

ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ

ХVІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ (14 квітня 2017 р.)

**Збірник наукових праць
Секція 2: «Теплофізика, теплоенергетика, наноматеріали та
нанотехнології»**



ОДЕСА 2017

УДК 547; 37.022

Еколого-енергетичні проблеми сучасності / Збірник наукових праць всеукраїнської науково - технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, 14 квітня 2017 р. – Одеса, Видавництво ОНАХТ, - 2017р. – 77 с.

Збірник включає наукові праці учасників, що об'єднані по темам:
теплофізичні проблеми в різних галузях науки і техніки;
енергетика і енергозбереження в сучасних виробництвах.

Матеріали подано українською, російською та англійською мовами.

ISSN 0453-8307 © Одеська національна академія харчових технологій

ВИБІР ТЕПЛОНОСІЯ ДЛЯ ПІДІГРІВУ ТЕМНИХ НАФТОПРОДУКТІВ У РЕЗЕРВУАРНИХ ПАРКАХ НАФТОБАЗ

Андерсон О.Ю., молодий вчений
ОНАХТ, м. Одеса

Існує проблема підігріву мазуту у резервуарних парках нафтобаз. Темні нафтопродукти (мазут, гудрон) поступають в резервуари при температурі 60-70°C, яка повинна підтримуватися постійною до відвантаження нафтопродукту. На сьогоднішній день більшість нафтобаз на території України використовують для підігріву темних нафтопродуктів у резервуарних парках водяний пар. Основною проблемою на даних підприємствах є застарілі системи транспортування водяної пари, де не використовується конденсат, який утворюється після конденсації пари.

Як альтернативний варіант, запропоновується використовувати перегріту гарячу воду. У деяких випадках існує можливість перевodu парових котлів на водогрійний режим, і виробляти перегріту гарячу воду.

Для цього до порівняльного розрахунку був прийнятий резервуар вертикальний сталевий РВС-10000м³, у якому зберігається мазут марки М-100. Була розрахована необхідна кількість теплової енергії на його підігрів, з урахуванням втрат тепла від корпусу резервуару. Для середньодобової температури листопада це значення склало 3,5 ГДж/год.

Розглянемо теплообмін між нафтопродуктом (мазутом) та теплообмінником у резервуарі, у двох випадках: 1) при теплоносії – вода з температурою 120°C, 2) насичений водяний пар з температурою 150°C.

Рівняння теплопередачі виглядає наступним чином:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t}$$

де, K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/м²·К; F – площа теплообмінника, м²; Δt – середньологарифмічна різниця температур, °C; Q – потужність ТО, Вт.

Визначимо, на скільки відрізняється площа теплообміну для випадків підігріву нафтопродукту водяною парою та водою для однакової потужності теплообмінника. Для цього розглянемо кожен складову рівняння (2).

1. Коефіцієнт теплопередачі K

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{np}} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{\alpha_{mn}}}$$

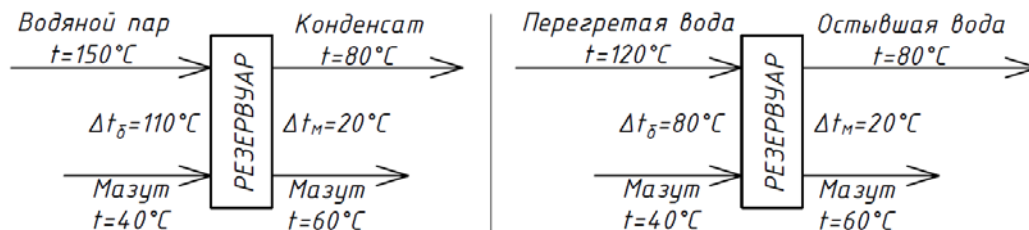
де, α_{mn} – коефіцієнт тепловіддачі для нафтопродукту, Вт/м²·К; α_{np} – коефіцієнт тепловіддачі для теплоносія, Вт/м²·К; δ_{cm} – товщина стінки теплообмінника, м; λ_{cm} – коефіцієнт теплопровідності сталі, Вт/м·К.

У випадку підігріву нафтопродукту при зберіганні його у резервуарі, для нафтопродукту спостерігається вязкісно-гравітаційний режим, при якому розрахований коефіцієнт тепловіддачі знаходиться у діапазоні 30-60 Вт/м²·К. Коефіцієнт тепловіддачі для води та пари при турбулентному режимі руху на порядок більший ніж при вязкісно-гравітаційному для нафтопродукту, тому визначаючим фактором у формулі (2) є саме α_{np} . Таким чином:

$$K_{пар} \approx K_{вода}$$

2. Середньологарифмічна різниця температур Δt

Визначимо середньологарифмічну різницю температур за формулою (3) для двох теплоносіїв з температурними параметрами, показаними на мал. 1. Необхідно відмітити, що розрахунок різниці температур для водяної пари розбивається на два етапи: 1 етап – конденсація водяної пари при температурі насичення; 2 етап – переохолодження конденсату.



Мал. 1 – Температурні потоки при процесі теплообміну

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_m}{\ln \left(\frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_m} \right)}$$

Проведені розрахунки показали, що для водяної пари у даному випадку середньологарифмічна різниця температур на 22% більша ніж для води. Отже, на основі вищевикладених розрахунків можна записати:

$$F_{то}^{вода} / F_{то}^{пар} \approx 1,25$$

Для прийнятих параметрів теплоносіїв для передачі теплової енергії у кількості 3,5 ГДж/год необхідно:

Перегрітої води ($\Delta t=40^{\circ}\text{C}$) – 20,8 м³/год.

Насиченої пари ($h=2734$ кДж/кг) – 1,5 тонн/год.

Таким чином, у даному випадку збільшення площі теплообмінника на 22% дозволяє замінити насичену водяну пару на перегріту воду, при цьому нафтопродукту буде передано та ж сама кількість теплової енергії.

Інформаційні джерела:

1. Безгрешнов А.Н. Расчет паровых котлов в примерах и задачах. Уч. пособие для ВУЗов / А.Н. Безгрешнов, Ю.М. Липов, Б.М. Шлейфер. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240с.

Науковий керівник: доцент, к.т.н., Кологривов М.М.
Одеська національна академія харчових технологій

УДК 504.054

ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ И ТОКСИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ

Артёменкова В. О., студентка группы ЕК-435(а),
Одесская национальная академия пищевых технологий

Деятельность нефтеперерабатывающих и нефтегазодобывающих предприятий, увеличивающих темпы своего развития на современном этапе, неизбежно оказывает техногенное воздействие на объекты природной среды, приводящее к нарушениям равновесия в экосистемах. Как загрязнители, кроме природных углеводородов и продуктов их переработки, также выступают катализаторы, ингибиторы, поверхностно-активные

вещества, щелочи и кислоты, вещества, образующиеся при химического превращения нефти и нефтепродуктов и тому подобное.

Одним из таких загрязнителей являются нефтесодержащие шламы. Нефешламы (нефтяные шламы) — это сложные физико-химические смеси, которые состоят из [нефтепродуктов](#), механических примесей (глины, окислов металлов, песка) и воды. Соотношение составляющих нефешлам элементов может быть самым различным.

Нефтяные шламы образуются при проведении таких производственных процессов, как переработка, добыча и транспортировка нефти. Данный тип отходов представляет большую опасность для окружающей среды и подлежит в первую очередь переработке, хотя захоронению по-прежнему подвергается большая часть нефешламов.

Образовываться нефешламы могут как в результате естественных контролируемых процессов (например, очистка нефти от примесей и воды), так и от всевозможных аварий (разливов). В последнем случае при позднем обнаружении или масштабной аварии природе может быть нанесён огромный ущерб.

В зависимости от способа образования и, соответственно, физико-химического состава нефтяные шламы подразделяются на несколько групп или видов:

- Придонные, образующиеся на дне различных водоёмов после произошедшего разлива нефти.
- Образующиеся при бурении скважин буровыми растворами на углеводородной основе.
- Образующиеся в процессе добычи нефти, а, точнее, в процессе её очищения. Дело в том, что добытая из скважины нефть содержит многочисленные соли, выпавшие твёрдые углеводороды, механические примеси (в том числе и частицы горных пород).
- Резервуарные нефешламы — отходы, которые образуются при хранении и транспортировке нефти в самых разнообразных резервуарах.
- Грунтовые, являющиеся продуктом соединения почвы и пролившейся на неё нефти (причиной этого может быть, как технологический процесс, так и авария). Этот вид нефешламов (загрязнённых почв) относится к отходам только после размещения в накопителях отходов или на полигонах для переработки отходов.

Известно, что сейчас в нефтяных амбарах различных нефтеперерабатывающих предприятий уже накоплено более сотни миллионов тонн токсичных нефешламов. По существу, эта острейшая проблема может привести к кризису стратегической нефтяной отрасли. В связи с отсутствием современной эффективной технологии утилизации нефешламов уже возникла реальная угроза токсичного экологического загрязнения почв, подземных вод, рек и морей в зонах их складирования. Вполне реальна также потенциальная опасность остановки некоторых нефтеперерабатывающих предприятий из-за фактического переполнения нефтяных амбаров отходами их производства - нефешламами. Строительство же новых современных полигонов и амбаров для хранения нефешламов дорого и не решает эту проблему с нефешламами по существу.

Накопление нефешламов, как правило, осуществляется на специально отведенных для этого площадках или в бункерах без какой-либо сортировки или классификации. В шламонакопителях происходят естественные процессы — накопление атмосферных осадков, развитие микроорганизмов, протекание окислительных и других процессов, т. е. идет самовосстановление, однако в связи с наличием большого количества солей и нефтепродуктов при общем недостатке кислорода процесс самовосстановления протекает десятки лет.

Так в чем же собственно состоит сложность эффективной и чистой утилизации нефешламов. И почему эта проблема так до сих пор и не решена полностью? Дело в том, что химический состав нефешламов предельно сложен — по сути половина таблицы Менделеева и далеко не все их фракции легко сжечь или переработать. В них присутствуют и нефть, и вода и нефтяные эмульсии, и асфальтены, гудроны и ионы металлов, и различные

механические примеси, а иногда даже радиоактивные элементы. Кроме того, нефтяные шламы имеют три ярко выраженных фракции: водную, нефтяную и твердую. Причем нефтешламы зачастую существенно различаются по своему составу и свойствам в зависимости от качества и состава исходной сырой нефти.

Проблема чистой и интенсивной утилизации нефтешламов является острой актуальной проблемой не только собственно нефтяной отрасли, но и глобальной экологической проблемой во всем мире.

Информационные источники:

1. Источники образования нефтесодержащих отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/80/14243/>
2. Нефтесодержащий шлам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/id605703p1.html>
3. Мазлова Е.А. Проблемы утилизации нефтешламов и способы их переработки [Текст]/Мазлова Е.А., Мещеряков С.В.- Москва, 2001.

*Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Якуб Л.Н.,
Одесская национальная академия пищевых технологий*

УДК 697.91.94.97

ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛО-ВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ БАСЕЙНІВ

**Бабой Є.О., магістр ІХКЭ
ОНАХТ, м. Одеса**

Система кондиціонування басейну є одним з центральних елементів будь-якої споруди басейну, будь це спортивний комплекс або невеликий приватний басейн.

Мета кондиціонування - забезпечення комфортних умов для відвідувачів і запобігання конструкції від передчасного руйнування.

