

**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**



*ХІХ МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ*

**«УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТА  
ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА  
ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

*ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ*

**12-16 вересня 2022 р.**

**м. Одеса, Україна**

Кафедра процесів, обладнання та енергетичного менеджменту

© ОНТУ, Одеса 2022 р.

**Організатори конференції**  
Міністерство освіти і науки України  
Одеська державна обласна адміністрація  
Одеський національний технологічний університет  
Консалтингова лабораторія ТЕРМА

**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ**

<b>Єгоров</b> <i>Богдан Вікторович</i>	– голова, Одеський національний технологічний університет, президент університету, д.т.н., професор
<b>Бурдо</b> <i>Олег Григорович</i>	– вчений секретар, Одеський національний технологічний університет, д.т.н., професор
<b>Атаманюк</b> <i>Володимир Михайлович</i>	– Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
<b>Гавва</b> <i>Олександр Миколайович</i>	– Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
<b>Гумницький</b> <i>Ярослав Михайлович</i>	– Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
<b>Долинський</b> <i>Анатолій Андрійович</i>	– Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАН України
<b>Зав’ялов</b> <i>Владимир Леонідович</i>	– Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
<b>Сукманов</b> <i>Валерій Олександрович</i>	– Полтавський університет економіки і торгівлі, д.т.н., професор
<b>Колтун</b> <i>Павло Семенович</i>	– Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
<b>Корнієнко</b> <i>Ярослав Микитович</i>	– Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
<b>Малежик</b> <i>Іван Федорович</i>	– Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор

**Паламарчук**  
*Ігор Павлович*

– Національний університет біоресурсів та природокористування України, д.т.н., професор

**Снежкін**  
*Юрій Федорович*

– Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., академік. НАН України

**Сухий**  
*Константин Михайлович*

– ректор ДВНЗ «Українського державного хіміко-технологічного університету», д. хім. н., професор

**Сорока**  
*Петро Гнатович*

– Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор

**Тасімов**  
*Юрій Миколайович*

– Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України

**Товажнянський**  
*Леонід Леонідович*

– Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України

**Ткаченко**  
*Станіслав Йосифович*

– Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, д.т.н., професор

**Шит**  
*Михаїл Львович*

– Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

## ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова, президент університету

д.т.н., проф.

Б.В. Єгоров

Заст. голови, проректор з наукової роботи

к.т.н., доцент

Н.М. Поварова

Заст. голови, директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. Мартиновського

д.т.н., професор

Б.В. Косой

Заст. голови з організаційних питань, завідувач кафедри ПОтаЕМ,

д.т.н., проф.

О.Г. Бурдо

Відповідальний секретар,

к.т.н., асистент

Н.В. Ружицька

Секретар,

к.т.н., асистент

Ю.О. Левтринська

### Члени оргкомітету:

д.т.н., доц. **О.В. Зиков**

к.т.н., доц. **О.М. Всеволодов**

к.т.н., доц. **І.І. Яровий**

аспірант **О.В. Акімов**

к.т.н., асистент **І.В. Сиротюк**

аспірант **Є.О. Пилипенко**

аспірант **В.П. Алі**

аспірант **Я.О. Фатєєва**

інженер **О.Ф. Терземан**

інженер **В.В. Петровський**

зав. лаб. **В.Ю. Юрлов**

аспірант **М.Ю. Молчанов**

Одеський національний технологічний університет

вул. Канатна, 112, г. Одеса, Україна, 65039

Тел. 8(048) 712-41-29, 712-41-75

Факс +724-86-88, +722-80-42, +725-47-83

e-mail: [terma\\_onaft@ukr.net](mailto:terma_onaft@ukr.net)

сайт: [www.ontu.edu.ua](http://www.ontu.edu.ua) , [www.nanofood.com.ua](http://www.nanofood.com.ua)

матеріалу. Найбільш доцільний режим для сушіння насіння сої є двоступеневий режим сушіння 65/50°C від режиму сушіння 50°C відрізняється тим, що збільшує інтенсивність процесу на 23% та зберігає схожість на рівні 100%.

