

грунт, наносять значну шкоду навколишньому середовищу.

Враховуючи, що АКБ дуже недовговічні, утилізувати їх доводиться часто. Ця проблема значно знижує екологічність електродвигунів.

Сферичні двигуни більш екологічні в використанні в порівнянні з ДВЗ, мають добрі технічні показники, але на сьогоднішній день недостатньо вивчені, що також може бути предметом подальших досліджень.

#### Література

1. Туревский И.С. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта. Ведение в специальность: учеб. пособие / И.С. Туревский. – М. : Форум : ИНФРА-М, 2011. – 192 с.
2. Райков И.Я. Двигатели внутреннего сгорания / И.Я. Райков, Г. Н. Рывтинский. – М. : Высшая школа, 1971. – 431 с.
3. Колчин А.И. Конструкция и расчёт автотракторных двигателей / А.И. Колчин, В.П. Демидов. – М. : Высш. шк., 2008.
4. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. – 3-е изд., испр. – М.: Академия, 2007. – 575 с.
5. Электромобиль «За» и «против» // За рулём. – 1997. – № 2.
6. Пат. 2357876 Российская Федерация, МПК<sup>8</sup> В 60 К 17/08, F 16 Н 37/08. Гибридный силовой агрегат транспортного средства / Н.В. Гулиа. – Заявл. № 2008102856/11, 30.01.2008; опубл. 10.06.09.
7. Hydrogen Internal Combustion Engines as a Transitional Technology [Electron resource]. – Режим доступа [http://www.greencar-congress.com/2006/02/hydrogen\\_intern.html](http://www.greencar-congress.com/2006/02/hydrogen_intern.html).
8. Rice V. The spherical genius of the Hüttlin Kugelmotor [Electron resource]. – Режим доступа: <http://www.gizmag.com/huttlin-kugelmotor/19923/>.

*Виконано аналіз проведеної роботи щодо можливо-сті застосування процесу гідроподрібнення в умовах спиртової промисловості. Запропоновано варіант реалізації гідроподрібнення шляхом застосування гідромлина, як багатофункціональної машини*

*Ключові слова: гідроподрібнення, спиртове виробництво, багатофункціональна машина*

*Выполнен анализ проделанной работы относительно возможности применения процесса гидроизмельчения в условиях спиртовой промышленности. Предложен вариант реализации гидроизмельчения посредством применения гидромельницы, как многофункциональной машины*

*Ключевые слова: гидроизмельчение, спиртовое производство, многофункциональная машина*

*The analysis of maked work is carried out concerned the possibility of applying the hydrogrinding process in the alcohol industry. A variant of the implementation of hydrogrinding through the use hydromill as multifunctional machine is proposed*

*Keywords: gidroizmelchenie, alcohol production, multifunctional machine*

УДК 663.531

## СТАН СПРАВ У ДОСЛІДЖЕННІ ГІДРОМЛИНА, ОРІЄНТОВАНОГО НА СПИРТОВЕ ВИРОБНИЦТВО

**С.Ф. Ковальов**

Науковий співробітник

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

Сумський державний університет

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

40007

Контактний тел.: 099-902-94-43

E-mail: kovalovsf@ukr.net

### 1. Вступ

Одна з основних потреб сучасної вітчизняної промисловості є пошук шляхів, що спрямовані на поліпшення енергозберігаючих заходів. Енергозберігаюча концепція постає перед людством як шлях

до економії планетарних ресурсів та як можливість удешевлення собівартості одиниці продукції.

На кафедрі прикладної гідроаеромеханіки СумДУ постійно ведеться активна діяльність саме в аспекті енергозберігаючих підходів. Одним з таких напрямків є діяльність по дослідженню та прак-

тичному впровадженню ідеї гідроподрібнення. Цей процес передбачає собою проведення подрібнення твердих частинок рідинної суміші, з отриманням готового продукту у вигляді дрібнодисперсного однорідного середовища. На сьогоднішній день існує досить широкий спектр застосування цього процесу в різного роду промисловостях. Так для харчової промисловості – це виробництво соусів, паст, паштетів, соків з м'якоттю та інше; для фармацевтичної – це виробництво мазей, паст, гелів та інше; для хімічної – це виробництво суспензій, паст, красок, пігментів та інше; для тваринницького комплексу – це рідкі кормові суміші.

