

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІННОВАЦІЙНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**



ОДЕСА

2017

Публікуються доповіді, представлені на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні енерготехнології» (4 – 8 вересня 2017 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

доктор техн. наук, професор

О.Г. Бурдо

Ю.О. Левтринська

Е.Ю. Ананійчук

О.В. Катасонов

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

- Єгоров**
Богдан Вікторович - голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
- Бурдо**
Олег Григорович - вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
- Атаманюк**
Володимир Михайлович – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
- Васильєв**
Леонард Леонідович – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н, професор
- Гавва**
Олександр Миколайович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Гумницький**
Ярослав Михайлович – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
- Долинський**
Анатолій Андрійович –Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАНУ
- Зав’ялов**
Владимир Леонідович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Керш**
Владимир Яковлевич – Одеська державна академія будівництва та архітектури, д.т.н., професор
- Колтун**
Павло Семенович – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
- Корнієнко**
Ярослав Микитович – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Малежик**
Іван Федорович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Михайлов**
Валерій Михайлович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н, професор
- Паламарчук**
Ігор Павлович – Вінницький національний аграрний університет, д.т.н., професор
- Снежкін**
Юрій Федорович –Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., член-кор. НАНУ
- 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
- Ткаченко**
Станіслав Йосифович – Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
- Ульєв**
Леонід Михайлович – Національний технічний університет Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Черевко**
Олександр Іванович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н, професор
- Шит**
Михайл Львович – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

3. Linnhoff B, Flower JR: Synthesis of heat exchanger networks: I. Systematic generation of energy optimal networks// AIChE J. 1978. Vol. 24, pp. 633-642.
4. Flower J.R., Linnhoff B. Synthesis of heat exchanger networks — 2. Evolutionary generation of networks with various criteria of optimality// AIChE J. 1978. Vol. 24, pp. 642-654.
5. Linnhoff B., Townsend D.W., et al. A user guide on process integration for the efficient use of energy. IChemE, Rugby, UK 1982 (New editions 1991, 1994, 2007). – 247 p.
6. Mizutani F.T., Pessoa F.L.P., Queiroz E.M., Hauan S., Grossmann I.E. Mathematical programming model for heat exchanger networks synthesis including detailed heat-exchanger designs. 2. Networks synthesis // Ind. Eng. Chem. Res. 2003, vol. 42, pp. 4019-4027.
7. Reisen van J.L.B., Grievink J., Polley G.T., Verheijen P.J.T. The placement of 2-stream and multi-stream heat-exchangers in an existing network through path-analysis // Comput. Chem. Eng. 1995, vol. 19, pp. 143-148.
8. Zhu X.X., Zangir M., Klemes J. Heat transfer enhancement for heat exchanger network retrofit // Heat Transf. Eng. 2000, vol. 21, pp. 7-18.
9. Liu X.-W., Luo X., Ma H. Studies on the retrofit of heat exchanger network based on the hybrid genetic algorithm // Appl. Therm. Eng. 2013, vol. 61, No. 2, pp. 785-790.
10. Bonhivers J.-C., Srinivasan B., Stuart P.R. New analysis method to reduce the industrial energy requirements by heat-exchanger network retrofit: Part 1 – Concepts // Appl. Ther. Eng. – 2017, vol. 119, No. 5, pp. 659–669.
11. Bonhivers J.-C., Alva-Argaez A., Srinivasan B., Stuart P.R. New analysis method to reduce the industrial energy requirements by heat-exchanger network retrofit: Part 2 – Stepwise and graphical approach // Applied Thermal Engineering. – 2017, vol. 119, No. 5, pp. 670–686.
12. Khusanov A.E., Ulyev L.M., Vasilyev M. V., Kaldybaeva B.M., Maatouk A. Heat Energy Integration of Light Hydrocarbons Separation Process // International Conference of Industrial Technology and Engineering. Shymkent, Kazakhstan, – 2015, – P. 149–155.
13. Ulyev L., Vasilyev M., Maatouk A., Duic N., Khusanov A. Total Site Integration of Light Hydrocarbons Separation Process // Chemical Engineering Transaction. – 2016. – Vol. 52. P. 1–6.
14. Graham R.L., Knuth D.E., Patashik O. Concrete Mathematics. A Foundation for Computer Science. Second Edition. - Amsterdam: Addison-Wesley. 1994.

