



jet.com.ua

ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКИЙ  
ЖУРНАЛ  
ПЕРЕДОВЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ

ISSN 1729-3774

информационные технологии

Інформаційні технології

information  
technologies

новая экономика

нова економіка

new economy

промышленные технологии

промислові технології

industrial  
applications

6/7(48)  
2010

- Энергосберегающие технологии и оборудование

## 6/7 (48) 2010

# Содержание

### ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

- 4 Анализ экономической эффективности системы отопления с дополнительным источником энергии  
А.С. Мных, Н.А. Баташова, С.А. Левченко, Д.Е. Ерохин
- 7 Исследования кавитации в свободновихревом насосе методом визуального наблюдения  
А.Г. Гусак, А.И. Котенко, В.Ф. Герман
- 10 Баланс енергії теплогенеруючого агрегату та оцінка ступеня гомогенізації робочого середовища  
А.А. Палченко, С.Ф. Ковальов
- 13 О существовании комбинаторного режима работы в осевой насосной проточной части с лопастной системой типа НР  
В.А. Панченко
- 16 Актуальность и пути дальнейших исследований подводных устройств динамических насосов  
М.В. Карпузова
- 20 Цифровое моделирование процессов в тяговом вентильно-индукторном электроприводе на базе имитационной модели  
Б.Г. Любарский, Е.С. Рябов, Л.В. Оверьянова
- 23 Робочий процес насосної малогабаритної шнекової ступені з біпланним робочим колесом  
О.О. Шепеленко

- 27 Розробка регресійних рівнянь для прогнозування зносу згинів трубопроводів другого контуру АЕС  
В.П. Кравченко, В.С. Медвинський
- 30 Теплогідравлічна модель течії води у трубопроводі системи тепlopостачання  
В.Г. Неня, Ю.В. Парфененко
- 34 Дослідження характеристик міцності пластинчастого насосу засобами COSMOSWorks  
О.В. Алексенко, К.А. Омеляненко
- 37 Анализ эффективности парокомпрессионных и абсорбционных тепловых насосов  
Н.А. Максимова
- 40 Спектральні характеристики ртутно-кварцевої лампи на підвищеній частоті  
С.С. Овчинників, В.Ф. Рой
- 43 Деякі аспекти розвитку автоматизованого електропривода  
Ю.О. Крисан
- 47 Моделирование течения в компрессорных решетках с использованием различных моделей турбулентности  
Ю.А. Быков
- 51 Моделирование устойчивости источников питания на микросхемах TOP24X к атмосферным разрядам  
Ю.К. Шинкаренко, А.Д. Менайло
- 55 Інновації енергозбереження — технічне діагностування в системах тепlopостачання  
К.Ю. Федоренко, В.Ф. Мисак
- 59 Влияние количества витков на теплопередающие характеристики пульсационных тепловых труб  
В.Ю. Кравец, Е.С. Алексеик
- 64 Дослідження стійкості нелінійної системи регулювання температури первинної пари  
Б.В. Фоменко
- 67 Обґрунтування ресурсозбережень при подрібненні інгредієнтів для лінії виробництва комбікормів в умовах господарства  
В.І. Піскун, Ю.В. Яценко
- 71 Моделирование перенапряжений на подстанции с вентиляющим разрядником  
М.В. Петровский, С.Н. Лебедка, В.С. Ноздренков, А.В. Панченко

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**А. Б. Бойчук**

Доктор технических наук, профессор,  
Украинская Государственная Академия  
железнодорожного транспорта, УКРАИНА

**Т. В. Буцько**

Доктор технических наук, профессор,  
Украинская Государственная Академия  
железнодорожного транспорта, УКРАИНА

**М. Д. Голдлевский**

Доктор технических наук, профессор,  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», УКРАИНА

**В. Н. Гриньова**

Доктор экономических наук, профессор,  
Харьковский государственный экономический университет, УКРАИНА