Особливістю технології створення мікроклімату в басейні є боротьба з підвищеною вологістю в приміщенні, пов'язаної з випаровуванням води з великих площ вологій поверхні, включаючи власне дзеркало води, обхідні доріжки тощо.

При плануванні споруди критого басейну важливо уявити собі хоч би у загальних рисах основні принципи, щоб знати, до чого може привести їх ігнорування. Параметрами мікроклімату в приміщенні басейну є: температура; вологість; швидкість руху повітря; якісний склад повітря.

Всі ці чинники створюють мікроклімат приміщення, а з ним і комфорт.

Процес формування тепло-вологісного режиму в таких приміщеннях представлений на схемі (рис. 1) і може бути описаний наступною системою рівнянь теплового і вологісного балансів:

$$Q_{\text{пов}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{люд}} + Q_{\text{вип}}, \text{кВт} \quad (1)$$

$$W_{\text{пов}} = W_{\text{люд}} + W_{\text{од}} + W_{\text{вип}}, \text{кг/с} \quad (2)$$

Інтенсивність теплового потоку через огорожувальні конструкції ($Q_{\text{огр}}$) є функцією температури і вологості зовнішнього і внутрішнього повітря, температури на внутрішній поверхні огорожувальних конструкцій і теплофізичних характеристик відповідного огороження, тобто.

Останнім часом, в зв'язку з пошуком ефективних і екологічно чистих палив, зросла цікавість до вивчення процесів горіння парафінів. Ці дослідження являються актуальними для розробок нових гібридних ракетних двигунів, так як традиційні ракетні пальні є надзвичайно токсичними і вибухонебезпечними. Як відомо, парафін являється висококалорійним екологічно чистим паливом, так як продуктами його згорання є вуглекислий газ та водяна пара. Метою даної роботи є дослідження закономірностей впливу електричного поля на процеси високотемпературного тепломасообміну, горіння крапель октадекану ($C_{18}H_{38}$) в повітрі.

Експериментальні дослідження проводились на спеціально розробленому експериментальному стенді, де горіння частинки парафіну (октадекану) відбувалося в однорідному стаціонарному електричному полі з напруженістю $E = 82$ кВ/м. Температура повітря поблизу частинки становила $T_g = 450$ °С.

За допомогою цього стенду були отримані відео-файли процесу горіння крапель октадекану. Далі проводилось кадрування даних відео-файлів, а потім за допомогою програми MatLab, були отримані ефективні значення діаметру краплі. Це дає змогу побудувати часову залежність квадрата діаметра краплі віднесеного до квадрату початкового діаметру (рис.1).

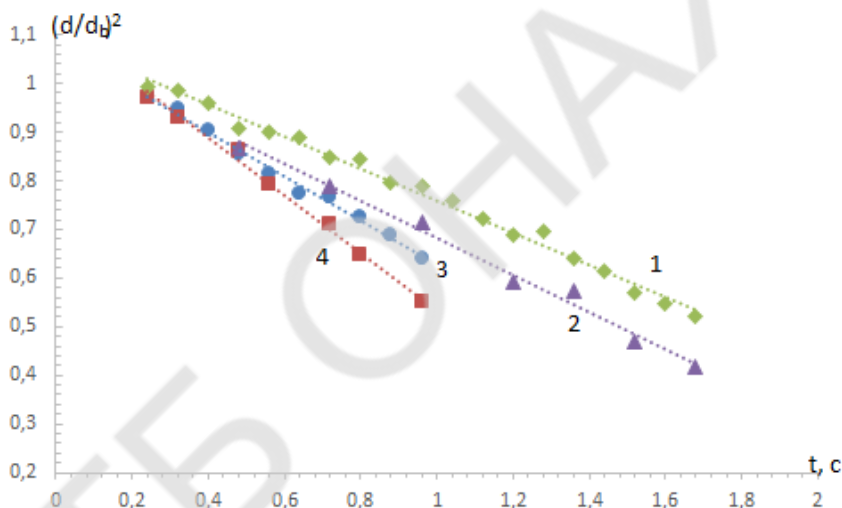


Рис.1. Вплив електричного поля на кінетику горіння крапель октадекану різних початкових діаметрів d_b .

1 - $E = 0$, $d_b = 1,96$ мм, 2 - $E = 82$ кВ/м, $d_b = 1,96$ мм,
3 - $E = 0$, $d_b = 1,64$ мм, 4 - $E = 82$ кВ/м, $d_b = 1,64$ мм.

Із рисунка 1 видно, що в електричному полі збільшується швидкість горіння. При чому для дрібніших крапель вплив електричного поля більший (лінії 3 і 4). Збільшення швидкості горіння в електричному полі пов'язане з наближенням фронту горіння до поверхні краплі, зростанням теплового потоку на краплю і, як наслідок, збільшенням швидкості її випаровування.

Також вивчався вплив електричного поля на форму і геометричні розміри полум'я. На рис. 2 представлені часові залежності максимальної висоти полум'я палаючих крапель октадекану в електричному полі і у відсутності електричного поля.

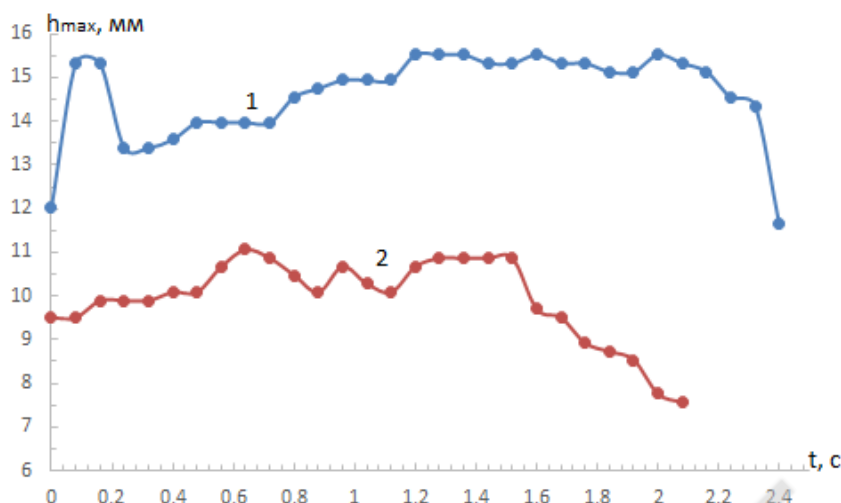


Рис.2. Залежність максимальної висоти полум'я від часу горіння: 1 – у відсутності електричного поля, 2 – в електричному полі $E = 82 \text{ кВ/м}$; $d_b = 1,96 \text{ мм}$.

В електричному полі ми спостерігаємо зменшення максимальної висоти полум'я приблизно в півтора рази. В електричному полі відбувається деформація полум'я: відхилення в напрямі ліній напруженості електричного поля, зменшення його висоти і збільшення поперечних розмірів.

Отримано, що в однорідному стаціонарному електричному полі зменшується швидкість плавлення частинки октадекану і, як наслідок, збільшується час плавлення.

Таким чином, доведено, що електричне поле призводить до зміщення полум'я краплі у напрямі поля. При цьому полум'я стає асиметричним, значно змінюються його геометричні розміри: зменшується висота і збільшується ширина. Ці явища пов'язані з дією "іонного вітру" в полум'ї і перетворенням енергії електричного поля в теплову, внаслідок чого фронт горіння наближається до поверхні краплі, збільшуючи швидкість її випару.

*Науковий керівник: Орловська С.Г., доц., к.ф.-м.н.,
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова*

UDC 502:504:665.6:661.183

OIL-SORBENTS ON THE BASIS OF VEGETABLE RAW MATERIALS FOR COLLECTING OIL SPILL AND PETROLEUM PRODUCTS

**Bulauka Yu. ass.professor, Ph.D., Mayorava E.I., Yakubouski S.F ass.professor, Ph.D.
Polotsk State University, Novopolotsk, Belarus**

In the framework of the student scientific community of the department of chemistry and technology of processing of oil and gas Polotsk state University conducted research in the use as sorbents for elimination of oil spills and pulp and lignin-containing local wood waste and crop waste [1,2].

The increased interest in cellulose-containing vegetable raw materials is conditional to the fact that cellulose has a complex supramolecular structure, the minimal structural elements of cellulose fibers are microfibrils, consisting of several hundred macromolecules of cellulose.

As the object of study selected sawdust and pine bark *Pinus silvestris*, straw cereals in the form of fuel granules (pellet) and the pericarp of rapeseed (*Brassica napus*) and radish (*Raphanus*). The dried raw material was subjected to mechanical processing (grinding was carried out until

granulometric composition to 1.0 mm) and dry fractionation on a laboratory sieves. Part of the samples for 1 hour, treated with 1.5% solution of sodium hydroxide in accordance with the generally accepted in chemistry of wood method.

For analysis the sorption capacity of selected oil products produced by OJSC «Naftan»: vacuum distillation of 4-th ring (VD-4), diesel fuel (DF) and kerosene lighting with different density 890, 831 and 775 g/cm³ at 20°C, respectively. For studying oil capacity selected light oil with a density of 848 g/cm³ at 20°C.

Absorptive capacity in relation to oil and petroleum sorbents in the form of native fractions of 0.25-1 mm, obtained from waste forestry and agricultural industries is presented in figure 1 in the form of graphic dependences of change of sorption ability of the density sorbent.

Analysis of sorption ability in relation to oil and oil products sorption materials in the native form showed that the investigated samples can be attributed to volume-porous sorbents, absorbing the pollutant due to capillary forces and holding it in volume due to adhesion, also established a number of regularities:

- for most of the samples established a linear relationship – an increase in the density of oil leads to an increase in sorption capacity;
- the absorption capacity of sorbents on the basis of wood waste correlate with pulp content in the sorbent, the higher the content of cellulose, the greater the degree of absorption of oil;
- cost-effective sorption capacity (more than 3.0 g/g) were detected in the sawdust and pine bark, it is seen that waste wood is two times more effective than Crop waste in the absorption of various petroleum products (kerosene, diesel and VD-4).

However, it is established that crop waste show high results on the sorption of oil unlike other oil products. The ability for sorption of oil from straw cereals in the native form, as can be seen from figure 2, is 1.6 times higher than DT, and of the pericarp of a rape in 3.8 times greater absorption of oil, than when DT is close to the density sorbent. This fact may be due to a high content of lipophilic substances in the waste of crop.

It was noticed that after the extraction with alkali sorption capacity compared to the diesel fuel oil and wood waste increased by 15-27%, and for straw and husk radish 1.6-3.2 times, this fact is probably related to the fact that chemical processing of vegetable raw materials allows to increase the proportion of amorphous zones cellulose which positively affects the increase of the specific surface and adsorption capacity of the material.

Among the main indicators of the effectiveness of sorbents in addition to oil capacity include water absorption and buoyancy, which at liquidation of oil spills and oil products on water surfaces are especially important since the sinking of the oil due to the big environmental risk is unacceptable. For all the studied samples of plant origin characterized by high rates of water absorption that is associated with the presence of a large number strongly polar groups such as HE, COOH, etc., creating a large free force field. To eliminate this phenomenon it is possible to carry out surface treatment of the surface, for example, good water-repellent composition gives polymethylsiloxane liquid, paraffin etc.