Слід окремо виділити і спиртову промисловість, яка має на Україні великий потенціал та в не далекому майбутньому буде затребувана економікою нашої держави. Уряд України планує з 2013 року розпочати енергозберігаючу програму відносно бензинового палива. Суть програми полягає в здешевленні бензинового палива шляхом додавання до нього етанолу. Об'ємна частка етанолу повинна складати від 5 до 7%. А в 2014 році на всіх автозаправочних станціях в обов'язковому порядку повинна бути така бензинова суміш.

---

## 2. Актуальність теми

---

В технології виготовлення спирту важлива роль приділяється етапу підготовки зернового замісу, який в подальшому розварюється та направляється на зброджування. Неодноразові дослідження проведені в цій галузі чітко показують, що якісні та кількісні показники готового продукту виробництва залежать від ступеня дрібнодисперсності та від високого рівня однорідності отриманого зернового замісу. Чим вказані показники вище, тим кращі і показники готового спирту.

На сьогоднішній день підготовка зернового замісу відбувається наступним чином [1,2]. Очищене зерно потрапляє на молоткову дробарку. Потім отримана зернова крупка направляється в змішувач-предрозварник, де відбувається її перемішування з водою та підігрів суміші до 40°C. З останнього підготовлений зерновий заміс перекачується плунжерними насосами далі по технологічній лінії на ферментацію та на зброджування. Необхідним буде відмітити, що якість проведеного сухого подрібнення часто є незадовільною. Це насамперед пояснюється низкою якістю зерна, яке має завищені відносно нормативних показники вологості. Наприклад, встановлені норми вологості для пшениці – від 14,5 до 15% [3], для жита – від 14,5 до 15% [4], для кукурудзи – від 14 до 15% [5], для проса – від 13,5 до 15% [6], для ячменю – від 15,5 до 16% [7]. Фактично ж буває, що зерно перед безпосередньою загрузкою на подрібнення має вологість, що у двічі перевищує максимально допустимі значення вологості. В свою чергу, волога сировина погано піддається сухому подрібненню, що приводить до негативної якості зернового замісу і, як наслідок, знижуються показники вихідного спирту. Деякі підприємства вирішують це питання шляхом залучення в технологічну лінію ще одну досить енергоємну одиницю – сушильну установку. Таким

чином, неавтоматично створюється дещо абсурдна ситуація, коли проводиться сушка зерна (з суттєвими на це енерговитратами), а потім відбувається змочування зернової крупки. Спиртовики у повній мірі усвідомлюють такий стан речей. Саме тому керівництво спиртових заводів з ентузіазмом та інтересом йде на співпрацю в напрямку удосконалення своїх технологічних ліній виробництва.

---

## 3. Матеріали та результати дослідження

---

Наведені факти підвищують актуальність ідеї щодо застосування процесу гідроподрібнення. Для реалізації такого підходу було запропоновано конкретну машину – гідромлин. Цю машину слід вважати різновидом багатофункціонального теплогенеруючого агрегату (ТГА), розробкою якого займався Панченко А.А. [8, 9, 10]. Багатофункціональність машини полягає в тому, що в її проточній частині чітко виділені декілька функцій, які реалізуються одночасно. Мова ведеться про такі функції: підігрів, подрібнення, перемішування та перекачування робочого середовища. Відмітимо, що основна функція ТГА – це підігрів робочого середовища, а інші виконують другорядну роль. Повертаючись до гідромлина, скажемо, що по суті це теж багатофункціональна машина, так як в ній відбуваються всі перераховані вище функції. Але особливість полягає в тому, що домінуючою функцією є саме подрібнення. Саме на процес подрібнення витрачається найбільша питома енергія у порівнянні з іншими функціями, які автоматично становляться допоміжними. Таким чином, маємо машину, яка в умовах спиртового виробництва дозволить відмовитись від існуючих дробарки сухого подрібнення, змішувача-предрозварника та насоса. До того ж відпадає потреба в сушильній установці. Така заміна технологічної лінії призведе до зниження енерговитрат, що споживаються на етапі приготування зернового замісу. Тільки по електроенергії досягаємо економії в 2 рази. В свою чергу функція підігріву дозволить знизити енерговитрати, які йдуть на підігрів води, що використовується в змішувачі-предрозварнику. Значно знизяться трудовитрати по обслуговуванню меншої кількості обладнання.