**В. Г. Давыко**

Доктор технических наук, профессор,  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», УКРАИНА

**Д. А. Демин**

Кандидат технических наук, доцент,  
Технологический Центр, УКРАИНА

**М. Д. Кап**

Доктор технических наук, профессор,  
Восточноукраинский национальный университет имени В. Даля, УКРАИНА

**Б. В. Клименко**

Доктор технических наук, профессор,  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», УКРАИНА

**Г. И. Львов**

Доктор технических наук, профессор,  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», УКРАИНА

**П. Г. Перерва**

Доктор экономических наук, профессор,  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», УКРАИНА

**А. А. Пермяков**

Доктор технических наук, профессор,  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», УКРАИНА

**М. А. Похригало**

Доктор технических наук, профессор,  
Национальный автомобильный технический университет, УКРАИНА

**А. Е. Попов**

Кандидат экономических наук, доцент,  
Харьковский государственный экономический университет, УКРАИНА

**Л. А. Рыбак**

Доктор технических наук, профессор,  
Саратовский технологический институт, РОССИЯ

**В. В. Самородов**

Доктор технических наук, профессор,  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», УКРАИНА

**В. Н. Самсонкин**

Доктор технических наук, профессор,  
Государственный научно-исследовательский центр  
железнодорожного транспорта Украины, УКРАИНА

**Ю. В. Соболев**

Доктор технических наук, профессор,  
Украинская Государственная Академия  
железнодорожного транспорта, УКРАИНА

**А. Л. Становский**

Доктор технических наук, профессор,  
Одесской государственной политехнической университет, УКРАИНА

**В. В. Стариков**

Кандидат физико-математических наук, доцент,  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», УКРАИНА

**Р. Д. Сытник**

Доктор технических наук, профессор,  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», УКРАИНА

**А. Д. Тевяшев**

Доктор технических наук, профессор,  
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, УКРАИНА

**Т. А. Терещенко**

Доктор технических наук, профессор,  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт», УКРАИНА

**В. Я. Теренин**

Доктор технических наук, профессор,  
Университет Вельскыя, ФИЛИНДИЯ,  
Харьковский Национальный университет радиоэлектроники, УКРАИНА

**И. А. Фурман**

Доктор технических наук, профессор,  
Харьковский государственный технический университет сельского хозяйства, УКРАИНА

**Главный редактор**

**И. Г. Филиппенко**

Доктор технических наук, профессор,  
Украинская Государственная Академия  
железнодорожного транспорта, УКРАИНА

**Учредители**

ЧП «Технологический Центр»  
Украинская Государственная Академия  
железнодорожного транспорта

**Верстка**

**Л. В. Бондарчук**

**Аттестовано**

Высшей Аттестационной Комиссией Украины  
Перечень № 12 постановления Президиума ВАК № 1-05/36  
от 11.06.03

**Аттестовано**

Постановлением Президиума ВАК Украины  
№ 1-05/2 от 27.05.2009, № 1-05/3 от 08.07.2009,  
Бюллетень ВАК Украины № 8, 2009

**Рекомендовано**

Ученым Советом  
Украинской Государственной Академии  
железнодорожного транспорта  
протокол № 16 от 26.10.2010

**Свидетельство о государственной регистрации журнала**  
КВ № 17140-5910 ПР от 17.09.2010

**Адрес редакции и издательства:**

Украина, 61145, г. Харьков, ул. Новгородская, 3-а,  
Технологический Центр  
тел. +38 (057) 750-89-90

E-mail: nauka@jet.com.ua

Сайт: <http://www.jet.com.ua>

Подписано в печать 10.11.2010 г. Формат 60 × 84 1/8.

Цена договорная.

Тираж 1000 экз.