Analysis of buoyancy showed that the high buoyancy has pine bark (over 72 h), limited buoyancy (3-72 h) straw of cereals and pericarp of rape and radish, and not floating properties showed pine sawdust (up to 3 hours). High buoyancy pine bark is conditional to the presence of a decent amount of pine wax, possessing hydrophobic properties. It should be noted that materials with low buoyancy (sawdust of pine, etc.) in the liquidation of emergency floods of oil and oil products on water surfaces can be effectively used in products with a reinforcing shell – floating booms, mats, etc.

Sorbents on the basis of the knowledge of local wood waste and crop waste may disperse during cleaning of different contaminated surfaces pollutant by hand, mechanical or pneumatic devices, then the assembled conglomerate of hydrocarbon soaked sorbent may be subjected to extraction of oil (petroleum) compression methods (pressing on filterpresses, centrifuges). Saturated hydrocarbons (waste) sorbents after mechanical pressing can be used as fuel briquettes with high

calorific value or used as resinous additives in the asphalt mixture or roofing materials that will not lead to re-contamination of natural objects [5-8].

Thanks ecological purity, wide raw material base, hydrophobicity and oil capacity at a relatively low cost sorbents based on waste wood and agricultural industries can successfully compete with industrial produced counterparts. The production of sorbents with the use of raw materials unskilled application will allow to expand the range of oil absorbers, reduce the burden on the environment and to obtain economic benefits.

Thus, promising and economically feasible to utilize of local large-capacity pulp and lignin-containing wood waste and crop waste as a low-cost sorbent in the processes of oil spill response and oil from different surfaces.

References

1. Jakubowski, S. F. Peculiarities of the microstructure of the waste dry debarking of pine as raw material for oil sorbents/ S. F. Jakubowski, N. V. Oschepkova, Y. A. Bulavka, S. S. Pisareva, L. A. Popkova// Bulletin of Polotsk state University. Part. B, Industry. Applied science.– 2011 . – № 11. - Pages 154-157.

2. Sorbents for emergency filling of petroleum products on the basis of cellulose-containing vegetable raw materials/ Mayorova E. I., Jakubowski, S. F. Bulawka Y.A.// Ensure health and safety: problems and prospects : Collection of materials X international scientific-practical conference of young scientists: cadets (students), post-graduate students and adjuncts (graduate students): In two parts. Part 2. – Minsk, 2016. – P. 16-17.

*Yakubowski S.F. ass.professor, Ph.D.
Polotsk State University, Novopolotsk, Belarus*

УДК 622.691.4

АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ СИСТЕМИ ПІДГРІВУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ НА ГАЗОРОЗПОДІЛЬНІЙ СТАНЦІЇ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Варвонець М. Д., студент
ОНАХТ, м. Одеса**

Утилізація низькопотенційної енергії яка не використовується в певному технологічному процесі в різних галузях промисловості буде сприяти не тільки економії коштів, а й підвищенню енергоефективності даного виробництва і зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Нафтогазова галузь нашої країни в даний час залишається енергоємним виробництвом з широкими можливостями впровадження енергоефективних технологій. Одним з напрямків, який розвивається у всіх, країнах є використання детандер-генераторних агрегатів на газорозподільних станціях (ГРС).

При зниженні тиску газу на ГРС до тисків у розподільчих мережах втрачається значна кількість потенційної енергії надлишкового тиску газового потоку, яка була раніше передана йому на компресорних станціях. Використання вторинних енергетичних ресурсів, до яких належить енергія надлишкового тиску природного газу на ГРС, є одним зі способів підвищення енергоефективності магістрального транспортування газу.

Однією зі енергозберігаючих технологій виробництва електроенергії є детандер-генераторна технологія, яка основана на використанні на станціях технологічного зниження тиску природного газу перед його подачею у систему газопостачання детандер-генераторних

агрегатів (ДГА). Висока енергетична ефективність ДГА вже отримала практичне підтвердження.

При встановлюванні на існуючих ГРС детандер-генераторного агрегату виникає проблема з підігрівом газу, так як зниження температури при розширенні у детандері істотно більше, ніж при дроселюванні. Важливим питанням при впровадженні детандер-генераторних агрегатів є вибір раціонального способу підігріву.

Метою даного дослідження була оцінка доцільності використання парокомпресійного теплового насосу (джерело низькопотенційного тепла – повітря) для підігріву газу. На рис. 1 наведена схема установки, яка містить ДГА та тепловий насос, яка захищена патентом. Але наведена на рис. 1 схема одноступінчатого розширення потребує досить високого підігріву газу перед ДГА, і, отже, використання теплового насосу для одноступінчастої схеми напевне буде недоцільним. Для прийнятого в роботі перепаду тисків (тиск знижується від 2,5 МПа до 0,3 МПа) був розглянутий варіант схеми з двоступінчастим редукуванням газу з підігрівом його перед кожною ступеню. Розрахунок виконувався виходячи з вимог до температури природного газу на виході із ГРС, яка повинна бути не нижча ніж мінус 10 °С. Розрахунки показали, що при цьому температура газу перед входом в детандер повинна становити приблизно 45 °С.

Попередні розрахунки показали перспективність застосування теплового насосу для досить м'яких кліматичних умов Одеської області. Але для остаточної оцінки доцільності використання для підігріву газу на ГРС теплового насоса планується виконати розрахунок кількості електроенергії, що виробляється ДГА, розрахунок циклу теплового насоса з визначенням кількості енергії, споживаної компресором. Для того, щоб оцінити чи буде вигідно використовувати тепловий насос в порівнянні з традиційним способом підігріву (підігрівниками газу, в яких в якості палива використовується природний газ) на кінцевому етапі планується виконати техніко-економічне обґрунтування двох способів підігріву газу на ГРС.

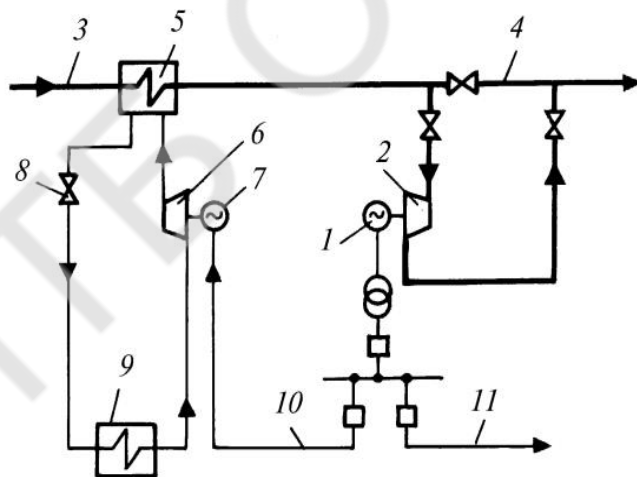


Рисунок 1 Схема установки з ДГА та тепловим насосом:

1 — генератор; 2 — детандер; 3 и 4 — трубопроводы высокого и низкого тиску; 5 — тепло обмий апарат; 6 — компресор теплонасосної установки; 7 — електродвигун; 8 — дросель теплонасосної установки; 9 — випарник; 10 и 11 — електричні зв'язки генератора ДГА с електродвигуном компресора и зовнішньою мережею

Науковий керівник: доцент Хлієва О.Я., ОНАХТ

БИОКОНВЕРСИЯ СМЕШАННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В МИКРОБНЫЙ ЭКЗОПОЛИСАХАРИД ЭТАПОЛАН

Вороненко А.А., Ивахнюк Н.А.

Национальный университет пищевых технологий

Мировое производство масел составляет около 2,5–3 млн. т [1]. На предприятиях, перерабатывающих растительное сырье для получения масел, образуется значительные объемы отходов. Кроме того, ежедневно увеличивается количество заведений быстрого питания, в которых пережаренное масло является основным побочным продуктом. Выбросы таких отходов в окружающую среду в большинстве стран мира не регламентируются, а химическое обезвреживание является экономически нецелесообразным. Отметим, что цены на пережаренное масло в Украине остаются невысокими (не выше 10 грн/л), однако предложение существенно превышает спрос.

Пережаренное масло может использоваться для получения газообразного водорода, пиролизических масел, резин, генерации электроэнергии, откорма скота [2], но наиболее распространенный способ его утилизации – применение для получения биодизеля [3]. Несмотря на экологические преимущества, данная технология имеет ряд недостатков: высокая стоимость процесса, образование побочного продукта (глицерина), короткий срок годности биотоплива [3]. Более выгодным методом утилизации отработанных масел является использование их в качестве субстрата для получения продуктов микробного синтеза, в том числе и экзополисахаридов (ЭПС) – высокомолекулярных экзогенных метаболитов углеводной природы, способных к гелеобразованию и изменению реологических характеристик водных систем [4].

В предыдущих работах нами установлена возможность синтеза мультифункционального полисахарида этаполана (продуцент *Acinetobacter* sp. ИМВ В–7005) на рафинированном и отработанном подсолнечном масле [3, 5].

Одним из подходов для интенсификации технологий микробного синтеза является культивирование продуцента на смеси ростовых субстратов [4].

В связи с изложенным выше цель данной работы – установить условия культивирования *Acinetobacter* sp. ИМВ В–7005, обеспечивающие максимальные показатели синтеза этаполана на смеси рафинированного подсолнечного масла и мелассы, с последующей заменой такого масла на отработанное.

Штамм ИМВ В-7005 выращивали в жидкой минеральной среде, содержащей в качестве источника углерода смесь подсолнечного масла (0,4–2,0 % по объему) и мелассы (1,0–2,0 % по углеводам). В одном из вариантов рафинированное масло заменяли на различные типы отработанного: после жарки мяса, картофеля, овощей и смешанного (после жарки мяса, картофеля, лука и сыра). Посевной материал выращивали в среде с моносубстратами мелассой, рафинированным и отработанным маслом в концентрации 0,5 %. Культивирование осуществляли в колбах (750 мл) с 100 мл среды на качалке (320 об/мин) при 30 °С в течении 120 ч.

Концентрацию биомассы определяли по оптической плотности клеточной суспензии с последующим пересчетом на сухую биомассу в соответствии с калибровочным графиком. Количество синтезированного этаполана определяли весовым методом после осаждения изопропанолом. ЭПС-синтезирующую способность рассчитывали как отношение концентрации ЭПС к концентрации биомассы и выражали в г ЭПС/г биомассы.

Определение энергетических затрат на синтез этаполана и биомассы из сахарозы осуществляли, как описано в работе [4]. Генерацию энергии при катаболизме линолевой та олеиновой кислот рассчитывали на основе информации о β -окислении жирных кислот [6], а

также данных об активности ферментов цикла Кребса, глиоксилатного цикла и глюконеогенеза у штамма *Acinetobacter* sp. ИМВ В-7005 [4].

На первом этапе работы рассчитывали соотношение концентраций энергетически-дефицитного (сахароза) и энергетически-избыточного (подсолнечное масло) субстратов при выращивании штамма ИМВ В-7005 на их смеси. Расчеты показали, что молярное соотношение сахарозы и подсолнечного масла в среде должно составлять 1:0,9.

Дальнейшее исследование показали, что наиболее высокие показатели синтеза (концентрация синтезированных ЭПС 8,8 г/л, ЭПС-синтезирующая способность 2,8 г ЭПС/ г биомассы) наблюдались при молярном соотношении моносубстратов в смеси 1:1,1, максимально приближенном к теоретически рассчитанному (1:0,9).

Повышение концентраций моносубстратов в смеси (до 1,5 %) при соблюдении оптимального молярного соотношения позволило повысить количество синтезированного этаполана и ЭПС-синтезирующую способность в 1,2 и 1,3 раза соответственно. При дальнейшем повышении концентраций моносубстратов в смеси показатели синтеза снижались.