Враховуючи фактор багатофункціональності та домінування процесу подрібнення, однією із задач дослідження є створення методики прогнозування робочих характеристик машини. Вирішення вказаної задачі планується шляхом отримання енергетичних показників від конструкції та режимних параметрів за умов роботи на чистій воді. Отримана залежність може бути уточнена емпіричними коефіцієнтами в залежності від типу твердих компонентів що подрібнюються.

Можливість використання описаного підходу була підтверджена для агрегатів типу ТГА. Слід відмітити, що багатофункціональні ТГА мали досить ґрунтовне дослідження відносно їх застосування у сфері переробки зернових культур [11]. Виділимо результати приготування соєвої пасти та зернового замісу. Результати приведені на відповідних рисунках (рис. 1, 2).

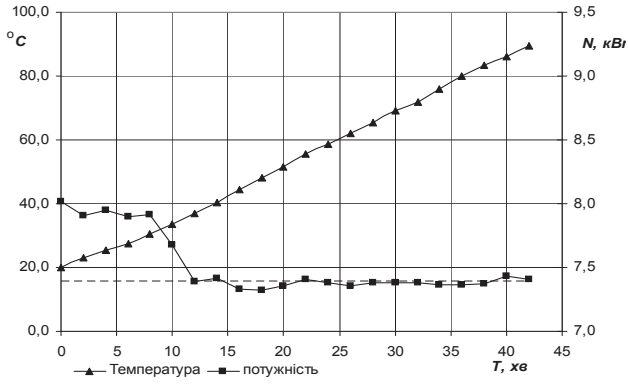


Рис. 1. Залежність величини розігріву робочого середовища та величини потужності ТГА від часу роботи агрегату (соя)

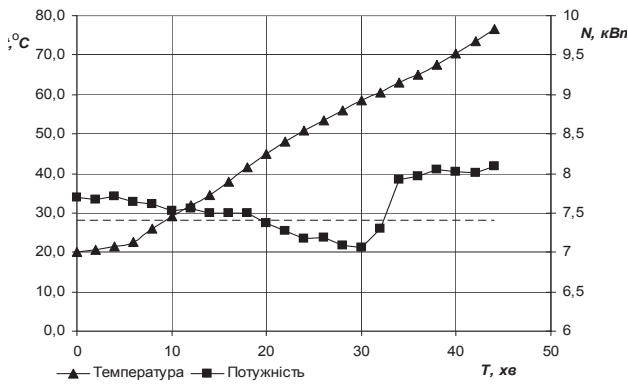


Рис. 2. Залежність величини розігріву робочого середовища та величини потужності ТГА від часу роботи агрегату (зернова суміш на базі пшениці)

Потужностями кафедри виготовлено пілотний зразок гідромлина (рис. 3 та рис. 4) [12].