УДК 628.81:378.16:621.577

ПРОЕКТ ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦІЇ УЧЕБНОГО КОРПУСА ОНАПТ

Перетяка С.Н. канд. техн. наук, доцент, Козинець А.Ю. студент,

Бандура Д.А. студент

Одесская национальная академия пищевых технологий

PROJECT OF THERMOMODERNIZATION OF THE EDUCATIONAL CASE OF ONAFT

PERETYAKA S.N. cand. tech. sci., associate professor,

KOZINETS A.Yu. student, BANDURA D.A. student

Odessa national academy of food technologies

Аннотация: В статье рассмотрен проект термомодернизации учебного корпуса, который обеспечит допустимые условия работы в учебном корпусе Одесской национальной академии пищевых технологий. Проведен анализ существующих систем отопления в развитых странах. Предложены мероприятия технического и организационного характера, которые позволяют обеспечить нормативные условия в учебных аудиториях при полном отказе от центрального отопления. Проанализирована возможность внедрения системы энергетического менеджмента.

Abstract: The article considers the project of thermomodernization of the educational building, which will ensure the admissible working conditions in the educational building of the Odessa National Academy of Food Technologies. The analysis of the existing heating systems in developed countries is carried out. The proposed technical and organizational arrangements that allow to ensure the normative conditions in classrooms with complete refusal of central heating. The possibility of introducing an energy management system is analyzed. .

Ключевые слова: отопление, термомодернизация, центры учета энергии, система энергетического менеджмента

Keywords: heating, thermomodernization, energy accounting centers, energy management system

Планета Земля стремительно приближается к изменению климата. Такие климатические изменения периодически случались в истории нашей планеты, однако, впервые это вызвано деятельностью человека, и скорость текущих изменений беспрецедентна. CO₂, выделяемого при сгорании ископаемого топлива и кислорода, изменяет состав нашей атмосферы. Кроме всего прочего, неконтролируемое использование

традиційних видів енергії веде до стрімкого вичерпання світових запасів ископаємих енергоносіїв. Найменша величина скорочення енергопотреблення, особливо в густонаселених місцях, веде до зниження обсягу викидів забруднюючих речовин і, відповідно, допомагає захистити навколишнє середовище. Єдиний спосіб, який дозволяє різко знизити обсяги споживаного палива і, як наслідок, витрати енергії і обсяги викидів - це існуючі і нові будівлі, для цього необхідно покращити теплоізоляцію і встановити більш ефективні опалювальні системи. Для зниження викидів CO₂ і захисту навколишнього середовища в майбутньому нам доведеться обходитися значно меншою кількістю енергії для опалення, ніж ми використовували до цього часу. В той час, як існуючі не модернізовані будівлі старої конструкції витрачають на опалення від 300 до 400 кВт·ч/м² в рік енергії, потреба в опалювальній енергії для будівель майбутнього покоління становить від 20 до 40 кВт·ч/м² в рік. Так що основна характеристика архітектури будівель майбутнього - це ультранизкий, а також нульовий споживання енергії. Таким чином, можна виділити основні напрями розвитку енергоефективних будівель:

1. Зниження споживання теплових ресурсів при повній або частковій задоволеності електроенергією.
2. Створення більш досконалих систем вентиляції і теплоізоляції.
4. Зменшення споживання води.

Сучасні нововведення в області будівництва спрямовані на те, щоб людські поселення приносили як можна менше шкоди навколишньому середовищу. Прикладом будівель, які в майбутньому дозволять нам жити в гармонії з природою, в той же час, не позбавляючи нас звичного комфорту, є так звані будівлі «нульової енергії» (zeroenergy house) або «пасивні» будинки (passive house), об'єднані загальною назвою «енергоефективні будинки».

Катастрофічна ситуація з існуючою системою централізованого теплоснабження в Україні відома [1-3]. Розглянемо, як цю проблему з опаленням вирішують в розвинених країнах.