На следующем этапе работе исследовали возможность замены рафинированного масла на отработанное в смеси с мелассой для биосинтеза этаполана.

Установлено, что независимо от природы источника углерода (меласса, различные типы пережаренного масла) в среде для получения инокулята и типа отработанного масла в смеси с мелассой, концентрация синтезированного полисахарида (10-14 г/л) была такой же, как и при использовании смеси мелассы и рафинированного субстрата (10-12,5 г/л). При этом наиболее высокие показатели синтеза (концентрация синтезированных ЭПС до 14 г/л, ЭПС-синтезирующая способность 3,5 г ЭПС/ г биомассы) наблюдались при использовании для получения посевного материала и биосинтеза ЭПС смешанного отработанного масла.

Таким образом, в ходе проведенной работы установлена оптимальная молярная концентрация мелассы и масла в смеси (1:1,1); и продемонстрирована возможность замены рафинированного масла на различные типы отработанного (после жарки картофеля, мяса, овощей и смешанное), что позволяет не только существенно снизить стоимость целевого продукта, но и утилизировать токсичное пережаренное масло.

Полученные результаты являются основой для разработки универсальной технологии получения этаполана на смеси промышленных отходов (отработанное масло и меласса), независимой от типа и поставщика отработанного масла.

1. Dumont M.J., Narine S.S. Soapstock and deodorizer distillates from North American vegetable oils: Review on their characterization, extraction and utilization. // Food Res. International. – 2007. – Vol. 40, № 8, pp. 957–974.

2. Panadare D.C., Rathod V.K. Applications of waste cooking oil other than biodiesel: A review // Iran. J. Chem. Eng. – 2015. – Vol. 12, № 3. – p. 55-76.

3. Ivahniuk M., Pirog T. Intensification of microbial exopolysaccharide ethapolan synthesis under *Acinetobacter* sp. IMV B-7005 cultivation on sunflower oil // Ukrainian Journal of Food Science. – 2014. – Vol. 2, № 1. – p. 52-57.

4. Подгорский В.С., Иутинская Г.А., Пирог Т.П. Интенсификация технологий микробного синтеза. – К.: Наук. думка, 2010. – 327 с.

5. Pirog T.P., Ivakhniuk M.O., Voronenko A.A. Exopolysaccharides synthesis on industrial waste // Biotechnologia Acta. – 2016. – Vol. 9, № 2. – p. 7-18.

6. Ratledge C. Biodegradation of oils, fats and fatty acids. In: Biochemistry of microbial degradation. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994. – 590 p.

Пирог Т.П., д.б.н., профессор, Национальный университет пищевых технологий

ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В ЯКОСТІ МОТОРНОГО ПАЛИВА

Вороненко Ю. Є., студент
ОНАХТ, м. Одеса

Мета роботи: - аналіз переваг використання газового палива в якості моторного палива в Україні.

Однією з головних завдань енергетичної стратегії України є створення передумов для забезпечення потреб країни в енергетичних ресурсах і безумовне дотримання вимог раціонального їх використання. В тому числі, основним напрямком розвитку є мінімізація негативного впливу транспортного палива на довкілля з урахуванням міжнародних природоохоронних зобов'язань України, а також соціально-економічних пріоритетів та обмежень.

При оцінці доцільності використання природного газу в якості моторного палива слід враховувати всі витрати та ефекти на його життєвому циклі, які включають до себе економічні, соціальні та екологічні. Життєвий цикл починається від видобутку природного газу і закінчується його спалюванням у транспортному засобі. Одиначні процеси повного життєвого циклу наступні: видобуток; переробка; транспортування та розподіл; компримювання; використання.

Відомо, що для роботи транспорту використовують багато видів палив. Частка того чи іншого палива в загальному енергоспоживанні постійно змінюється з плином часу.

Автотранспорт, що працює в Україні на вуглеводневому паливі, витрачає порівняно невелику кількість енергії 3,9% від загального споживання котельно-підного палива до якого належать бензин та природний газ. Це не означає, що проблема перекладу автомобілів з одного на інше вуглеводневе паливо - з бензинового палива на газове є несуттєвою.

Відомо, що використання стиснутого газу як моторного палива для автомобільного транспорту є одним з найбільш перспективних засобів поліпшення екологічної ситуації в Україні. Є кілька методів, які дозволяють кількісно оцінити показники роботи різних видів транспорту.

Кількісна оцінка стану екологічної рівноваги - непросте завдання. Для оцінки рекомендують вибрати три показники: ступінь забруднення навколишнього середовища; очікуваний позитивний економічний ефект; соціальний позитивний ефект від переведення автотранспорту з бензинового палива на стиснутий природний газ.

Розташуємо чисельні значення цих показників на медианах трикутника з початком відліку від точки перетину медіан. Отримані точки є вершинами трикутника.

В якості базового варіанту приймаємо роботу автотранспорту 100 % на бензині. Для базового варіанту приймаємо координати вершин трикутника: забруднення навколишнього середовища – 100 умовних одиниць; соціальний ефект – 100 друге умовних одиниць; економічний ефект – 100 третє умовних одиниць.

Визначимо координати вершин трикутника для роботи в Україні автотранспорту в 2015 році з урахуванням частки використання бензину з дизпаливом і газового палива.

Ефект забруднення навколишнього середовища (негативний) –

$$0,9777 \cdot 100 + 0,0223 \cdot 33,3 = 98,54 \text{ умовних одиниць,}$$

де 0,9777 і 0,0223 – частки автотранспорту, працюючого на рідкому і газовому паливі; 33,3 – число умовних одиниць забруднення при роботі на газовому паливі (прийнято).

Соціальний ефект (позитивний) –

$$0,9777 \cdot 100 + 0,0223 \cdot 150 = 101,27 \text{ друге умовних одиниць,}$$

де 150 – друге число умовних одиниць при перекладі автотранспорту на газове паливо, яке характеризує зміну робочих місць. На два скорочуваних робочих місць у сфері використання бензину утворюється три робочих місця у сфері використання газу (прийнято).

Економічний ефект (позитивний) –

$$0,9777 \cdot 100 + 0,0233 \cdot 200 = 102,43 \text{ третє умовних одиниць,}$$

де 200 – число третіх умовних одиниць при перекладі автотранспорту на газове паливо, яке характеризує збільшення економії або зменшення витрат у два рази у порівнянні з базовим варіантом за рахунок зменшення енерговитрат при видобутку, транспорті і використанні природного газу, а також більш низьку ціну газового палива (прийнято).

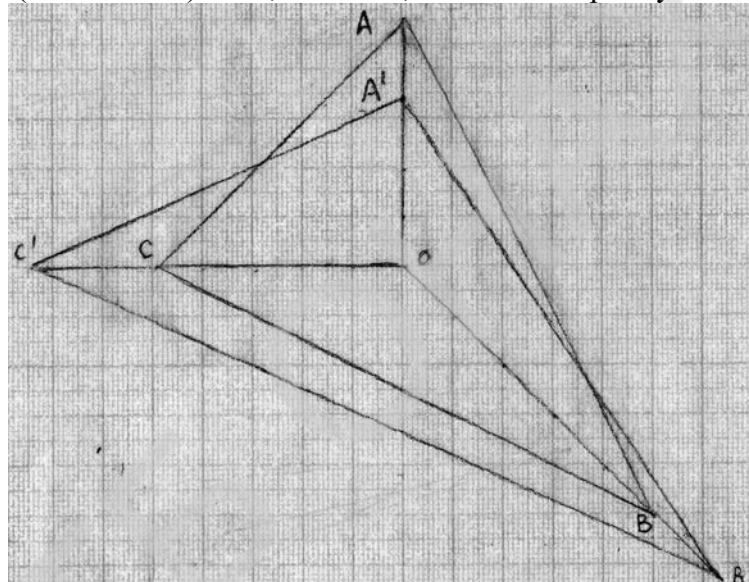
Оптимальне співвідношення між частками автотранспорту на рідкому і газовому паливі залежить від району його експлуатації. На територіях зі слабкою газифікацією велика частка автотранспорту на рідкому паливі і навпаки. Розглянемо випадок коли 50 на 50.

Ефект забруднення навколишнього середовища (негативний) –

$$0,5 \cdot 100 + 0,5 \cdot 33,3 = 66,65 \text{ умовних одиниць,}$$

Соціальний ефект (позитивний) – $0,5 \cdot 100 + 0,5 \cdot 150 = 125$ друге умовних одиниць,

Економічний ефект (позитивний) – $0,5 \cdot 100 + 0,5 \cdot 200 = 150$ третє умовних одиниць,



ABC – робота автотранспорту на бензині (базовий варіант);

A₁B₁C₁ - 50 % автотранспорту працює на бензині, а 50 % - на природному газі.

OA, OA₁ – екологічний ефект; OB, OB₁ – соціальний ефект; OC, OC₁ – економічний ефект.

Таблиця Координати вершин трикутників в різних умовних одиницях

вершина	A	A ¹	B	B ¹	C	C ¹
базовий	100		100		100	
2015 рік		98,54		101,27		102,43
50 на 50		66,65		125		150

При перекладі роботи автотранспорту з рідкого палива на газове досягає позитивні ефекти екологічний, соціальний та економічний. Представлені результати свідчать про необхідність прискорення переведення автотранспорту в Україні на газове паливо.

Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент Кологривов Михайло Михайлович

АНАЛИЗ ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ВНУТРИБАЗОВЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ ХРАНЕНИИ ТЕМНЫХ НЕФЕТПРОДУКТОВ

Годунов П. А., студент
ОНАПТ, м. Одесса

Нефтегазовая отрасль является основным поставщиком энергетических ресурсов и в тоже время к крупным потребителям этих же ресурсов уже в виде электроэнергии или нефтепродуктов. Согласно некоторым оценкам [1] энергоемкость отдельных технологических процессов нефтяной промышленности составляет: добыча нефти – 43 %, транспорт нефти – 40 %, бурение скважин – 3 %; вспомогательное оборудование – 14 %. Как видно, нефтетранспортная отрасль ответственна за большую долю потребления энергоресурсов. Поэтому исследование возможных путей снижения энергопотребления на объектах транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов является актуальным.

Процесс транспортировки и хранения темных нефтепродуктов является более энергозатратным, чем светлых нефтепродуктов в связи с высокой вязкостью первых и необходимостью поддержания определенной температуры на различных стадиях технологического процесса для обеспечения текучести продукта. Вязкие нефтепродукты должны храниться в резервуарах, имеющих теплоизоляционное покрытие и оборудованных средствами подогрева, которые обеспечивают сохранение качества нефтепродуктов, их технологические свойства и пожарную безопасность. Внутрезаводские трубопроводы для темных нефтепродуктов так же должны быть снабжены средствами подогрева и иметь тепловую изоляцию. Но практика показывает, что на действующих предприятиях, которые не подвергались модернизации в последние годы, имеются внутризаводские продуктопроводы с подземной прокладкой без наличия подогрева и какой-либо теплоизоляции. Для предотвращения застывания вязкого нефтепродукта в них используют технологию периодического замещения заполняющего трубопровод продукта хранящемся в резервуарах продуктом с более высокой температурой. При этом расходуется дополнительная электроэнергия на работу насосов.