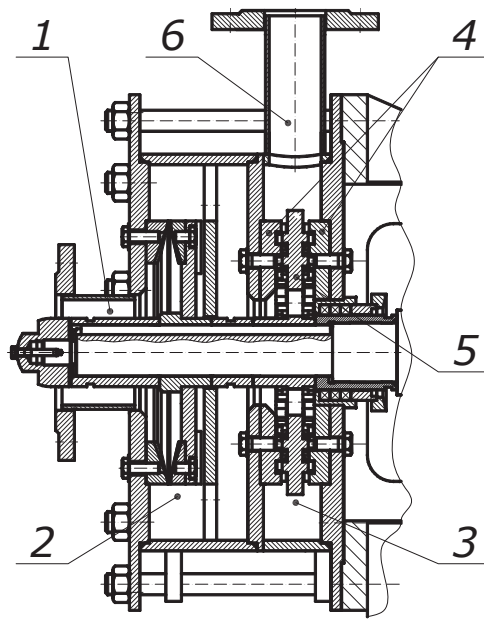
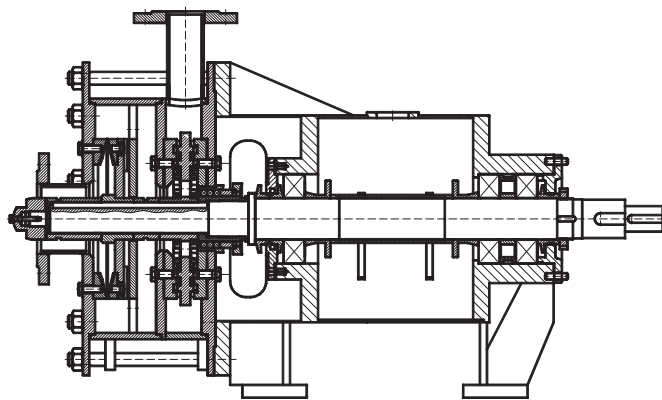


Рис. 3. Конструктивна схема гідромлина: а) загальний вигляд; б) проточна частина

Конструктивно це машина консольного типу, яка має осьовий вхід. Проточна частина гідромлина складається з першої та другої ступіней. Перша ступінь являє собою два конічних дисків, які звужують проточну частину на периферії. На робочій конічній поверхні дисків виконані зубці, висота яких зменшується в напрямку периферії. Друга ступінь являє собою робоче колесо, яке знаходиться між двома статорними дисками. Конструкція робочого колеса являє собою диск з двома робочими поверхнями, які мають по три ряди зубців з висотою 10 мм. Конструкція статорних дисків виконана таким чином, щоб її зубці входили у відповідні кільцеві проточки робочого колеса. Між зубцями статорного диску та диском робочого колеса, і навпаки, витриманий зазор в 1 мм.

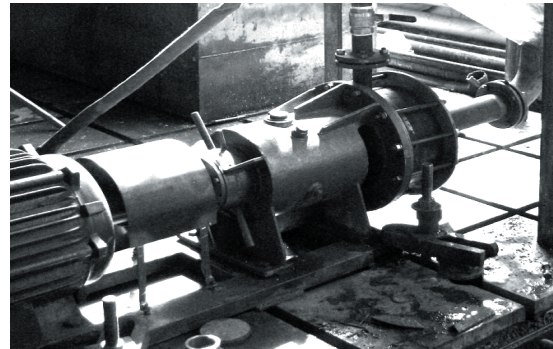


Рис. 4. Зовнішній вигляд експериментального гідромлина

В умовах кафедри проведені параметричні випробування машини. Отримані характеристики на воді при частоті обертання ротора 3000 об/хв. Було проведено дослідження роботи машини окремо на першій ступені, окремо на другій ступені та при роботі одночасно на двох ступенях. За результатами отриманих протоколів випробувань було побудовано відповідні характеристики гідромлина (рис. 5 – 7).