В Великобританії кожен житель обігрівається «в самотність». Такого поняття, як центральне опалення, в країні немає. В будинках і квартирах встановлені бойлери - індивідуальні газові колонки, нагріваючі воду і батареї. В залежності від смаків і можливостей господаря можна або замерзати, економлячи на обігріві, або топити посилено, нагріваючи свої батареї до максимуму. В туалетах і ванних кімнатах, як правило, немає - зимою температура в них не вище 10 градусів; в спальні теж немає обігріву. Всю ніч топити - дорого. Опалення - кілька годин на добу, дуже економічно. Британські фізіологи склали таблицю-інструкцію: вище 21 градуса - температура дискомфорту, вище 24 - температура, підвищує ризик серцевих приступів. Нижній поріг комфорту - 18 градусів. Від 16 до 18 - температура нормальна, ризики невисокі, і така температура тримається в п'яти мільйонах будинків Королівства. Компанії, що постачають електрику і газ (це конкурентний ринок, і можна вибрати, у кого купувати тепло), дають список порад, як не замерзнути зимою. Наприклад, не рекомендується запускати пральною машину «вхолостую» - треба почекати, поки бак заповниться брудним білизною під зав'язку. Порадастирати в холодній воді, це пізніше для білизни, ніж гаряча вода. Вимкнути комп'ютер, коли він простає без роботи. Не залишати на зарядці мобільний телефон на всю ніч. Використовувати енергозберігаючі лампочки. Принимати короткі душі замість довгої ванни.

В Японії ситуація з опаленням наступна: система центрального опалення є тільки в префектурі Хоккайдو - холодній частині країни. Решта населення Японії обігрівається самостійно. Більшість сучасних будинків в Японії обігрівається з допомогою електричних кондиціонерів (зима / літо) і обігрівачів різних типів: електричних, масляних, керосинових або газових. В холодну пору року японці надівають піжами або використовують поверх звичайного одягу електричний ковдру. Дуже популярні в Японії електричні килимки. Такий килимок нагадує електричний одяг. Користувач може регулювати температуру обігріву. Можливо обігрівати тільки частину килимка, там, де, наприклад, ви сидите. Крім того, в японських школах опалення немає. В рекреаційних зонах є точки локального обігріву, де в перервах діти можуть погріти руки.

В Німеччині теж немає центрального опалення в нашому класичному розумінні. Тут кожен обігрівається сам. В приватних будинках - свої котельні, в багатоквартирних будинках - окреме газові обладнання, яке гріє воду для батарей. Скільки газу споживає, стільки і заплатив. На всіх батареях стоять клапани з термостатами, якими регулюють температуру в приміщенні. В гостиній, де сім'я проводить багато часу, їх включають сильніше, а в туалеті - на мінімум. Існують навіть спеціальні рекомендації для температурного режиму приміщень. Для зали достатньо 20 градусів тепла, для ванної до 22 градусів, в спальнях потрібно 16-18 градусів тепла. В маловикористовуваних приміщеннях (туалетах, кладових і т.д.) температура повітря повинна бути 14-16 градусів тепла. Якщо дозволяють обставини (відсутність маленьких дітей), то підтримують температуру ще нижче. Ночі німці часто користуються електричними простялками - грілкою на все тіло. Вона включається і вимикається автоматично. Німецькі домовласники все охочіше використовують для обігріву індивідуальні будинки біомасу, дрова, пелети з відходів деревообробки, теплові насоси і сонячні батареї. Уряд підтримує цю тенденцію законодавчо і матеріально. В Німеччині вступив в силу закон, згідно

которому новые здания сдаются в эксплуатацию, обязаны часть потребляемой ими энергии черпать из возобновляемых источников. Благодаря различным государственным программам домовладельцам, которые перешли на экологические виды топлива, компенсируют до 15 процентов расходов на приобретение и установку новой техники.

Центрального отопления в нашем понимании во Франции нет. Вместо этого есть два варианта:

1. Общедомовое отопление - это централизованное отопление в отдельно взятом многоквартирном доме.