В настоящее время в зарубежных странах уже имеется положительный опыт использования для поддержания необходимой температуры мазута в мазутопроводах как при их наземной, так и при подземной прокладке электрообогрева. Система электрообогрева мазутопроводов состоит из греющего кабеля, средств регулирования и защиты с разбивкой на участки по функциональной принадлежности, что позволяет обеспечить поучастковое регулирование и переключение.

Применительно к рассматриваемой в работе задаче, использование электрообогрева для внутрибазовых подземных мазутопроводов, расположенных в климатических условиях Одесской области, является весьма выгодным. Предварительные расчеты показали, что при наличии качественной тепловой изоляции расход электроэнергии на обогрев подземных мазутопроводов будет существенно ниже затрат на периодическую перекачку мазута из резервуара в резервуар.

В дальнейших исследованиях планируется выполнить более полное расчетное сравнение энергетических затрат на периодическую перекачку мазута по внутрибазовым трубопроводам с затратами электроэнергии на электрообогрев с учетом сезонных изменений температур. Окончательный вывод о целесообразности использования электрообогрева для подземных продуктопроводов на нефтебазах с темными нефтепродуктами планируется сделать на основании технико-экономических расчетов.

Информационные источники:

1. Меньшов Б.Г., Ершов М.С., Яризов А.Д. Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности: Учеб. для вузов. М.: Недра, 2000, 488 с.

Научный руководитель: Хлиева О.Я., доц., к.т.н., ОНАПТ

УДК 66.01.011

ПОТЕНЦІАЛ ВИКОРИСТАННЯ ВЕР СОДОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Грубнік А.О., аспірант

Національний Технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут»

Виявлення та використання вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) – одне з найважливіших напрямків підвищення ефективності промислового обладнання, особливо для найбільш енергоємних галузей. За рахунок використання ВЕР окремі підприємства можуть повністю забезпечити власні потреби в теплоті і частково в електричній енергії. Екологічні аспекти використання ВЕР не менш значущі, так як зниження невикористовуваних енергетичних відходів зменшує забруднення навколишнього середовища і витрати на їх знешкодження.

Важливість проблеми використання ВЕР полягає ще і в тому, що вкладення коштів у заходи щодо економії паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) значно вигідніше, ніж збільшення видобутку і виробництва останніх.

В даний час під вторинними енергетичними ресурсами розуміють енергетичний потенціал продукції, відходів, побічних і проміжних продуктів, які утворюються в технологічних установках (системах), який не використовується в самій установці, але може бути частково або повністю використаний для енергопостачання інших установок.

Енергетичний потенціал відходів і продукції – це запас енергії у вигляді хімічно зв'язаної теплоти (горючих або паливних ВЕР), фізичної теплоти (в теплових ВЕР) або потенційної енергії надлишкового тиску (в силових ВЕР). Енергетичний потенціал ВЕР може бути використаний без зміни виду енергоносія (безпосередньо у вигляді палива або енергії) або після перетворення енергії ВЕР в теплову, електричну чи механічну енергію в утилізаційних установках, а також для виробництва холоду в холодильній техніці.

Основними джерелами виходу ВЕР у різних галузях промисловості є технологічні агрегати. Безпосереднє споживання палива при сучасних конструкціях технологічних агрегатів і схемах виробництва призводить до великих втрат енергії, що підводиться ззовні викопного палива. Застосовувані в даний час технології в ряді випадків недосконалі з енергетичної точки зору, так як припускають роботу агрегатів з низькими коефіцієнтами корисного використання енергії. Крім того, ряд технологічних процесів за рахунок поганої організації «внутрішнього» використання енергії, тобто повернення втрат енергії в технологічний цикл, відрізняється підвищеними витратами палива на виробництво промислової продукції.

Таке становище характерно для багатьох технічних процесів промисловості. При цьому застосовуються в промисловості технологічні схеми виробництва продукції визначають як джерела виходу ВЕР, так і їх види та параметри, виходячи з особливостей роботи технологічних агрегатів і видів застосовуваних енергоносіїв.

Хімічна промисловість включає ряд спеціалізованих підгалузей виробництва різних видів хімічної продукції, найбільш енергоємними з яких є: азотна, хлорна, содова галузі. Майже у всіх галузях хімічної промисловості утворюється значна кількість горючих і

теплових ВЕР, використання яких відіграє суттєву роль у покритті потреби в тепловій енергії окремих процесів хімічного виробництва.

Аналіз шляхів використання ВЕР є складовою частиною енергетичного обстеження підприємства.

Теплові процеси в технології отримання кальцинованої соди органічно включені в основну технологію, при цьому утилізація вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) є одним з основних джерел зниження питомого енергоспоживання виробничого процесу.

В содовій промисловості утворюються тільки теплові ВЕР. До них відносять фізичну теплоту відхідних газів печей випалу вапняку, содових печей; фізичну теплоту відкидних продуктів (дистиляційних рідин) дистилерів. Також в содовій промисловості 90% всіх ВЕР — низькотемпературні.

В даний час за рахунок ВЕР в содовій промисловості задовольняється більше 11% потреби в теплі.

Температурний потенціал теплових ВЕР содового виробництва різний. Димові гази, що йдуть з содових печей мають температуру 400 – 500°C, ферит натрію виходить з печей з температурою 1000°C, відкидна гаряча дистилерна рідина – з температурою 105 – 115°C.

Основними напрямками використання теплових ВЕР у содовій промисловості слід вважати регенеративну використання, тобто їх повернення безпосередньо в технологічний процес, а також отримання пари вторинного кипіння.

Особливий інтерес представляють два джерела ВЕР: станція кальцинації технічного гідрокарбонату натрію і станція регенерації аміаку з маточної рідини після фільтрації технічного гідрокарбонату.

Залежно від апаратурного оформлення процесу кальцинації технічного гідрокарбонату ВЕР цього процесу можуть бути димові гази, якщо застосовуються обертові горизонтальні печі з зовнішнім обігрівом, або конденсат пари тиском 3,2-3,6 МПа, якщо кальцинація проводиться в парових кальцинаторах.

Вторинним енергетичним ресурсом станції регенерації аміаку з маточного розчину після фільтрації технічного бікарбонату натрію є, так звана, дистилерна суспензія. Її тепло в даний час фактично не використовується і рідина з температурою близько 95°C скидається в спеціальні накопичувачі.

Димові гази содових печей з зовнішнім обігрівом з температурою 400...450 °C та питомим енергетичним виходом на 1 т. продукції 0,16... 0,2 Гкал /т не використовуються в якості ВЕР. Парові кальцинатори з температурою конденсату 240 °C та питомим енергетичним виходом на 1 т продукції 0,2 Гкал/т використовуються в розширниках для отримання пари вторинного кипіння. Дистилерна рідина з колони дистиляції з температурою 110...113 °C та питомим енергетичним виходом на 1 т продукції 0,7...0,8 Гкал/т використовуються для виробництва високотемпературного холоду, системи опалення та гарячого водопостачання, теплично – парникових комбінатів.

З технологічного циклу виробництва кальцинованої соди аміачним способом виводяться дистилерна суспензія, яку можна розділити на висвітлену рідину і твердий шлам; тверді шлами після стадії розсолоочистки; газоподібні речовини.

Якщо газові викиди містять речовини в межах ГДК, їх скидають в атмосферу. Однак висвітлену дистилерну рідину і тверді шлами необхідно переробляти в продукти, корисні для господарської діяльності людини. У зв'язку з цим, висвітлену дистилерну рідину і шлами слід розглядати не як відходи содового виробництва, а як вторинні матеріальні ресурси (ВМР) і джерело низько потенційних ВЕР.

Список літератури

1. Зайцев И.Д., Ткач Г.А., Стоев Н.Д. «Производство соды». - М.: «Химия», 1986г.
2. Цейтлін М.А. Системне дослідження явищ масопередачі в процесах очищення й охолодження газів та рідин содового виробництва/ Автореф. на здоб. ст. д.т.н. – Харків. – 2003. – 32 с.

УДК 621.18

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ, ЩО ЕЖЕКТУЄТЬСЯ, НА РОБОТУ ЗАПАЛЬНО-ЧЕРГОВОГО ПАЛЬНИКА

Григор'єв О. А., аспірант
ОНАХТ, м. Одеса

Мета роботи: - підвищення надійності роботи запально-чергового пальника ежекційного типу [1] за рахунок підігріву повітря у факельному оголовку. Технічний результат полягає в підвищенні стабільності процесу горіння низькокалорійного газу в пальнику (виключає несанкціоноване загасання чергового факела) незалежно від хімічного складу газу, витрати і погодних умов.

Це новий спосіб роботи ежекційного запально-чергового пальника на низькокалорійних газах. Спосіб передбачає підігрів навколишнього повітря, який ежектується запально-черговим пальником для спалювання паливного низькокалорійного газу, в утилізаційному зовнішньому теплообміннику рекуперативного типу. Теплообмінник представляє собою вітрозахисний пристрій факельної системи, в якій спалюють скидні гази технологічного процесу.

Практично лінійна розрахункова залежність температури факелу від температури повітря $t_k = f(t_n)$ для доменного газу представлена на рис. 1.

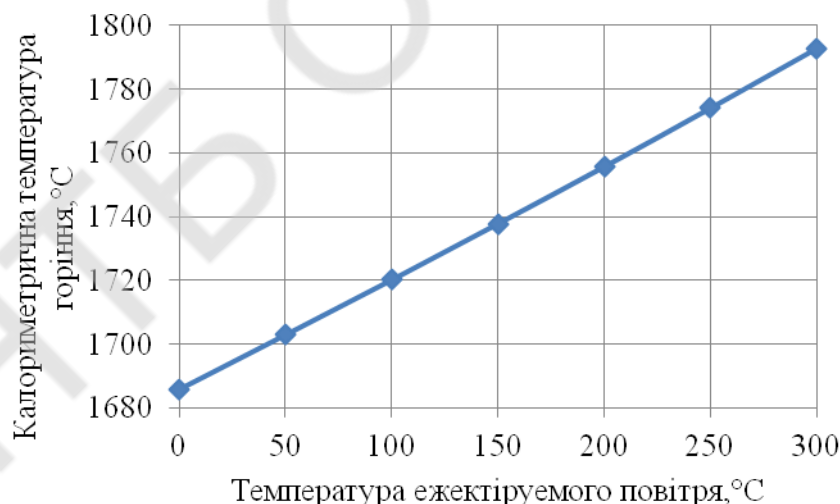


Рис. Вплив температури повітря на температуру факелу

Чим вище температура горіння, тим надійніше робота запально-чергового пальника. При нестабільному горінні факелу його контур полум'я зменшений. На надійність роботи факельної системи впливає не тільки температура, але і геометричні характеристики факела запально-чергової пальника.

Чим довше факел, тим надійніше робота факельної системи. Під довжиною факела розуміють відстань від пальника до місця, на якому практично закінчується повне горіння палива. Номінальна відносна довжина факела – це відстань від вихідного перерізу пальника, виміряне в калібрах вихідного отвору, до точки, де концентрація CO_2 на осі факела становить 95 % від максимально можливої при номінальній тепловій потужності та при коефіцієнті витрати повітря одиниця.

Робота пальника характеризується попереднім перемішуванням низькокалорійного газу з повітрям. Регулюючи процес попереднього перемішування можна керувати довжиною факела. По своїй структурі утворюється турбулентний струмінь факела, яка представляє сукупність макроб'ємів, що горять і хаотично переміщаються в одному напрямку.