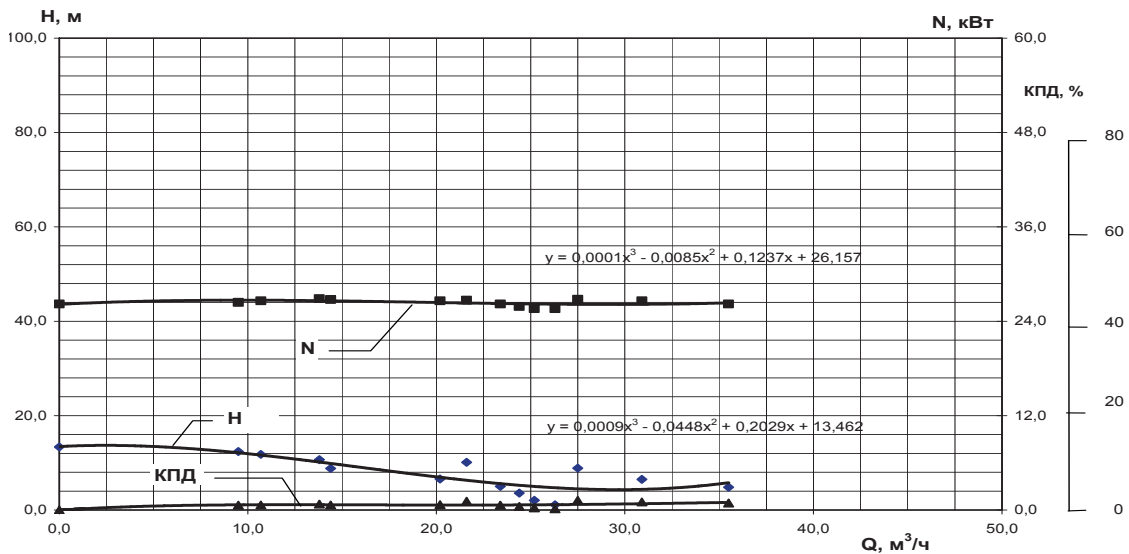


Рис. 5. Характеристика насосного эффекта первой ступени гидромлина

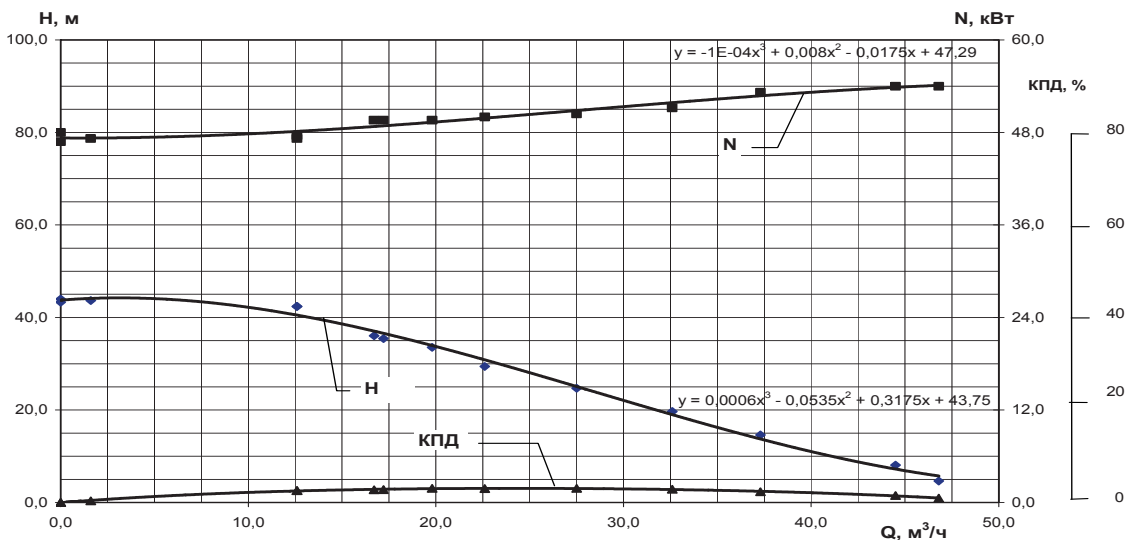


Рис. 6. Характеристика насосного эффекта второй ступени гидромлина

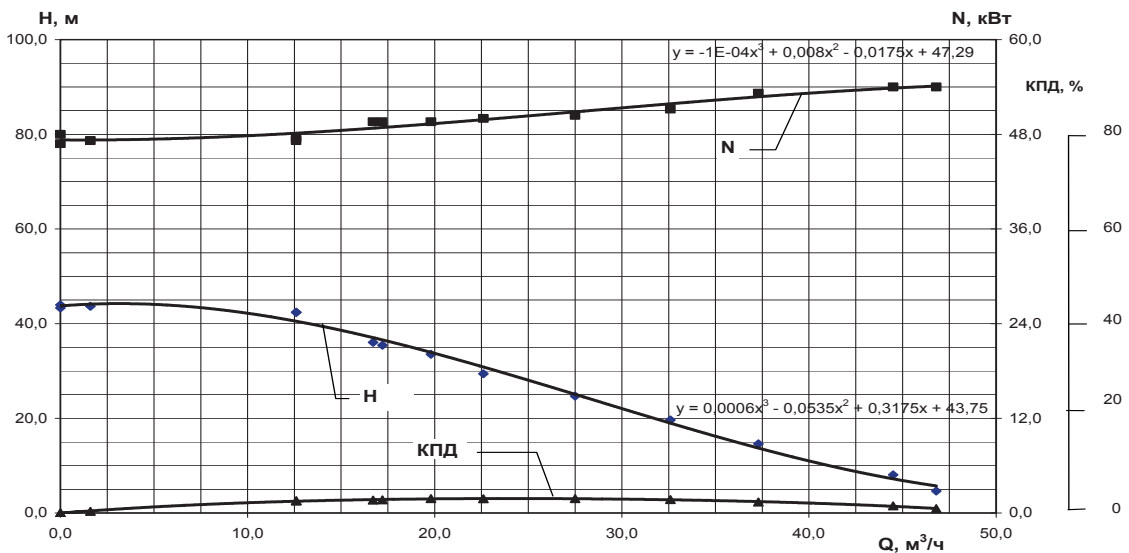


Рис. 7. Характеристика насосного эффекта гидромлина