2. Индивидуальное отопление. В ванной, туалете или кухне находится аппарат, регулирующий горячую воду. Он электрический или газовый. К этому аппарату подключены и батареи. Тепло в квартире регулируется. Электрические нагреватели распространены больше, чем газовые. Их главное преимущество: они не требуют регулярного и дорогой проверки и обслуживания, как газовые. Использование входит в общий счет за электричество. Тариф на электричество в стране - двойной полный - с 7.00 до 23.00 и льготный, то есть в полтора раза меньше, - с 23.00 до 7.00. Государство уже несколько десятилетий подталкивает граждан экономить энергию. И не только с помощью тарифной политики. Мощный рычаг - фискальный. Все французы, осуществляющие работы по теплоизоляции своего жилья - старого или только что отстроенного, - имеют право по закону вписать затраченные средства в налоговую декларацию. В этом случае от 25 до 50 процентов от стоимости работ им зачтут со знаком «минус» и могут снизить подоходный налог. То же самое касается установки различного рода энергоэффективного экологически выгодного оборудования - солнечные батареи, нагреватели с повышенной энергоотдачей, как газовые, так и электрические. На их приобретение граждане получают льготные кредиты. Что касается нового жилья, то начиная с 2008 года каждый проект площадью более 1000 квадратных метров должен отвечать новым требованиям теплоизоляции. Иначе его не принимают и отправляют на доработку.

В условиях Финляндии на глубине 200 метров температура может достигать до +10 градусов, поэтому все чаще новый финский дом черпает геотермальную энергию. В домах устанавливают специальное устройство: тепловой насос. Стоит он, конечно, недешево, зато окупается за 5-7 лет и позволяет экономить от 30 и выше процентов электроэнергии. Неудивительно, что такие цифры соблазняют и владельцев старых домов переоборудовать свои жилища. Финны используют кондиционеры для обогрева домов. При морозах до - 5 °C это работает прекрасно: потратив на работу 1 кВт электроэнергии, тепловой насос произведет до 2 и даже 5 кВт тепла. Такой кондиционер прекрасно зарекомендовал себя для небольших домов - не более 120 м², т.к. отпадает необходимость бурить землю и устанавливать дорогостоящее оборудование: все расходы не более 2000-3000 евро.

Цель данных исследований обосновать проект термомодернизации для учебного корпуса «В» Одесской национальной академии пищевых технологий, который обеспечит соответствующие условия пребывания сотрудников и студентов с минимальными финансовыми затратами. Это предполагает полный отказ от центрального отопления, возможность использования корпуса в зимний период и минимизацию затрат на создание допустимых микроклиматических условий в корпусе.

Таким образом, термомодернизация должна обеспечить следующие нормы температуры и относительной влажности воздуха в помещениях учебного заведения [4, 5]:

- ✓ в классах, учебных кабинетах, лабораториях, актовых залах, аудиториях - 18-20 °C;
- ✓ в спортивных залах - 15-17 °C;
- ✓ в помещениях для проведения кружковой работы - 19-23 °C;
- ✓ в раздевалках при спортивных залах - 19-23 °C;
- ✓ в библиотеках, кабинетах администрации - 17-21 °C;
- ✓ в туалетах - 17-21 °C;
- ✓ в вестибюле, гардеробе - 16-19 °C.
- ✓ относительная влажность воздуха должна быть 40 – 60 %.

Характеристика объекта исследований:

- Площадь корпуса – 10700 м²
- Объем помещений – 19600 м³
- Вентиляция – естественная неорганизованная
- Материал стен – кирпич ($\lambda = 0,55 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$)
- Толщина стен – $\delta = 0,69 \text{ м}$.
- Термическое сопротивление ограждений – $R = 1,25 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$
- Коэффициент остекления - 0,128 – 0,673.
- Стоимость отопления 1 200 000 грн в год

В результате проведенных исследований установлено, что для термомодернизации учебного корпуса необходимо следующие:

Технические мероприятия:

- 1) Термоизоляция стен (толщина изоляции 250 мм) (КВ₁) – 639920 грн.
- 2) Замена «старых» окон (227 шт.) на энергоэффективные (КВ₂) – 2376773 грн.