### Література

1. Станкевич Г. М. Сушіння зерна: Підручник / Г.М. Станкевич, Т.В.Страхова, В.І. Атаназевич – К.: Либідь, 1997. – 352 с.
2. Broker, D.B.; Bakker-Arkema, F.W.; Hall, C.W. Drying cereal grains. Westport: AVI, 1974. 265p.
3. Franca Neto, J.B.; Henning, A.A.; Krzyzanowski, F.C., Soybean seed drying. Seed production and technology for the tropics. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tropical soybean: improvement and production. Rome: FAO, 1994. p.217-240. (FAO Plant Production and Protection Series, 27).
4. Boyd, A.H. Heated air drying of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed. 1974. 90f. Dissertation (Doctor of Philosophy) -Faculty of Mississippi State University, Mississippi State, 1974.
5. Krzyzanowski, F.C, West, S.H, Franca Neto, J.B. Drying soybean seed using air ambient temperature at low relative humidity. Revista Brasileira de Sementes, vol. 28, n. 2, p.77-83, 2006.
6. Afrakhteh, S, Frahmandfar, E, Hamidi A. and Ramandi H. Evaluation of Growth Characteristics and Seedling Vigor in Two Cultivars of Soybean dried under different Temperature and Fluidized bed dryer. Intl J Agri Crop Sci. Vol., 5 (21), 2537-2544, 2013.
7. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Rules For Testing Seeds. Journal of Seed Technology, Beltsville, v.6, n. 2, 126p, 1987.
8. Pazyuk V. Petrova Zn., Chepeliuk O. Determination of rational modes of pumpkin seeds drying. Ukrainian Food Journal. 2018. Volume 7, Issue 1. P. 135 – 150.

УДК 621.311.694.3

## РОЗРАХУНОК ШВИДКОСТІ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ ПРИ ОХОЛОДЖЕННІ ПОРОЖНИСТИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТІЛ

Оборський Г.О., Бундюк А. М., Моргун Б. О.

Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна

**Вступ.** Пропонується використання ежектора для охолодження гарячої циліндричної труби за рахунок всмоктування прохолодного повітря у камеру змішування.

Ежектор — це струминний насос для відсмоктування газів, пари, рідин або сипких мас за рахунок передачі кінетичної енергії від робочого середовища (що рухається) до відсмоктувального. Дія ежектора заснована на розрідженні, що створюється у ньому струминою іншого газу (пари, рідини), яка швидко рухається. Це явище носить назву ежекція [1].

**Основний матеріал.** У даній роботі використовується принцип ежекції для охолодження байпасної труби котлоутилізатора КЕУ (рис. 1).