Турбулентний струмінь газу після сопла пальника набуває форму конуса. Процес горіння - об'ємний. Внаслідок хаотичності турбулентного перемішування вогнища горіння в кожному елементарному об'ємі факела виникають дискретно. При зоровому сприйнятті факел представляється у вигляді суцільного конусного струменя палаючого газу. Теорія такого турбулентного факела розроблена при його горінні в необмеженому нерухомому повітряному середовищі або в середовищі, що рухається з деякою швидкістю. Для визначення довжини факела використовують закономірності ізотермічного струменя. В результаті попередніх експериментів на лабораторному стенді [2] виявлено, що на довжину факела впливають наступні основні фактори:

1) діаметр газового сопла пальника; 2) теплота згоряння низькокалорійних газів; 3) швидкість виходу газового струменя з пальника; 4) надлишок повітря, що подається для горіння; 5) температура низькокалорійного газу; 6) температура повітря.

Довжина факела прямо пропорційна діаметру газового сопла.

Чим вища теплота згоряння палива, тим більше повітря потрібна для його спалювання, і тим більше буде довжина факела.

Зі збільшенням швидкості турбулентного газу, що стікає, довжина факела повільно зростає.

Надлишок повітря в пальнику призводить до деякого скорочення довжини факела з-за збільшення турбулентності.

Підігрів газу з відповідним збільшенням його швидкості гіпотетично еквівалентний зменшення діаметра пальника при постійної теплової потужності пальника на холодному газі. З цієї причини довжина факела скорочується.

Зі збільшенням температури повітря швидкість повітря збільшується, перемішування газу і повітря прискорюється і довжина факела зменшується.

«Удар» струменя факела запального чергового пальника о зажигаєму струмінь факельної системи сприяє появі макротурбулентних великих вихорів. Це веде до вкорочення факела з-за втрати його аеродинамічних якостей. Запальний і факел, що зажигаємий, з окремих перетворюються в один загальний. В результаті злиття потоків довжина загального факела різко зростає.

Інформаційні джерела:

1. Патент 103475 UA , МПК F23D 14/24 (2006.01); F23D 14/46 (2006.01) Газовий пальник [Текст] / Григор'єв О.А. – № а201505972; заявл.17.06.2015; опубл.25.12.2015, Бюл. №24, 2015р.

2. Григор'єв О.А. Результати розробки стенду для дослідження характеристик пальників факельних систем //Еколого-енергетичні проблеми сучасності / Збірник наукових праць всеукраїнської науково - технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, 14 квітня 2016 р. – Одеса, Видавництво ОНАХТ, - 2016 р. – С. 16-19. (96 с.)

Науковий керівник: Колодзійов М. М., канд.. техн. наук, доцент ОНАХТ

УДК 66.01

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМОТКАНИ В ВОЕННОМ ОБМУНДИРОВАНИИ. ТЕРМОБЕЛЬЕ

**Далищинска Л.С., студентка ОКУ "Бакалавр" ф-ту прикладной экологии,
энергетики и нефтегазовых технологий
ОНАПТ, г. Одесса**

Необходимо определиться – для чего вам термобелье? Кто вы? Вы хотите заниматься профессиональным спортом и завоевывать призы? Путешествовать по всему миру? Не мерзнуть на работе? Это самый важный вопрос. Ответ не забываем

Далее берем коробку и читаем состав. Откладываем в сторону все, на чем есть упоминания хлопка, льна, шерсти и т.д. (за исключением двух-трехслойного, которое я упоминала), но и тут хлопок тоже откладываем, он совершенно бесполезен.

Берем остаток и вспоминаем про первый вопрос. Для спорта выбираем зонированное тонкое термобелье, в составе которого видим вариации от чистого полиамида, до комбинаций полиамида, полипропилена, полистера и до чистого полипропилена. Для активного туризма я рекомендую чистый полипропилен, как вариант универсальный, либо опять же зонированное, как для спорта, если речь идет о летнем туризме, и чистый полипропилен/Polartec PowerStretch, если речь идет о зимнем туризме или холодных регионах. Для любительского спорта - чистый полипропилен/ Polartec PowerStretch. Для повседневной жизни – на выбор покупателя, подойдет любое, главное помните, что тепло дает одежда, термобелье дает комфорт. Для рыбалки/охоты - чистый полипропилен/Polartec PowerStretch. И т.д.

Смотрим на ценник и вспоминаем, что не бывает бесплатного сыра. И слишком дешево – значит слабый материал и качество, слишком дорогое – должно быть оправдано соответствующими плюсами, которые могут быть вам нужны, а могут и не быть. Вспоминаем первый вопрос.

В итоге, даже если вы выбирали из всего представленного многообразия рынка, то после проделанных действий в ваших руках два, максимум три, комплекта, из которых выбрать остается по принципу «больше нравится»

Вы выбрали идеальное для вас термобелье.

Научный руководитель: д.т.н. Косой Б.В.

УДК 622.692.5.058

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОДОГРЕВА ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ В РЕЗЕРВУАРАХ НЕФТЕБАЗ

**Иванов В. В., студент, Лукьянова А.С., ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий**

Энергетическая политика Украины сегодня направлена на активное ресурсо- и энергосбережение, уменьшение вредного влияния источников энергии на окружающую среду, использование возобновляемых источников энергии и альтернативных видов топлива. При проведении энергоаудита нефтебазы внимательно обследуются как основные объекты (резервуары, эстакады, нефтебазы), так и вспомогательные (системы электроснабжения, теплоснабжения, водоснабжения).

В случае налива и слива высоковязких нефтепродуктов (масел, мазутов, битумов, тяжелых нефтей и др.) требуется их предварительный разогрев, при котором затрачивается большое количество ресурсов. Сегодня используют разнообразные технологии подогрева нефтепродуктов в резервуарах. Подогрев острым (открытым) паром заключается в подаче насыщенного пара непосредственно в нефтепродукт, где он конденсируется, сообщая нефтепродукту необходимое тепло. Подогрев трубчатыми подогревателями заключается в передаче тепла от пара к нагреваемому продукту через стенки подогревателя. Для подогрева нефтепродуктов применяют различные теплоносители: водяной пар, горячую воду, горячие газы, термальные масла. Циркуляционный подогрев основан на разогреве нефтепродукта тем же нефтепродуктом, но предварительно подогретым в теплообменниках. Существуют

комбинированные системы подогрева с использованием солнечной энергии, или утилизирующие теплоту отходящих газов ГТУ и ДВС. Достоинства и недостатки существующих систем подогрева нефтепродуктов в резервуарах приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Достоинства и недостатки различных способов подогрева нефтепродуктов в резервуаре

Способ подогрева	Достоинства	Недостатки
Подогрев острым паром	- простота	- обводнение нефтепродукта - большие технологические ресурсы - отсутствие возможности регулировки температуры продукта
Циркуляционный подогрев	- исключается обводнение нефтепродукта	- большой расход пара - необходимость централизованной теплообменной установки - низкая теплоемкость нефтепродуктов
Трубчатые подогреватели с теплоносителем:		
- Горячая вода	- отсутствие скапливания конденсата в трубах - стоимость горячей воды и её использования ниже затрат на пар.	- невозможен нагрев продукта хранения выше 70-80°C - необходимо наличие большого количества воды
- Горячий пар	- большое теплосодержание и высокий коэффициент теплоотдачи - достаточно простое регулирование процесса подогрева	- высокие затраты на производство пара
- Термальное масло	- возможность достижения температур выше 150°C - высокая скорость нагрева	- необходимо наличие специальной установки для разогрева и перекачки масла - наличие запаса термического масла на случай аварии.
Электроподогрев	- простота монтажа и ремонта - точное регулирование температуры нагрева - возможность достижения высоки температур	- большое потребление электроэнергии - относительно высокая стоимость - пожароопасность
Комплексные системы с использованием солнечной энергии	- низкие затраты на обогрев - снижение выброса вредных веществ в окружающую среду	- сезонность работы - высокая стоимость системы

Анализируя различные системы подогрева, можно сказать, что среди них нельзя выделить однозначного лидера. На сегодняшний момент подогрев острым паром и циркуляционный подогрев еще применяются на производстве, но они постепенно вытесняются более современными системами. Трубчатые и электроподогреватели продолжают совершенствоваться и эффективность их работы повышается. При выборе наиболее энергоэффективной системы подогрева нефтепродукта следует учитывать такие

параметры: тип высоковязкого нефтепродукта, объем резервуара и наличие топливно-энергетических ресурсов.

Информационные источники

1. Савичев, Евгений Владимирович. Совершенствование систем энергосбережения в процессах подогрева на нефтебазах: диссертация ... кандидата технических наук : 05.15.13.- Уфа, 2000.- 164 с.: ил. РГБ ОД, 61 00-5/2882-5

2. Тугунов, П. И. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: Учебное пособие для вузов / П.И. Тугунов, В.Ф. Новоселов, А.А. Коршак, А.М. Шаммазов. – Уфа : ООО "ДизайнПолиграфСервис", 2002. – 658 с.

3. Шалай, В. В. Проектирование и эксплуатация нефтебаз и АЗС: учеб. пособие / В. В. Шалай, Ю. П. Макушев. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 296 с.

*Научный руководитель: д.т.н., доцент Бошкова И.Л.
Одесская Национальная академия пищевых технологий*

УДК 622.692.23

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПОНТОНА В ВЕРТИКАЛЬНІМ РЕЗЕРВУАРІ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

**Іванов С. С., студенти
ОНАХТ, м. Одеса**

Проблема втрат нафти та нафтопродуктів при їх зберіганні носить не тільки економічний характер (втрата коштовної сировини або продукту), а й пов'язана з екологічним забрудненням та втратами енергоресурсів.

На всіх етапах розвитку нафтової промисловості проблема втрат нафти та нафтопродуктів при транспортуванні та зберіганні змушувала удосконалювати технології цих процесів. Використання заходів, що спрямовані на зниження викидів з нафтового устаткування (які ведуть не тільки до скорочення втрат кількості, але й до скорочення втрат якості продуктів і відповідно до збільшення прибутку) – один з пріоритетних напрямків розвитку всієї нафтової галузі.

В даний час велика частина втрат нафти та нафтопродуктів походить від їх випаровування при зберіганні в резервуарах. Застосування резервуарів з понтоном багато в чому вирішило проблему випаровування продуктів при зберіганні. За даними різних заводів-виробників понтонів, використання резервуарів, обладнаних понтонами, дозволяє скоротити втрати нафти та нафтопродуктів від випаровування на 98-99%. Але на практиці такого зниження втрат не спостерігається.

В даний час для зниження втрат легких фракцій вуглеводнів (ЛФВ) при зберіганні нафти і нафтопродуктів крім понтонів і плаваючих дахів застосовуються різні методи і пристрої: газоурівнювальні системи, мембранне розділення суміші ЛФВ, охолодження з подальшою конденсацією, адсорбція, абсорбція і т.д. У кожній з перерахованих технологій є свої достоїнства. Загальним же недоліком є те, що вони не можуть гарантовано забезпечити уловлювання ЛФВ і на їх експлуатацію витрачається додаткова кількість енергії. Використання понтону є самим простим в експлуатації та дешевим засобом зниження втрат від випаровування, вони найшли широко розповсюдження в резервуарах для зберігання бензину. Метою даної роботи була оцінка доцільності використання понтону для зниження

втрат ЛФВ при зберіганні менш леткого нафтопродукту – дизельного палива.

