

УДК 622.734.001.57

В.Н. ПАВЛЫШ, С.С. ГРЕБЕНКИН, И.В. ТАРАБАЕВА, ДонНТУ, г. Донецк

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ  
В «КИПЯЩЕМ СЛОЕ» В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ «ЧАО ЯНОВСКОЕ»**

Представлены результаты сравнительного анализа теоретических и экспериментальных исследований процесса сушки в «кипящем слое» и рекомендации по модернизации сушильного оборудования на предприятии «ЧАО Яновское».

**Ключевые слова:** процесс, параметр, исследование, проект, оборудование.

**Актуальность работы.** В ряде отраслей промышленности важной стадией является обезвоживание конечного продукта, который получается в виде увлажненной сыпучей массы, что особенно характерно для процессов обогащения углей, производства ряда химических материалов и др. При прочих равных условиях способ «кипящего слоя» является наиболее прогрессивным [1,2] и на повестке дня стоит задача всесторонних исследований процесса для модернизации технологии сушки. В этой связи тема работы является актуальной.

**Цель работы** - исследование процесса сушки и обоснование параметров для модернизации сушильного аппарата и топочного агрегата с применением способа «кипящего слоя» в условиях предприятия «ЧАО Яновское».

**Основное содержание работы.** Для достижения поставленной цели проведены теоретические исследования процесса сушки в «кипящем слое» методом математического моделирования с использованием детерминированных моделей [3,4]. При переходе от безразмерных величин к реальным значениям параметров в качестве начальных и краевых условий были приняты технические характеристики сушильного оборудования, находящегося в эксплуатации на данном предприятии.

Экспериментальные исследования выполнены для дальнейшего сравнительного анализа и установления степени адекватности моделей.

Методика экспериментальных исследований.

**Цель и задачи исследований.** Натурная проверка результатов математического моделирования по сравнению со значениями параметров технологических схем.

Провести работы по измерению технологических параметров на сушильных установках.

Выполнить компьютерное моделирование при условиях, соответствующих данному процессу, с фиксацией значений исследуемых параметров.

Выполнить сравнение результатов математического моделирования с результатами измерений технологических параметров и определить степень адекватности математических моделей.

Технические условия экспериментальных исследований.

Для осуществления экспериментальной проверки в условиях функционирования сушильного оборудования на предприятии «ЧАО Яновское» запланировано исследование процесса и обоснование параметров для модернизации сушильного аппарата и топочного агрегата с применением способа «кипящего слоя».

Конкретные технические условия определяются конструкцией каждого сушильного агрегата.

Порядок проведения исследований и объем экспериментальных работ.

Проведение экспериментальных работ предусматривает сравнительные исследования параметров технологических процессов и результатов моделирования с определением показателей соответствия моделей реальным характеристикам процесса.

Технологическая схема и измеряемые величины.

*Контролируемые параметры:*

скорость нагнетания псевдоожигающего агента (дымовых газов);

температура нагнетаемого агента;

давление и расход тягового дымососа.

*Изменяемые величины:*

влажность поступающего на сушку материала;

влажность материала на выходе сушилки;

концентрация материала на выходе;  
 температура отходящих дымовых газов;  
 концентрация пыли.

Технологические схемы определяются согласно конкретным условиям каждой сушилки, тип оборудования определяется техническими возможностями предприятия.

Меры безопасности при проведении экспериментов.

Экспериментальные работы не требуют применения специальных мер безопасности и проводятся с соблюдением обычных требований правил безопасности [5].

Представление результатов исследований.

В отчете о проведении экспериментов приводятся данные об измерениях контролируемых величин, данные о значениях измеряемых величин и результатах моделирования, которые сводятся в таблицу.

По результатам исследований делаются выводы об адекватности математических моделей реальным характеристикам технологических схем.

Основанием для проведения исследований послужило решение руководства предприятия о необходимости совершенствования технологии процесса сушки влажного сыпучего материала с целью повышения эффективности процесса и сокращения вредных выбросов с атмосферю.

Направлением совершенствования режима работы сушильной установки и топочного агрегата принято использование способа «кипящего слоя».

Исследовалась возможность применения разработанных детерминированных математических моделей и предложенных аналитических зависимостей [3,4] для расчета основных параметров (распределения температуры в камере сушилки, продольной и поперечной скорости частиц, поля концентрации твердой фазы, потери давления и скорости слоя).

В результате применения рекомендаций получены следующие технические характеристики:

размеры камеры сушилки 2500×1000 мм, высота слоя 600-800 мм;

производительность 60 т/час;

размер частиц твердой фазы - до 3,5 мм;

влажность концентрата: на входе - 18 %, на выходе - 8,5 %;

температура поступающего из топки газа на входе камеры 900 °С;

скорость подаваемого горячего газа 30 м/с;

расход подающего тягового дымососа 85000 м<sup>3</sup>/час;

температура отходящих газов 180-200 °С.

Расчет ожидаемого экономического эффекта произведен на основании ориентировочной стоимости комплектующих для выполнения модернизации технологической схемы.