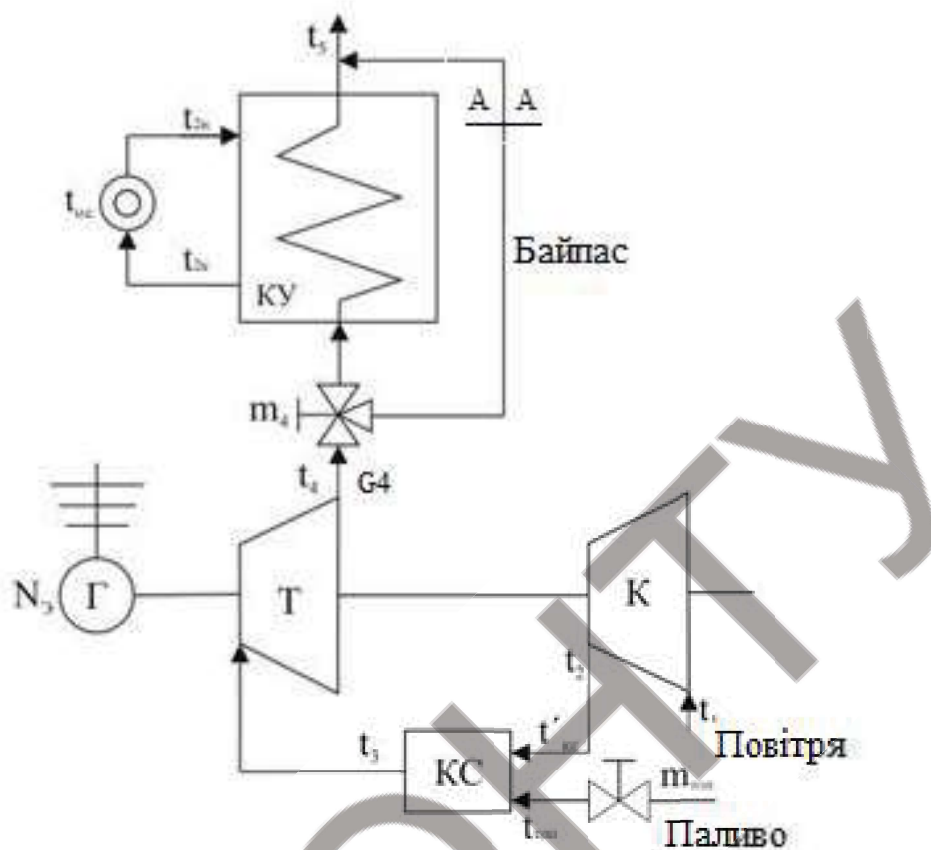


Рис. 1 – Схема КЭУ с байпасом котлоутилизатора

У цій схемі частина газів, що йдуть з турбіни, направляється в котлоутилизатор (КУ) для забезпечення необхідного теплового навантаження, а частина, що залишилася, викидається в атмосферу через байпас [2]. Перевагою схеми є можливість забезпечити збільшення теплової потужності КУ для зимового періоду зі зниженими температурами навколишнього середовища за рахунок байпасу котлоутилизатора.

По байпасу протікає потік газів, що йдуть з турбіни з високою температурою. Труба байпасу перегрівається і має підвищений знос. Для запобігання такого зносу пропонується її охолодження з допомогою ежектора (рис. 2).

Повітря з зовнішнього середовища засмоктується ежектором у міжтрубний простір, що приводить до охолодження газової труби байпасу.

#### Розрахунок швидкості повітря у міжтрубному просторі.

**Варіант 1.** Витрата газу після турбіни дорівнює  $G_4 = 11,58$  кг/с [3]. Витрата газу через байпас  $G_B$  дорівнює 10 % від  $G_4$ , тобто  $G_B = 1,158$  кг/с. Густина газу при температурі  $t_4 = 585$  °С дорівнює  $\rho_G = 0,414$  кг/м<sup>3</sup>. Внутрішній діаметр труби байпасу дорівнює  $d_{БВ} = 0,15$  м. Площа перетину  $F_{БВ}$  газової труби байпасу дорівнює:

$$F_{БВ} = \pi * d_{БВ}^2 / 4 = 3,14 * 0,15^2 / 4 = 0,018 \text{ м}^2.$$

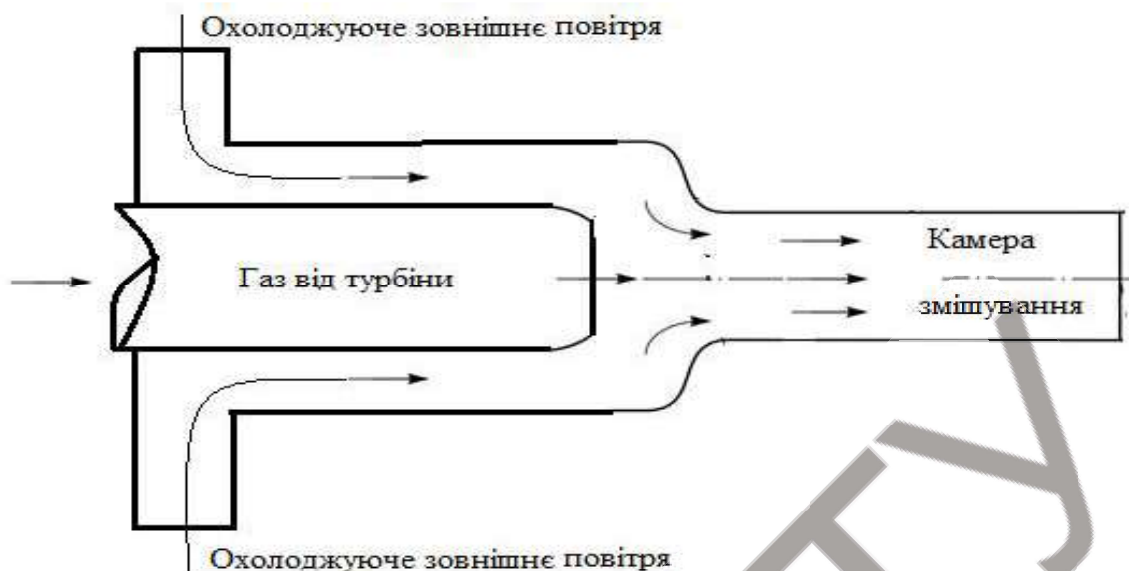


Рис. 2 – Принципова схема ежектора

При таких даних швидкість газу у байпасі  $\omega_1$  визначається:

$$\omega_1 = G_B / (\rho_G * F_{БВ}) = 1,158 / (0,414 * 0,018) = 155 \text{ м/с.}$$

Приймаємо коефіцієнт ежекції  $n = 2$ , при цьому витрата повітря  $G_{\Pi}$  дорівнює:

$$G_{\Pi} = n * G_B = 2 * 1,158 = 2,316 \text{ кг/с.}$$

Густина повітря  $\rho_{\Pi}$  при температурі  $t_{\Pi} = 20^{\circ}\text{C}$  дорівнює  $\rho_{\Pi} = 1,225 \text{ кг/м}^3$ . Товщина стінки байпасної труби дорівнює 4 мм. Площа перетину  $F_{\Pi}$  при внутрішньому діаметрі кожуха  $d_{КВ} = 0,35 \text{ м}$  дорівнює:

$$F_{\Pi} = F_K - F_{БЗ} = \pi / 4 * (d_{КВ}^2 - d_{БЗ}^2) = 3,14 / 4 * (0,35^2 - 0,158^2) = 0,077 \text{ м}^2$$

Швидкість повітря у міжтрубному просторі  $\omega_2$  дорівнює:

$$\omega_2 = G_{\Pi} / (\rho_{\Pi} * F_{\Pi}) = 2,316 / (1,225 * 0,077) = 25 \text{ м/с.}$$

**Варіант 2.** Приймаємо внутрішній діаметр кожуха  $d_{КВ} = 0,30 \text{ м}$ . Площа перетину кожуха дорівнює:

$$F_{\Pi} = F_K - F_{БЗ} = \pi / 4 * (d_{КВ}^2 - d_{БЗ}^2) = 3,14 / 4 * (0,30^2 - 0,158^2) = 0,051 \text{ м}^2$$

Швидкість повітря у міжтрубному просторі  $\omega_2$  дорівнює:

$$\omega_2 = G_{\Pi} / (\rho_{\Pi} * F_{\Pi}) = 2,316 / (1,225 * 0,051) = 38 \text{ м/с.}$$

**Варіант 3.** Приймаємо діаметр кожуха  $d_{КВ} = 0,25 \text{ м}$ . Площа перетину кожуха дорівнює:

$$F_{\Pi} = F_K - F_{БЗ} = \pi / 4 * (d_{КВ}^2 - d_{БЗ}^2) = 3,14 / 4 * (0,25^2 - 0,158^2) = 0,029 \text{ м}^2$$

Швидкість повітря у міжтрубному просторі  $\omega_2$  дорівнює:

$$\omega_2 = G_{\Pi} / (\rho_{\Pi} * F_{\Pi}) = 2,316 / (1,225 * 0,029) = 65 \text{ м/с.}$$

При заданому внутрішньому діаметрі труби байпасу  $d_{БЗ} = 0,15 \text{ м}$  швидкість газу дуже велика.

