИЯ

Зерттелінетін тақырыптың өзектілігі белгілі бір өнеркәсіптің технологиялық процессінің энерготімділігін ұлғайту болып табылады. Зерттеу жұмысының объекті – электр қуатының тиімді қолдану себептері қарастырылып отырған, ақтас өндірумен айналысатын цехтың электр жабдықтары болып келеді. Энергоресурстарды, соған қоса электр қуатын, тиімді пайдалану жолдарын іздеп-табуды тек қана біздің ел емес, бүкіл әлем аса маңызды мәселелер тізіміне қосады.

Негізгі мағыналар: энерготімділік, электр жабдықтар, ақтас өндіруге арналған құбыр тектес айналмалы пеш және шахталық ысытқыш, түтінтартқы, ойластырылмаған ауа тартымы.

Зерттеу жұмысының объектісі ақтас өндірумен айналысатын цехтың электр жабдықтары болып келеді.

Жұмыстың пәні болып электржабдықтың (түтінтартқы) техникалық сипаттамалары және оларға әсерін тигізетін технологиялық процесстің факторлары келеді.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты болып, ақтас өндіруге арналған құбыр тектес айналмалы пеш және шахталық ысытқыштың электр жабдықтарының энерготімділігінің ұлғаю себептерін іздеу.

Жұмыстың негізгі идеясы зерттелінетін кәсіпорынның технологиялық процессіне ұқсас кәсіпорындарының электр жабдықтарының энерготімділігін ұлғайту тәсілін табу болып келеді.

Зерттеу жұмысын жүргізу тәсілдері. Зерттеу жұмысын жүргізу барысында екі түрлі тәсіл қолданды. Бірінші тәсіл – математикалық аналогия тәсілі, ақтас өндіру цехының электр жабдықтарының тұтынған электр қуатының мөлшері мен технологиялық процесстің параметрлері арасындағы байланысты табу үшін қолданылады. Екінші тәсіл – тіжәрибеләк тәсіл, аналогиялық тісәлмен табылған байланысты көркемдейтін функцияны дәлелдеу үшін қолданылады.

Жұмыстың ғылыми және практикалық маңыздылығы. Жүргізілген зерттеу жұмысы барысында анықталған электртімділікті ұлғайту тәсілін зерттелінетін кәсіпорынның технологиялық процессіне ұқсас кәсіпорындарында қолданып, электр қуатын үнемдеу эффектісін қайталауға болады.

Диссертацияның мөлшері және құрамы. Диссертация кіріспе бөлімнен, үш тараудан тұратын негізгі бөлімнен, қорытынды бөлімнен, қолданылатын әдебиет тізімінен, анықтамалар және қысқартулар тізімінен және нормативтік сілтемелер тізімінен тұрады. Диссертацияның мөлшері суреттермен және кестелермен көркемделген 61 баспа мәтін беттен тұрады. Суреттер саны – 8. Кестелер саны – 2. Қолданылған әдебиет саны – 31.

ANNOTATION

Urgency of the research. This research addresses the issues of energy saving at a concrete plant. Object of this research is Calcium Oxide production electrical facility. Finding possible reasons for efficient energy consumption were at the heart of the research. The issue of efficient ways of energy resources consumption, electrical energy included, is an urgent problem not only in our country but also all over the world.

Key words: efficient use of energy, electrical facility, Calcium Oxide production rotary kilns with a shaft heater, smoke exhaust, unorganized suction.

Object of research is Calcium Oxide production electrical facility.

Subject of study are electrical facility's (smoke exhaust) technical features and factors of technological process affecting their unit value.

The goal of the research work is to find reasons that caused increase of efficient energy consumption in a rotary kiln electrical facility with a shaft heater that produces Calcium Oxide.

The main idea of the research work is to find a way to increase efficiency of energy consumption by an electrical facility that is applied at plants and factories with a similar production process.

Research methods. Two research methods are applied in the research work. The first one is the method of mathematical analogy that is used to define a relation between consumed energy by an electrical facility that produces Calcium Oxide and technological process parameters. The second method is an observational method. This method is applied to prove the validity of the deducted through the method of mathematical analogy equation reflecting the relation between the consumed energy by an electrical facility producing Calcium Oxide and technological process parameters.

Scientific and applied significance. Identification of the increase of efficient energy consumption method by the means of research will make it possible for other plants with similar technological process to repeat the beneficial effect of the observed case.

Number of pages and structure of the research work. The research work consists of introduction, three sections, conclusion, list of references, list of definitions and abbreviations, and a list of references to the official documents. Research work contains 61 (sixty-one) pages of typed text with visuals including illustrations and charts. Number of illustrations is 8 (eight) illustrations. Number of charts is 2 (two) charts. Number of references is 31(thirty-one) source.