Частичное или полное тиражирование любым способом  
материалов, опубликованных в этом издании, разрешается  
только с письменного согласия редакции

**Подписка:**

оформляется через подписные агентства

«Идея», «Периодика»

«Саммит», «Меркурий»

или через редакцию

УДК 621.22

# БАЛАНС ЕНЕРГІЇ ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧОГО АГРЕГАТУ ТА ОЦІНКА СТУПЕНЯ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА

А. А. Папченко

Доцент\*

Контактний тел.: 066-990-15-98

E-mail: Papchenkoa@mail.ru

С. Ф. Ковальов

Молодший науковий співробітник\*

Контактний тел.: 099-902-94-43

\*Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

Сумський державний університет

вул. Римського-Корсакова 2, м. Суми, Україна, 40007

*Запропоновано шляхи щодо модернізації технологічної лінії підготовки зернового замісу в умовах спиртових заводів на принципах ресурсо- та енергозбереження*

*Ключові слова: теплогенеруючий агрегат, гідромлин, зерновий заміс, гідродинамічний сепаратор*

*Предложены пути по модернизации технологической линии подготовки зернового замеса в условиях спиртовых заводов на принципах ресурсо- и энергосбережения*

*Ключевые слова: теплогенерирующий агрегат, гидромельница, зерновой замес, гидродинамический сепаратор*

*This article deals with modernization of technological line of preparation of corn mixing in the condition of spirit factories on principles of recourse-saving and energy-saving*

*Key words: heat generate aggregate, hydraulic mill, corn mixing, hydrodynamic separator*

## 1. Вступ

Основними передумовами розвитку спиртової промисловості України перш за все є впровадження ресурсо- та енергозберігаючих заходів з метою зниження собівартості продукції. Аналізуючи технологічний процес відлому [1,2] з урахуванням якості сировини, що надходить до спиртових заводів, маємо декілька операцій, що суперечать одне одному. Якість зернового замісу перш за все залежить від якості помолу зерна. Майже всі вітчизняні заводи працюють за технологією сухого помолу, який вимагає відповідності сировини нормативним документам, зокрема за характеристиками вологості. При більш високій вологості зерна (кукурудза, пшениця) дробарки (ДКУ) не дозволяють отримати зернову крупку з необхідним гранулометричним складом та зменшують свою продуктивність. Для усунення вказаних недоліків на спиртових заводах встановлюють зерносушарки. За таких умов технологічний процес підготовки зернового замісу має наступну послідовність: сушка зерна - сухе подрібнення зерна - змішування з гарячою водою та ферментами - викачування на бродіння. Основними напрямками енергозбереження на етапі підготовки замісу є:

- підвищення якості зернового замісу (100% прохід через сито 1 мм), що дозволяє перевести технологію на режим низькотемпературного розварювання (зменшення температури з 135°C до 95°C;

- впровадження млинів, які дозволили б відмовитися від попередньої сушки зерна та забезпечили необхідні якості зернового замісу.

## 2. Актуальність теми

Забезпечення вказаних заходів може бути досягнуто за допомогою теплогенеруючого агрегату-гідромлина [3]. Вказаний агрегат (рис. 1) являє собою машину гідродинамічного принципу дії, що складається з двох ступенів: перший забезпечує грубий помол зерна, а другий призначений для більш тонкого подрібнення та забезпечення однорідного гранулометричного складу. Конструкція агрегату дозволяє не тільки забезпечити подрібнення, але й змішування, перекачування та частковий підігрів робочого середовища. Основною перевагою вказаного обладнання є те, що характеристики зернового замісу не залежать від вологості сировини, а витрати енергії при більш високій вологості дещо зменшуються. Попередні випробування проведені в умовах лабораторії гідродинамічних приводів та установок кафедри прикладної гідроаеромеханіки Сумського державного університету та промислового підприємства Степківський спиртовий завод підтвердили можливість використання ТГА-гідромлина для підготовки зернового замісу.