**Варіант 4.** Приймаємо  $d_{БВ} = 0,3 \text{ м}$ . Визначаємо швидкості газу і повітря при нових параметрах.

Площа перетину  $F_{БВ}$  газової труби байпасу дорівнює:

$$F_{БВ} = \pi * d_{БВ}^2 / 4 = 3,14 * 0,30^2 / 4 = 0,07 \text{ м}^2.$$

При таких даних швидкість газу у байпасі  $\omega_1$  визначається:

$$\omega_1 = G_B / (\rho_G * F_{БВ}) = 1,158 / (0,414 * 0,07) = 40,0 \text{ м/с}.$$

Приймаємо внутрішній діаметр кожуха  $d_{КВ} = 0,40$  м. Площа перетину  $F_{П}$  при такому діаметрі кожуха дорівнює:

$$F_{П} = F_K - F_{БЗ} = \pi / 4 * (d_{КВ}^2 - d_{БЗ}^2) = 3,14 / 4 * (0,40^2 - 0,308^2) = 0,05 \text{ м}^2$$

Швидкість повітря у міжтрубному просторі  $\omega_2$  дорівнює:

$$\omega_2 = G_{П} / (\rho_{П} * F_{П}) = 2,316 / (1,225 * 0,05) = 38 \text{ м/с}.$$

**Варіант 5.** Приймаємо внутрішній діаметр кожуха  $d_{КВ} = 0,45$  м. Площа перетину  $F_{П}$  при такому діаметрі кожуха дорівнює:

$$F_{П} = F_K - F_{БЗ} = \pi / 4 * (d_{КВ}^2 - d_{БЗ}^2) = 3,14 / 4 * (0,45^2 - 0,308^2) = 0,085 \text{ м}^2$$

Швидкість повітря у міжтрубному просторі  $\omega_2$  дорівнює:

$$\omega_2 = G_{П} / (\rho_{П} * F_{П}) = 2,316 / (1,225 * 0,085) = 22 \text{ м/с}.$$

**Варіант 6.** Приймаємо внутрішній діаметр кожуха  $d_{КВ} = 0,50$  м. Площа перетину  $F_{П}$  при такому діаметрі кожуха дорівнює:

$$F_{П} = F_K - F_{БЗ} = \pi / 4 * (d_{КВ}^2 - d_{БЗ}^2) = 3,14 / 4 * (0,50^2 - 0,308^2) = 0,12 \text{ м}^2$$

Швидкість повітря у міжтрубному просторі  $\omega_2$  дорівнює:

$$\omega_2 = G_{П} / (\rho_{П} * F_{П}) = 2,316 / (1,225 * 0,12) = 16,0 \text{ м/с}.$$

Для аналізу отриманих результатів зведемо їх у таблицю.

Труба байпасу		Кожух ежектора					
$d_{БВ}, \text{ м}$	$w_1, \text{ м/с}$	$d_{КВ}, \text{ м}$	$w_2, \text{ м/с}$	$d_{КВ}$	$w_2, \text{ м/с}$	$d_{КВ}$	$w_2, \text{ м/с}$
0,15	155	0,25	65	0,30	38	0,35	25
0,30	40	0,40	38	0,45	22	0,50	16

**Висновки.** Визначені швидкості  $\omega_1$  потоку газу, що ежектує та швидкості  $\omega_2$  потоку повітря, що ежектується. Більш потужним є потік газів від турбіни зі швидкістю  $\omega_1 = 155$  м/с при  $d_{БВ} = 0,15$  м і  $\omega_1 = 40$  м/с при  $d_{БВ} = 0,30$  м.

Потік, що ежектується є слабшим. У першому варіанті його швидкість є  $\omega_2 = 25$  м/с, у другому –  $\omega_2 = 38$  м/с, а у третьому –  $\omega_2 = 65$  м/с при  $d_{БВ} = 0,15$  м.

У четвертому варіанті його швидкість є  $\omega_2 = 38$  м/с, у п'ятому –  $\omega_2 = 22$  м/с, а у шостому –  $\omega_2 = 16$  м/с при  $d_{БВ} = 0,3$  м.

Кращим варіантом, на думку авторів, буде така комбінація:

$$d_{БВ} = 0,30 \text{ м}; \omega_1 = 40 \text{ м/с}; d_{КВ} = 0,40 \text{ м}; \omega_2 = 38 \text{ м/с}.$$

При таких швидкостях потоки у камері змішування сходяться без збурень.