На першому етапі дослідження був виконаний розрахунок втрат легких фракцій вуглеводнів при «малих подихах» з резервуара РВС 10000, в якому зберігається дизельне паливо в кліматичних умовах м. Одеси. Отримане значення 6808 кг за один рік. Був виконаний розрахунок зниження викиду ЛФВ через впровадження понтона Коефіцієнт скорочення втрат склав 70 %.. Розрахунок показав, що зниження втрат є достатнім. Але необхідно врахувати ще й додаткові витрати на покупку та установку понтону.

Результати розрахунків техніко-економічних показників для двох варіантів зберігання дизельного палива (з використанням засобів скорочення втрат від випаровування та без них) наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Результати розрахунку техніко-економічних характеристик резервуару РВС та РВСП при зберіганні дизельного палива

Показник	Од. виміру	РВС	РВСП
Ємність резервуара	м ³	10 000	
Втрати ЛФУ від випаровування	кг /рік	6 808	2 042
Економічні втрати, які пов'язані з випаровуванням ЛФУ	грн./рік	205 057	61 505
Капітальні вкладення	грн	6 368 760	6 959 760
Строк окупності	рік	4,117	

Таким чином, як видно з наведених у таблиці 1 результатів розрахунку, установка в резервуарі РВС-1000 понтону сприяє зменшенню втрат дизельного палива від випаровування в процесі експлуатації. Дане технічне рішення буде сприяти не тільки економії цінного продукту, а й виконанню вимог Кіотського протоколу (вуглеводні, що втрачаються при випаровуванні є парниковими газами), та закону України про енергозбереження.

Науковий керівник: доцент Хлієва О.Я., ОНАХТ

УДК 620.98

ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕПЛОВИХ АКУМУЛЯТОРІВ

**Жуков Р.О., аспірант кафедри теплоенергетики
ЗДІА, м. Запоріжжя**

Одним із способів економії електроенергії є використання зональних лічильників, які дозволяють сплачувати електроенергію, спожиту в нічний час, на 50% нижче денного тарифу.

З усіх комунальних послуг найбільші витрати припадають на опалення, незалежно від типу енергії, що витрачається на цей процес. Знизити цю статтю витрат, використовуючи перевагу пільгового нічного тарифу, дозволяють електронагрівальні прилади з акумуляцією енергії – теплові акумулятори.

Принцип роботи теплових акумуляторів дуже простий: електричні нагрівники віддають тепло акумуляційному блоку, що часто виконується з магнетитових блоків, під час віддачі тепла повітря, що надходить до пристрою, нагрівається та подається в опалювальне приміщення, корпус пристрою має теплову ізоляцію.



Рисунок 1 – Принцип роботи теплових акумуляторів

Електричні теплові акумулятори розділяють на центральні та локальні.

Центральні теплові акумулятори розташовуються в окремому приміщенні та підключаються до системи опалення будівлі (водяної, повітряної) [1].

Локальні теплові акумулятори розташовуються безпосередньо в опалювальному приміщенні, та не потребують підключення до системи опалення. В свою чергу локальні теплові акумулятори розділяють на статичні та динамічні. Різниця між ними в наявності у динамічного теплового акумулятора вентилятора, який регулює витрати повітря через нього.

Конструкція центральних теплових акумуляторів також включає в себе рекуператор, в якому відбувається передача тепла від проміжного теплоносія до теплоносія системи опалення (повітря-повітря, вода-повітря).

Електричні теплові акумулятори мають два цикли роботи: накопичення та віддача теплоти. Накопичення тепла відбувається під час дії нічного тарифу. Віддача тепла відбувається вдень.

За даними НКРЕКП [2] вартість теплової енергії для населення складає після споживання 100 кВт·год - 1,69 грн/кВт·год, вартість теплової енергії на опалення складає 1218,56 грн/Гкал для м. Запоріжжя [3]. Так як одна 1Гкал=1163 кВт·год, то одна кВт·год теплової енергії від центрального опалення коштує 1,05 грн. При встановленні двозонного лічильника електричної енергії вартість електричної енергії вночі складатиме 50% від денного тарифу, тобто 0,85 грн/кВт·год. Отже, можна зробити висновок, що вартість електричного опалення у порівнянні з опаленням від міських теплових мереж дешевша на 19%.

Варто відзначити, що при впровадженні автономного опалення відкривається можливість регулювання температурного режиму в приміщенні, що неможливе при централізованому опаленні. Результат - зниження споживання теплової енергії за рахунок «перетопів», що характерні при опаленні від централізованої системи тепlopостачання при температурах навколишнього середовища близьких до 0°C та вище.

За даними НКРЕКП споживання електроенергії в Україні нерівномірне, що вимагає більш дорогої теплової генерації для покриття пікових рівнів енергоспоживання вранці і ввечері. Перехід населення на двозонні лічильники і збільшення споживання електроенергії вночі зможе в майбутньому знизити тарифи за рахунок завантаження атомних енергоблоків, які працюють при рівномірному споживанні в енергосистемі.

Таким чином, перенесення енергоспоживання з денного на нічний час може привести до значної економії коштів. При цьому економія буде тим суттєвіше, чим вище енергоспоживання.

Інформаційні джерела:

1. ООО "Електор": Отопление новыми технологиями [Электронный ресурс]. Днепр, 2010-2017. URL: <http://elektor.com.ua/heatsavers> (1.04.2017)

2. Національна комісія, що здійснює регулювання в сфері енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) [Електронний ресурс]: офіційний сайт. Київ, 2016. URL: <http://www.nerc.gov.ua> (Дата звернення: 1.04.2017)
3. Концерн «Міські теплові мережі» [Електронний ресурс]: офіційний сайт. Запоріжжя, 2010. URL: <http://teploseti.zp.ua/ua/> (Дата звернення: 1.04.2017)

Науковий керівник: Назаренко І. А. к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики ЗДІА

УДК 614.71:67.08

СЖИГАНИЕ МУСОРА В ЖЕРЛЕ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВУЛКАНА

Заяц А.С. студент 2 курса ТГНП

**Техникум газовой и нефтяной промышленности Одесской национальной академии
пищевых технологий**

Человек подчинил себе почти все природные ресурсы. На сегодняшний день мы имеем глобальные проблемы с экологией из-за нерационального уничтожения и переработки отходов человечества. Атмосфера, гидросфера, почва загрязнены. Так почему же нам не использовать природу и для утилизации «мусора»? Реально ли использовать вулканы для этих целей? Конечно на первый взгляд эта идея может показаться бредовой и многие так говорят, но может быть стоит более пристально изучить данный вопрос? Мы смогли бы тогда очистить планету от отходов различного профиля, тем самым сократив выбросы различных газов и аэрозолей разрушающих, как озоновый слой, так и природу в целом, а так же являющихся источником различных эпидемий. Кроме этого сколько посевных площадей освободится и мы сможем обеспечить большим количеством продуктов население планеты.

Температура лавы вулкана колеблется от 500 до 1900 °С, этого достаточно чтобы сжечь большинство материалов которые входят в состав бытовых и промышленных отходов. Извержение вулкана загрязняет почву, атмосферу и воду и это естественное явление. Исходя из этого можно сказать, что если вулканы, а точнее действующие вулканы, и так загрязняют окружающую среду, то используя вулкан как огромный котёл вред природе будет незначителен, даже не заметен, в отличии от сотен и тысяч заводов по переработке и утилизации отходов, свалок и полигонов.

Но до конца не ясно, достаточно ли высока температура внутри вулкана, чтобы полностью уничтожить отходы и стерилизовать мусор. Согласно информации, представленной Агентством по охране окружающей среды, медицинские отходы должны быть сожжены при температуре более чем 1600 °С, в некоторых случаях при температуре 1800 или 2000 °С.

На сегодняшний день этот вопрос до конца не изучен, существующие гипотезы как не нашли своего подтверждения, так и опровержения и требуют дальнейшего изучения возможности создания технологии сжигания бытовых отходов в жерле действующего вулкана.

Информационные источники

1. Батлук А.В. Основы екології і охорона довкілля / А. В. Батлук. – Л. : Афіша, 2001. – 335 с.
2. Сжигание бытовых отходов в лавовом озере вулкана // Режим доступа: [Электронный ресурс] <http://www.infox.tv/videos/3029/sjiganie-bytovyh-othodov-v-lavovom-ozere-vulkana/>

*Научный руководитель к.т.н., ст. преп. каф. ТТТЭ Волчок В.А.,
Одесская национальная академия пищевых производств*

НАНОТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ЭКОЛОГИИ

Кнышук А.В., Мукминов И.И.
ОНПУ, г. Одесса

Главная экономическая проблема современности – поиск альтернативных и возобновляемых источников энергии. Решение этой проблемы связывают с использованием силы ветра, а также с прямым преобразованием солнечной энергии в электрический ток. Создание фотогальванических элементов на основе полупроводниковых наночастиц позволит сократить расходы на 80%.

Обычные солнечные элементы содержат такие ядовитые вещества, как свинец, галлий, кадмий и мышьяк и производство их связано с выбросом еще более вредных веществ. Из-за небольшого срока службы, поставить производство солнечных батарей на поток невозможно, т.к. пока нет приемлемого, с экологической точки зрения, способа их утилизации.

Перспективными являются проекты, базирующиеся на использовании слоев синтетических красителей, способных с высокой эффективностью поглощать слабые и рассеянные (диффузные) потоки света. Применение таких наноструктурных материалов уже сейчас позволяет повысить эффективность поглощения света на 8% и КПД преобразования энергии на 12%. Дешевизна исходных материалов и простота производства наноструктур с красителями делает производство таких преобразователей экономически выгодным даже при существующем уровне разработок.

Не исключено, что будущее энергетики может быть связано с использованием водорода, который станет основным горючим для производства всех остальных видов электрической и тепловой энергии. Водородная энергетика, предполагает эффективное получение, накопление и расход водорода, включая крошечные наноячейки хранения водорода (для мобильных устройств) и очень мощные аккумулирующие батареи для децентрализованного снабжения электричеством и теплом домов, стационарных промышленных и транспортных устройств и т.д. Нанотехнологии должны сыграть очень важную роль в решении некоторых задач, связанных с предполагаемым «круговоротом» водорода в промышленности и бытовой технике.

Ключевой проблемой является накопление и хранение газообразного водорода, особенно в мобильных и миниатюрных устройствах, где не может быть и речи о сжижении водорода под давлением или его охлаждении до сверхнизких температур. Высокоперспективными материалами для этих целей представляются нанопористые вещества со специфически большой активной поверхностью. Большие надежды возлагаются на металлоорганические сотовые структуры, типа нанокластеров из частиц оксида цинка, химически связанных терефталевыми лигандами. Из этих веществ легко создаются крупные по размеру и легкие пористые решетки с открытыми порами и каналами нанометрового размера. Такие пористые твердые тела при малой плотности, обладают высоким значением внутренней поверхности пор (около 3000 м²/г), значительно превосходящим соответствующие параметры для углеродных нанотрубок (200 м²/г), цеолитов (700 м²/г) и активированных углей (800–2000 м²/г).

Такие вещества разумнее применять для создания не крупных аккумуляторов энергии, а небольших транспортабельных батарей и топливных элементов, а также, например, миниатюрных источников питания для компьютеров, портативных видеокамер, мобильных телефонов и беспроводных приборов. Для промышленности и экономики имело бы большое значение достижение 10% накопительной емкости (в пересчете на вес водорода

относительно общего веса конструкции), когда топливные элементы станут примерно в 10 раз превосходить по энергоемкости существующие литиевые аккумуляторы.