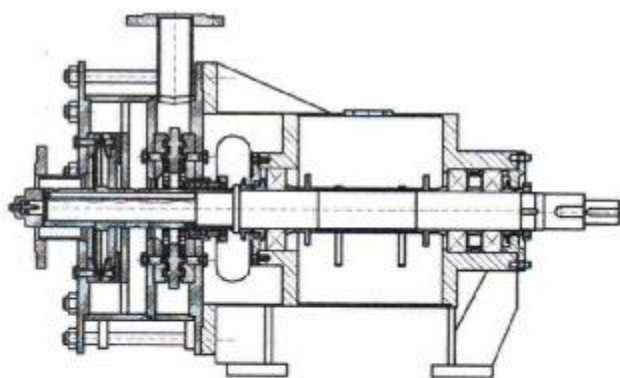


Рис. 1. Теплогенеруючий агрегат-гідромлин

При роботі агрегату в режимі рециркуляції агрегат дозволяє забезпечити необхідну продуктивність (10 т/годину) при відповідному гранулометричному складі. Але для спрощення технологічної лінії в цілому є доцільною робота гідромлина в проточному режимі. Випробування гідромлина в проточному режимі дозволили отримати наступні результати: основна частина (близько 90%) зернового замісу відповідає вимогам та має розмір частинок менше 1,0 мм. Наявність у робочому середовищі більш крупних частинок не дозволяє використовувати низькотемпературне розварювання.

### 3. Мета та задачі роботи

За таких умов була поставлена мета дослідження – створення ефективного гідродинамічного обладнання, що в проточному режимі роботи забезпечує отримання зернового замісу з необхідними гранулометричними показниками.

Досягнення поставленої мети пропонується шляхом послідовного вирішення наступних задач:

- розробка гідродинамічного сепаратора, який дозволяє виділити потік з відповідним робочим середовищем;
- модернізація проточної частини агрегату для отримання необхідного робочого середовища «в один прохід»;
- дослідження балансу енергії агрегату з метою досконального дослідження та виділення окремих процесів.

### 4. Матеріали та результати дослідження

За таких умов запропоновано два підходи щодо удосконалення ТГА-гідромлина:

- розробка гідравлічного сепаратора (рис. 2), який дозволяє розділяти потік на виході з ТГА-гідромлина на два (потік, що відповідає нормативним вимогам та подається на бродіння та потік з частинками більше 1 мм, повертається знову до гідромлина). Такий підхід є найбільш прийнятним для діючих технологічних ліній, які плануються перевести на низькотемпературне бродіння з мінімальними капітальними вкладеннями. Він вимагає впровадження в технологічну схему гідромлина низької продуктивності (близько 2 т/годину) та гідравлічного сепаратора;

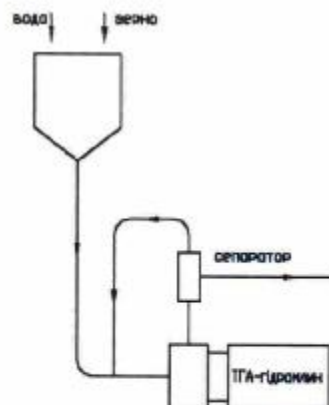


Рис. 2. Схема технологічної лінії з гідромлином та сепаратором

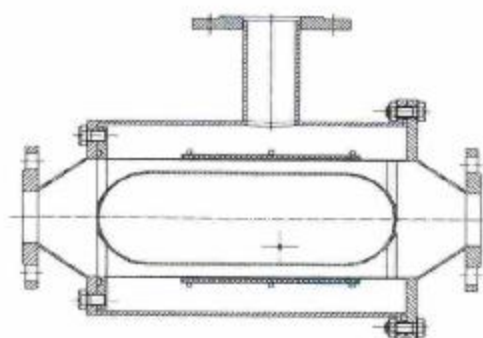


Рис. 3. Гідравлічний сепаратор

- модернізація гідромлина з метою забезпечення необхідного гранулометричного складу при роботі в проточному режимі.