Для обеспечения работы модернизируемых установок в «кипящем слое» необходимо дооборудовать их высокопроизводительным газонагнетательным оборудованием и газораспределительными решетками беспровального типа.

По предварительным оценкам, стоимость комплектующих составляет 190500 грн.

На основании определенной стоимости комплектующих изделий рассчитывается общая цена, плановая калькуляция затрат, капитальные затраты по выводимым и вновь вводимым фондам при замене отдельных блоков.

По данным планово-экономического отдела предприятия, стоимость комплектующих составляет 190500 грн.

Расчеты экономии и дополнительных затрат проведены по изменяющимся элементам затрат. При работе новой системы происходит экономия затрат на топливо и на компенсацию экологического ущерба.

В результате расчетов определено, что ожидаемых годовых экономический эффект составляет 30460 грн., срок окупаемости 2 года.

**Выводы.** Разработанные математические модели адекватно отражают процесс сушки как объект с распределенными параметрами, и могут быть использованы для совершенствования технологии.

Модернизация системы, основанная на применении «кипящего слоя», в условиях данного предприятия, является экономически выгодной и окупается за достаточно короткий срок, что свидетельствует о целесообразности внедрения рассматриваемых предложений.

*Список литературы*

1. Филиппов В.А. Конструкция, расчеты и эксплуатация устройств и оборудования для сушки минерального сырья. – изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: «Недра», 1989. – 309 с.
2. Динамика конверсии днепропетровского бурого угля в кипящем слое/ С.Г. Дулиенко, А.В. Косячков, Н.В. Чернявский // Экотехнологии и ресурсосбережение . – 2005, № 5. - С. 3-12.
3. Павлыш В.Н., Тарабаева И.В. Математическое моделирование динамических характеристик процесса сушки обогащенных углей / Вісник Криворізького технічного університету Зб. наук. праць, вип. 14. – Кривий Ріг, 2006.– С. 170-174.
4. Павлыш В.Н., Тарабаева И.В. Математическое моделирование процесса обезвоживания увлажненной горной массы / Физико-технические проблемы горного производства: Сборник научных трудов, выпуск 12: «Кинетика и термодинамика физических процессов в горном массиве». – Донецк, 2009. – С. 103-107.
5. Руководство по проектированию угольных шахт. Государственный нормативный акт об охране труда. – Киев, 1994.

Рукопись поступила в редакцию 06.03.12

УДК 621.311.1.004.18(03)

О.Н. СИНЧУК, д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «Криворожский национальный университет»  
Н.И. ЛЕСНОЙ, аспирант, Кременчугский национальный университет имени Мих. Остроградского

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОГО РЕЖИМА ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Предложена методика расчета экономически обоснованного режима работы трансформаторов главных понижающих подстанций (ГПП) предприятий с учетом ряда факторов влияющих на величину эксплуатационных затрат силовых установок. Проведена апробация методики на трансформаторе ТРНД-63000/150/10.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Основные электроэнергетические показатели отечественных предприятий горно-металлургической отрасли указывают на значительное недоиспользование установленной мощности трансформаторов. Так среднее значение коэффициента загрузки трансформаторов - 0,3-0,4, а коэффициента использования - 0,2-0,3; что в свою очередь указывает на четырех-пятикратное превышение установленной мощности трансформаторов над потребной [1].

При условии реализации экономически обоснованного режима работы силового трансформатора денежные затраты на технические потери электрической энергии будут близки к минимальным.

**Анализ исследований и публикаций.** К недавнему времени, при условии незначительной величины стоимости потерь электрической энергии, при выборе номинальной мощности трансформатора обращались к кривым, или таблицам экономических интервалов [2], построенным по критериям: минимума потерь активной мощности и минимума денежных затрат на потери активной энергии. Значительное увеличение тарифа на электроэнергию, введение платы за переток реактивной энергии [1], побуждает к корректированию ранее успешно используемых методик выбора и замены силовых трансформаторов.

**Постановка задачи.** Разработка методики расчета экономически целесообразного режима работы и выбора мощности силовых трансформаторов ГПП предприятий с учетом ряда влияющих факторов.

**Изложение материала и результаты.** Эффективными режимами работы силовых трансформаторов являются режимы с наименьшими потерями в них электрической энергии. При этом нужно учитывать не только потери активной мощности в самих трансформаторах, но и потери этой слагаемой мощности, возникающие в системе электроснабжения по всей цепочке питания: от генераторов электростанции до рассматриваемых трансформаторов. Эти потери называют приведенными  $\Delta P'_T$  (1) и они отличаются от потерь в самих трансформаторах  $\Delta P_T$  (2) [2]

$$\Delta P'_T = \Delta P'_{XX} + \Delta P'_{K3} \cdot k_3^2, \quad (1)$$

$$\Delta P_T = \Delta P_{XX} + \Delta P_{K3} \cdot k_3^2, \quad (2)$$

где  $\Delta P'_{XX} = \Delta P_{XX} + \Delta Q_{XX} \cdot k_{III}$  - приведенные потери XX трансформатора, учитывающие как потери активной мощности в самом трансформаторе, так и создаваемые им в элементах всей системы электроснабжения в зависимости от реактивной мощности, потребляемой трансфор-