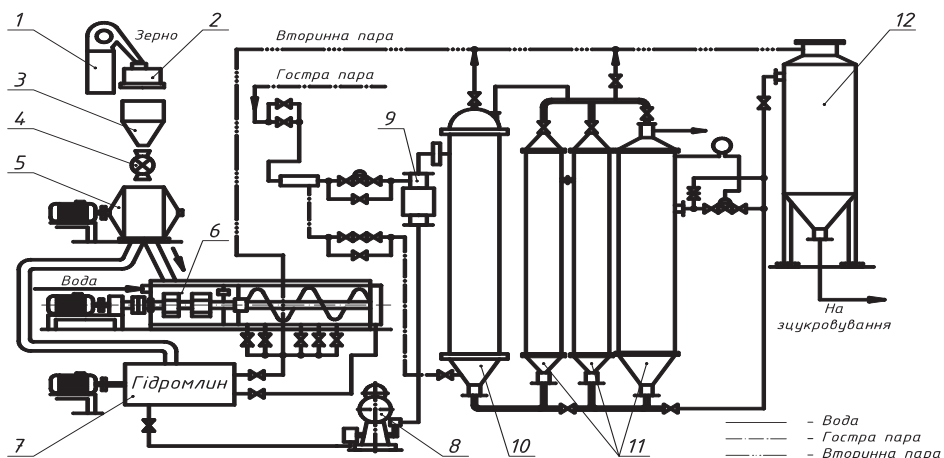


Рис. 8. Схема впровадження гідромлина в існуючу технологічну лінію виробництва

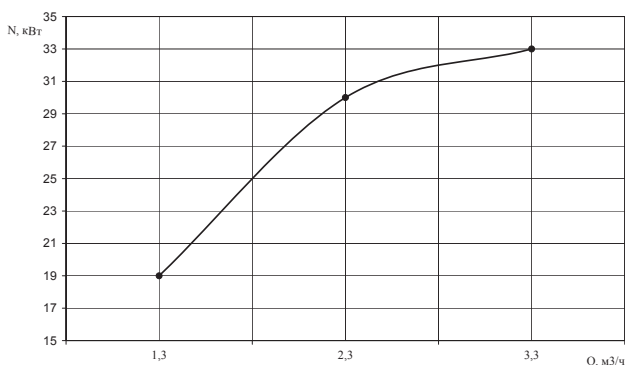


Рис. 9. Залежність величини потужності від продуктивності гідромлина при роботі на зерновій суміші