Такий підхід вимагає більш високих капітальних вкладень, але дозволяє значно спростити технологічну лінію та відмовитися від сушарки, млина сухого помолу, змішувача та плунжерного насосу. Це забезпечує економію для підготовки зернового замісу.

Реалізація другого напрямку може бути досягнута за рахунок зміни конструктивної схеми другого ступеня агрегату (рис. 4). Запропоновано робоче колесо виконати з похилими пазами, що усуне можливість відкриття каналу та прохід частинок, що не пройшли повне подрібнення. На периферії робочого колеса доцільно виконати поясок з нарізкою, що забезпечить кінцеве подрібнення продукту та зробить неможливим прохід частинок з розмірами більше 1 мм.



Рис. 4. Робоче колесо та статорний елемент

Випробування в умовах Стецьківського спиртового заводу підтвердили відповідність отриманого зернового замісу нормативним вимогам.

При розрахунку ТГА-гідромлина для роботи на гідросумішах доволі важливим питанням є визначення потужності привідного двигуна та витрат енергії для реалізації окремих процесів. Враховуючи взаємозв'язок процесів, що відбуваються в агрегаті, баланс енергії умовно можна представити наступним чином:

$$N = N_{\text{пер}} + N_{\text{обр}} + N_{\text{п}} ,$$

де  $N$  - загальна потужність агрегату;

$N_{\text{пер}}$  - витрати енергії на перемішування рідини;

$N_{\text{обр}}$  - витрати енергії на подрібнення твердих включень, що містяться у робочому середовищі;

$N_{\text{п}}$  - витрати енергії на перекачування робочого середовища.

Найбільш ваговою складовою є потужність, що витрачається на перемішування робочого середовища в проточній частині агрегату. Найбільш повно конструктивні та режимні параметри враховує методика [4] та дозволяє з певною похибкою визначити потужність при роботі агрегату на чистому робочому

середовищу. За таких умов інші складові для попереднього розрахунку доцільно наводити у відсотковому співвідношенні. Найменш дослідженою складовою є витрати на подрібнення твердих включень робочого середовища. У загальному вигляді вона залежить від кількісного вмісту твердою фазою, її характеристик (тип, вологість, розміри тощо), необхідного гранулометричного складу. За умов підготовки зернового замісу витрати на подрібнення складають від 20 до 45%. Витрати енергії на перекачування робочого середовища для вказаного типу агрегатів є більш вивченими та складають до 10%.

#### 4. Висновки

Таким чином проведена частина дослідження підтвердила можливість використання ТГА-гідромлина для підготовки зернового замісу в умовах спиртового виробництва. При цьому спостерігається спрощення технологічної лінії та зменшення витрат енергії. Наведено узагальнений баланс енергії агрегату. Більш глибокого вивчення потребує механізм гідравлічного помалу та представлення його математичної моделі.

#### Література

1. Технологія спирта / [В.А. Маринченко, В.А. Смирнов, Б.А. Устинников і др. Под ред. В.А. Смирнова]. – М.: Лёская и шидская пром-сть, 1984. – 416 с.
2. Технологія спирта и спиртпродуктов (В.В. Ильинич, Б.А. Устинников, И.И. Бурачевский, С.И. Промов; под ред. В.В. Ильинич. – М.: «Агропромиздат», 1987. – 383 с.
3. Ковальов С.Ф. Багатофункціональні телеенергуючі агрегати та їх використання для перспективних технологій спиртової промисловості [Текст] / Панчишко А.А. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля Науковий журнал.- № 3 (109) 2007 Ч.1 – Луганськ 2007. – С. 124 – 128
4. Барам А.А. Расчет мощности аппаратов роторно-пульсационного типа [Текст] / Дерко П.П., Ключунт Б.А. // Химическое и нефтяное машиностроение. -1978. -№4.- С. 5-6.