Повітряний потік охолоджує поверхню газової труби. Чим більша швидкість повітряного потоку, тим ефективніше охолоджується поверхня труби байпасу.

Перед монтажем труба байпасу перерізається по перетину А – А. Труба байпасу до перетину монтується вертикально, а після перетину вона заглушається.

#### Література

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Ежектор-Вікіпедія>.
2. Бундюк А.Н. Выбор экономичной схемы регенерации тепла когенерационной энергетической установки / Ю.К. Тодорцев, О.С. Тарахтий, А.Н. Бундюк // – Харьков, Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2/8 (78), 2015. С. 17-22.
3. Бундюк А.М. Дослідження динамічних характеристик теплового контуру когенераційної енергетичної установки при зміні її електричного навантаження / Г.О. Оборський, А.М. Бундюк / Наукові праці ОНАХТ, том 83, випуск 2, – Одеса, 2019.

<b>Михайлик В.А., Дмитренко Н. В., Корінчевська Т.В., Парняков О.С., Снежкін Ю.Ф. ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНУ ФРУКТОЗИ НА ПИТОМУ ТЕПЛОТУ ВИПАРОВУВАННЯ.....</b>	<b>25</b>
<b>Nefedov V.G., Mukhachev A.P., Sukhyu K.M., Belyanovskaya E.A., Sukhyu M.K. ENERGY EFFICIENT METHOD OF OBTAINING ZIRCONIUM AND HAFNIUM OF HIGH-PURITY.....</b>	<b>27</b>
<b>Яровий І.І., Алі В.П. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ СУШІННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ НА СТРІЧКОВІЙ МІКРОХВИЛЬОВІЙ УСТАНОВЦІ.....</b>	<b>29</b>
<b>Пазюк В.М. ОСОБЛИВОСТІ СУШІННЯ НАСІННЯ СОЇ З ОТРИМАННЯМ ВИСОКОЇ СХОЖОСТІ МАТЕРІАЛУ.....</b>	<b>33</b>
<b>Оборський Г.О., Бундюк А. М., Моргун Б. О. РОЗРАХУНОК ШВИДКОСТІ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ ПРИ ОХОЛОДЖЕННІ ПОРОЖНИСТИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТІЛ.....</b>	<b>37</b>

### Секція 3

## ІННОВАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ, ХІМІЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

<b>Беляновська О.А., Сухий К.М., Сергієнко Я.О., Сухий М.П., Сухий М.П., Суха І.В. ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ АДСОРБЦІЙНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ВІДКРИТОГО ТИПУ НА ОСНОВІ КОМПОЗИТУ «СИЛКАГЕЛЬ – НАТРІЙ СУЛЬФАТ».....</b>	<b>42</b>
<b>Ошипок І. М. ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПЕРАЦІЙ ПРОЦЕСУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ.....</b>	<b>43</b>
<b>Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А., Щенський Д.Д. ВИКОРИСТАННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕНЕРГЕТИЦІ.....</b>	<b>46</b>
<b>Демченко В.Г., Коник А.В. СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ ВОДОРОЗЧИННИХ ПОЛІМЕРІВ.....</b>	<b>48</b>
<b>Янаков В. П. МОНІТОРИНГ СТРУКТУРИ ЗМІШУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....</b>	<b>50</b>
<b>Воїнов О. П., Воїнова С. О. ПРО УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ ЕФЕКТИВНІСТЮ ОБ'ЄКТІВ ВИРОБНИЦТВА.....</b>	<b>52</b>
<b>Novikova Yu., Petrov A. RESEARCH ON THE CREATION OF A COMPOSITE FUEL BASED ON THE SOLID RESIDUE OF PEAT AFTER EXTRACTION AND NUTRITIOUS RESIDUES OF CORN.....</b>	<b>58</b>
<b>Алексеїк Є.С., Кравець В.Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПУЛЬСАЦІЙНОЇ ТЕПЛОВОЇ ТРУБИ ЯК ЕЛЕМЕНТА ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВИТРАТИ ХОЛОДНОГО ТЕПЛОНОСІЯ.....</b>	<b>60</b>