Після попереднього випробування гідромлина на кафедрі з робочою рідиною гідромодуль вода – зерно (3:1), установку було включено в технологіч-

ну лінію виготовлення спирту в умовах діючого виробництва спиртового заводу ДП “Сумспирт” (Сумська обл., Сумський р-н, с. Стецьківка). Гідромлин було змонтовано паралельно з робочою лінією приготування зернового замісу (рис. 8). Якість отриманого зернового замісу підтвердила лабораторія підприємства. В процесі роботи гідромлина на гідросуміші кукурудза і вода в пропорції 3:1, було зафіксовано точки, які сформували криву залежності потужності машини від її продуктивності (рис. 9). Важливим буде відмітити, що робоче середовище на виході з проточної частини гідромлина підвищувало свою температуру на 10°C.

мували криву залежності потужності машини від її продуктивності (рис. 9). Важливим буде відмітити, що робоче середовище на виході з проточної частини гідромлина підвищувало свою температуру на 10°C.

### Висновки

В подальшому планується проведення випробувань гідромлина тільки на першій ступені. Це зумовлено особливістю подрібнення зерна. Вона полягає в тому, що при подрібненні основна частина питомої енергії витрачається саме на порушення цілісності зерна. Для виконання такої функції більш доцільно використати конструктивну схему саме першої ступені гідромлина. Цікавим буде виявити енергетичну залежність такої машини від її конструктивних параметрів та від режимних параметрів роботи спочатку на чистій воді, а потім на зернових сумішах.

### Література

1. Технологія спирта і спиртпродуктів (В.В. Ильнич, Б.А. Устинников, И.И. Бурачевский, С.И. Громов; под ред. В.В. Ильнич. – М.: «Агропромиздат», 1987. – 383 с.: ил. – (Ученики и учебные пособия для учащихся техникумов).
2. Технологія спирта / [В.А. Маринченко, В.А. Смирнов, Б.А. Устинников и др; Под ред. В.А. Смирнова]. – М.: Лёгкая и пищевая пром-сть, 1984. – 416 с.
3. ДСТУ 3768-98 ТУ.
4. ГОСТ 16990-88 «Требования при заготовках и поставках».
5. ГОСТ 13634-90 «Требования при заготовках и поставках».
6. ГОСТ 22983-88 «Требования при заготовках и поставках».
7. ДСТУ 3769-98 ТУ.
8. Волков Н.И., Папченко А.А. Многофункциональный теплогенерирующий агрегат и его использование для приготовления кормовых смесей в сельскохозяйственных предприятиях // Всеукраїнський науково-технічний журнал “Промислова гідраліка і пневматика”. – Вінниця, 2004. №1(3). – С. 99-102.
9. Волков М.І., Папченко А.А. Сфери використання теплогенеруючих агрегатів // Матеріали науково-технічної конференції преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов. – Сумы, 2005.
10. Волков Н.И., Каплун И.П., Папченко А.А. Новая техника для перспективных технологий // Отраслевой журнал «Насосы & оборудование». – 2004. №3 – 4. – С. 34 – 36.
11. Папченко А.А. Гідродинаміка робочого процесу теплогенеруючого агрегату багатфункціонального призначення // Автореферат. дис. канд. техн. наук.-Суми: СумДУ, 2006. – 20 с.
12. Ковальов С.Ф., Папченко А.А. Багатфункціональні теплогенеруючі агрегати та їх використання для перспективних технологій спиртової промисловості // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля Науковий журнал № 3 (109) 2007 Ч.1 – Луганськ 2007. – С. 124 – 128.