- 3) Установка грунтового теплообмінника (КВ₃) – 104425 грн.
- 4) Установка рекуператора теплоти вентиляційних вибросов (2 шт.) (КВ₄) – 717884 грн.
- 5) Установка калорифера (КВ₅) – 648750 грн.
- 6) Монтаж приточно-вытяжной вентиляции (КВ₆) – 900000 грн.

Организационные мероприятия:

- 7) Аудит каждой аудитории (график работы) – необходимость отопления
- 8) Отказ от отопления коридоров, лестниц и 3-х лекционных аудиторий (2400 м²)
- 9) Отказ от вентиляции коридоров, лестниц и 3-х лекционных аудиторий (7450 м³)
- 10) Внедрение системы энергетического менеджмента.
 - ✓ Создание центра учета энергии.
 - ✓ Назначение ответственного, который отвечает за потребление ресурсов корпусом.
 - ✓ Установка счетчиков (отопление, электрическая энергия, вода).
 - ✓ Регулярное снятие показаний (отопление, электрическая энергия, вода).
 - ✓ Расчет плановых показателей.

В итоге полный отказ от центральной системы отопления.

Суммарные капитальные вложения:

$$KB = KB_1 + KB_2 + KB_3 + KB_4 + KB_5 + KB_6 = 639920 + 2376773 + 104425 + 717884 + 22884 + 900000 = 4853423 \text{ грн}$$

Стоимость отопления до модернизации:

$$C_1 = N_1 \cdot \tau_1 \cdot Z_T = 190 \cdot 4320 \cdot 0,00086 \cdot 1706,9 = 1\,200\,000 \text{ грн}$$

где N₁ – тепловая мощность необходимая для поддержания температуры +18 °С, во всем корпусе, 190 кВт;

τ_1 – время работы системы отопления (круглосуточно), часы.

$$\tau_1 = 180 \cdot 24 = 4320$$

Z_T – стоимость тепловой энергии, грн/Гкал, Z_T = 1706,9

Стоимость отопления после модернизации:

$$C_2 = N_2 \cdot \tau_2 \cdot Z_e = 45 \cdot 2880 \cdot 2,71 = 351216 \text{ грн}$$

де N₂ – электрическая мощность необходимая для поддержания температуры +18 °С, во всем корпусе, 45 кВт;

τ_2 – время работы системы отопления (не работает ночью), часы.

$$\tau_2 = 180 \cdot 16 = 2880$$

Z_e – стоимость электрической энергии, грн/(кВт·ч), Z_e = 2,71

Годовой экономический эффект от термомодернизации:

$$E_p = (C_1 - C_2) - E_n \cdot KB = (1200000 - 351216) - 0,15 \cdot 4853423 = 120770 \text{ грн}$$

Срок окупаемости:

$$T = KB_3 / (C_1 - C_2) = 4853423 / (1200000 - 351216) = 5,7 \text{ года}$$

Литература

1. Мазуренко О. А. Порівняльний аналіз систем децентралізованого теплопостачання житлових будівель із використанням електроенергії [Текст] / О. А. Мазуренко, О. А. Климчук, О. М. Шраменко, О. А. Сичова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2014. - № 5(8). - С. 21-25.
2. Перетяка С.Н. Перевод учебного корпуса в здание с «нулевым» энергопотреблением [Текст] / Перетяка С.Н., Саченко В.В., Рейда Е.Ю. // Матеріали 6-ої міжнародної науково-практичної конференції «Енергоефективні технології в міському будівництві та господарстві» (м. Одеса, 17-18 листопада 2016 р.): ОДАБА, Одеса, 2016. – С. 42 – 47.
3. Перетяка С.Н. Выбор системы отопления для учебного корпуса ОНАПТ [Текст] / Перетяка С.Н., Саченко В.В. // Збірник праць XVI Міжнародної наукової конференції «Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв (м. Одеса, 5 – 9 вересня 2016): ОНАХТ, Одеса, 2016. – С. 357 – 360.
4. ДСТУ В.2.6.-31:2006 «Конструкція будівель і споруд Теплова ізоляція будівель»
5. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование

УДК 664.8.047:621.577

| | |
|--|-----|
| КИНЕТИКА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ГРАНАТОВОГО СОКА В УСТАНОВКЕ БЛОЧНОГО ВЫМОРАЖИВАНИЯ | 101 |
| Стоянова А.М., Драгни Е.И., Терземан Е.Ф. | |
| РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ СИСТЕМ С УТИЛИТНЫМИ ПУТЯМИ | |
| Ульев Л.М., Маатук А. | 106 |
| ПРОЕКТ ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО КОРПУСА ОНАПТ | |
| Перетяка С. Н., Козинец А. Ю., Бандура Д. А. | 111 |
| ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОНАСОСНОГО СУШІННЯ | |
| Дабіжа Н.О. | 115 |
| РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ КОЖУХОТРУБНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ ДЛЯ ВИСОКОМІНЕРАЛІЗОВАНИХ СЕРЕДОВИЩ | |
| Чаласєв Д.М., Шматок О.І., Грабова Т.Л., Сильнягіна Н.Б. | 121 |

ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

| | |
|--|-----|
| ПОГЛИНАННЯ ДВООКИСУ ВУГЛЕЦЮ ІЗ СУМІШІ ПОВІТРЯ З ДІОКСИДОМ СУЛЬФУРУ | |
| Дячок В. В., Гуглич С. І., Катишева В. В., Мандрик С. Т. | 126 |
| ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА МОНТМОРИЛОНІТУ, МОДИФІКОВАНОГО ПОЛІОНЕНАМИ | |
| Суха І.В., Томіло В.І., Белянєвська О.А., Сухий К.М. | 131 |
| ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ПІД ЧАС ВЗАЄМОДІЇ ТВЕРДОГО ТІЛА З РІДКИМ РЕАГЕНТОМ | |
| Гумницький Я.М., Атаманюк В.М., Симак Д.М., Данилюк О.М. | 138 |
| АДСОРБЦІЙНО-ДИФУЗІЙНІ ПРОЦЕСИ У СТАТИЧНОМУ ШАРІ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРІАЛУ В СТАЦІОНАРНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ УМОВАХ | |
| Сабадаш В.В., Гумницький Я.М. | 143 |
| ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА НЕЕНЕРГОСМНИХ КОНЦЕНТРАТИВ ФІТОПРЕПАРАТИВ | |
| Бурдо А.К., Альхурі Юсеф, Ананійчук Е.Ю., Велічко В.П. | 148 |
| РОЛЬ НАДЛИШКОВОГО МАРГАНЦЮ В ФОРМУВАННІ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОСТРУКТУРНОГО КОМПЗИТУ НА ОСНОВІ МАНГАНІТУ І СТАБІЛІЗОВАНОГО ДІОКСИДУ ЦИРКОНІЮ | |
| Акимов Г.Я., Новохацька А.О. | 153 |
| ЗАХИСНІ ПОЛІЕТИЛЕНОВІ ТРУБИ ДЛЯ ОПТОВОЛОКОННИХ КАБЕЛІВ ЗВ'ЯЗКУ З АНТИФРИКЦІЙНИМ ВНУТРІШНІМ ШАРОМ | |
| Гоцький Я. Г., Двойнос Я. Г. | 157 |
| ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЛУЧЕНИЯ КРЕМНИЯ ИЗ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ | |
| Рябик П.В., Опарин С.А., Гриднева Т.В. | 161 |
| ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЯДРА ПОДСОЛНЕЧНИКА | |
| Евлаш В.В., Потапов В.А. Никитин С.В. | 164 |
| ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ БЛОКА ЛЬДА В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ | |
| Тришин Ф.А., Трач А.Р., Орловская Ю. В. | 168 |
| ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ МОРСКОЙ ВОДЫ В АППАРАТАХ БЛОЧНОГО ВЫМОРАЖИВАНИЯ | |
| Тришин Ф.А., Масельская Я.А. | 174 |
| ОЦІНЮВАННЯ БЕЗРЕАГЕНТНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ | |
| Журавська Н. Е. | 179 |