Переход к экологически чистой водородной энергетике произойдет лишь тогда, когда будут разработаны экономически выгодные методы получения водорода из воды, что позволит окончательно отказаться от использования ископаемых углеводородов. Прогнозировать время этого принципиального изменения основ энергетики почти невозможно, тем более, что эта проблема связана не только с технологическими разработками, но и глобальными экономическими вопросами, включая ситуацию с запасами ископаемых видов топлива. Согласно оценкам, сегодняшняя годовая потребность в нефти составляет 3,4 млрд т, а достаточно точно разведанные ее запасы (с учетом стандартных технологий добычи) соответствуют примерно 140 млрд т. По некоторым предположениям, еще 100 млрд т нефти могут содержать месторождения в арктической зоне и морских глубинах.

Новое направление использования нанотехнологий в энергетике и экологии связано с созданием высокоэффективных изоляционных материалов. Например, создаваемый на основе нанопористой кремниевой кислоты материал по своим теплоизоляционным характеристикам (коэффициент теплопроводности около 18 мВт/м.К) значительно превосходит используемые в настоящее время изоляторы. Кроме того, нанопористые материалы можно комбинировать с вакуумной изоляцией, что позволяет дополнительно уменьшить теплопроводность (лежащий в основе этого механизм заключается в том, что средняя свободная длина пути молекул воздуха превышает размер пор, в результате почти полностью подавляется конвекция). На сегодня объем мирового рынка микропористых изоляционных материалов уже составляет примерно 150 млн долл., и в будущем ожидается его рост и развитие, поскольку такие материалы имеют очень большой диапазон применения.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры УСБЖД Одесского национального политехнического университета Столевич Т.Б.

УДК 66.084+541.182; 628.1; 658.265

Cavitation method of wastewater treatment after production

Koval I.Z., PhD

Lviv Polytechnic National University

Biological method is the most common method of wastewater treatment among other methods in the food industry. However, even this method does not provide the desired degree of purification. Because wastewater from the food industry has high content not only biological but also organic contaminants where the most typical representatives in their composition are alcohols, acids, iso-alcohols, aminocompounds. The usage of cavitation phenomenon is the perspective method, in which due to the influence of high energy carried destruction of organic compounds contained in the wastewater. In order to improve the cavitation treatment it is advisable to use the gas bubbling into reaction medium as a source of additional cavitation embryos [1,2].

The influence investigation of gas nature on the efficiency of water treatment under cavitation conditions was carried out in an atmosphere of oxygen, nitrogen, mixture of nitrogen and oxygen in the ratio of 1:1 under cavitation conditions and without it. Wastewater of «Kumpel Brewery» was the object of this study. The process rate of wastewater treatment under ultrasound action depends on the process conditions. The experiments were carried out at the constant

parameters, means frequency of 22 kHz, temperature of 298 K, pressure of $1 \cdot 10^5$ Pa, process duration of 1-120 min.

Has been established that combined effect of gas bubbling and ultrasound regardless gas nature is more effective than the use of gas only. Maximum reduction of the amount of organic substances by 1.2 times has been reached after the action of certain gas nature, compared with the initial value, whereas the combined effect of gas with ultrasound showed maximum reduction of the amount of organic substances by 2.3 times, compared with the initial value.

References

[1] Koval I.Z., Shevchuk L., Starchevskyy V. Ultrasonic intensification of the natural water and sewage disinfection. Chemical Engineering Transactions. – Vol. 24, N3. – P. 1315-1320 (2011).

[2] Koval Iryna Z. Cavitation influence on the Bacillus cereus bacteria and Oscillatoria brevis cyanobacteria, INCDCOIND, SIMI 2016 "The environment and industry", Bucharest, Romania. – P. 89-95 (2016).

УДК 664.72:621.928.93

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТОВ «ЛЮДМИЛІВСЬКИЙ ЕЛЕВАТОР»

Ковтуненко Л.І., студентка

Одеська національна академія харчових технологій

Основним видом діяльності ТОВ «Людмилівський елеватор» є надання послуг по збереженню та переробці зерна: прийняття продукції, сушіння, очистка, зберігання, відвантаження. Елеватор може прийняти за добу до 3000 т зерна з автомобільного і до 1000 т із залізничного транспорту та відвантажити 800 т залізничними вагонами і 1000 т автотранспортом.

Виробничі операції (наприклад, при транспортуванні й перевантаженні зерна, а також при завантаженні силосів і бункерів) супроводжуються утворенням усередині встаткування та у приміщеннях великої кількості пилу, вміст якого може досягати вибухонебезпечного рівня, а викиди повітряних потоків у навколишнє середовище призводять до того, що в атмосферному повітрі встановлюються концентрації пилу, небезпечні для людей.

Практика використання аспіраційних установок у зерновій галузі свідчить, що основними недоліками їх роботи є низька надійність; висока енергоємність; значний рівень забруднення навколишнього середовища пиловими викидами.

Досвід застосування принципово нового аспіраційного встаткування, запропонованого співробітниками Одеської національної академії харчових технологій та ГП «Зернова столиця» (див., наприклад, [1,2]) показує, що можна значно знизити витрати електроенергії на аспірацію транспортно-технологічного встаткування шляхом заміни складних розгалужених централізованих мереж на локальні високоефективні аспіраційні мережі, забезпечивши при цьому високий ступінь очищення газопилових потоків.

У доповіді наводяться результати аналізу газопилових потоків, що утворюються на ТОВ «Людмилівський елеватор», та характеристик роботи встановлених пилоуловлювальних апаратів. За рекомендаціями, викладеними у [3,4], та з використанням технічних характеристик циклонів і фільтрів, розроблених ГП «Зернова столиця», підбрано нове пилоуловлювальне устаткування для ТОВ «Людмилівський елеватор». Показано, що у виробничих умовах цього підприємства аеродинамічні й конструктивні параметри запропонованих систем пилоподавлення дозволяють при зниженні витрат на аспірацію забезпечити концентрацію пилу в робочих приміщеннях нижче нормативно встановленої, а

також знизити концентрацію пилу у викидах аспіраційних систем, зменшивши негативний вплив на навколишнє середовище.

Інформаційні джерела:

1. Гончарук, А.А. Эффективное обеспыливание пылевоздушных смесей в циклофенах / А.А. Гончарук // Зернові продукти і комбікорми. - 2015. - № 2 (58). - С. 48-50.
2. Гапонюк, О.И. Новое поколение систем пылеподавления / О.И. Гапонюк // Хранение и переработка зерна. - 2012. - № 2. - С. 32-37.
3. Правила проектування аспіраційних установок підприємств по збереженню та переробці зерна. – К.: Міністерство сільського господарства та продовольства України, 1995. - 190 с.
4. Правила проектування та налагодження аспіраційних і пневмотранспортних установок підприємств по збереженню та переробці зерна /О.І. Гапонюк, Є.А. Дмитрук, В.І. Квітінський та ін. - Одеса-Київ: Зернова столиця, 2014. - 130 с.

*Науковий керівник: д.т.н., доц. Семенюк Ю.В., кафедра теплофізики та прикладної екології,
Одеська національна академія харчових технологій*

УДК 628.316.12

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ АММОНИЯ СОРБЕНТОМ ИЗ ОТРАБОТАННОГО КАТАЛИЗАТОРА КРЕКИНГА

Козловская И.Ю., к.т.н., ассистент

Белорусский государственный технологический университет

Вовлечение отходов производства в хозяйственный оборот является неотъемлемой частью рационального использования природных ресурсов. Для продления ресурсного цикла отработанного катализатора крекинга изучена возможность его использования после предварительной обработки в качестве сорбционного материала для очистки сточных вод от ионов аммония. Проблема таких вод характерна для предприятий деревообрабатывающей отрасли, где аммонийсодержащие сточные воды образуются при промывке реакторов производства карбамидоформальдегидных смол (КФС).

Возможность использования отработанного катализатора крекинга в качестве сорбента обусловлена его составом и свойствами. Отработанный катализатор является алюмосиликатным порошком светло-серого цвета, насыпная плотность 0,65–0,95 г/см³, удельный объем пор – 0,7–0,9 см³/г, удельная поверхность 100–140 м²/г, рН водного экстракта – 5,5–6,5, содержание цеолита типа NaY достигает 30 % [1].

Целью работы было установить возможность использования сорбента из отработанного катализатора крекинга для очистки промывных сточных вод производства карбамидоформальдегидных смол от ионов аммония.

Сорбционная очистка сточных вод от ионов аммония включала следующие стадии: дозирование и внесение сорбента, сорбцию в статических условиях из модельных и реальных сточных вод при периодическом перемешивании при дозе сорбента 0,6 г/дм³, отделение сорбента отстаиванием. Общий объем очищаемых сточных вод производства КФС составил 1,0 м³, общий расход сорбента – 0,6 кг, время сорбции – 1 ч. Контроль содержания азота аммонийного в сточных водах до и после очистки проводили в соответствии с [2].

Полученные результаты свидетельствуют о том, что полная статическая обменная емкость сорбента из отработанного катализатора крекинга по ионам аммония составляет 3,25±0,05 ммоль-экв/г – при сорбции из модельных растворов и 2,75±0,05 ммоль-экв/г – при

сорбции из реальных сточных вод.

Снижение сорбционной емкости при использовании сточных вод объясняется тем, что одновременно с ионами аммония из промывной воды частично удаляются ионы кальция и магния. Установлено, что полная статическая обменная емкость по катионам кальция и магния составляет $0,28 \pm 0,05$ и $0,25 \pm 0,05$ ммоль-экв/г соответственно.

Максимальная эффективность очистки сточных вод достигает 78,8 %, при этом концентрация ионов аммония после очистки не превышает допустимую концентрацию, устанавливаемую для сточных вод, сбрасываемых в систему городской канализации.

Регенерация полученного сорбента 8,0–10,0 % раствором соляной кислоты позволяет перевести в раствор до 94,0 % от исходной концентрации сорбируемых ионов.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования сорбционного материала из отработанного катализатора крекинга для очистки сточных вод от ионов аммония.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Козловская, И.Ю. Исследование свойств отработанного катализатора крекинга углеводородов нефти / И.Ю. Козловская, В.Н. Марцуль // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2010. – № 19. – С. 128–133.

2. МВИ. МН 3202-2009. Методика выполнения измерений концентрации аммонийного азота в поверхностных, подземных, сточных водах завода «Полимир» ОАО «Нафтан» фотоколориметрическим методом с реактивом Несслера (0,10-50,00 вкл. мг/дм³). – 8 с.

УДК 536.2

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШКИ ГЛИНЫ В МИКРОВОЛНОВОМ ПОЛЕ

Колесниченко Н.А., аспирантка

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Обжиг глины (керамической массы) преследует следующие цели: сушку (удаление гигроскопически связанной влаги) и спекание материала. В технологии производства керамических изделий из глины перед обжигом их требуется просушить в течение 2–7 дней в зависимости от величины изделия. С целью сокращения технологического процесса рассматривалась возможность их сушки с использованием энергии микроволнового поля [1,2]. Для исследований была использована предварительно подготовленная и увлажненная глина. Правильный подбор режимов сушки во многом определяет качество конечного изделия. Для оценки энергетической эффективности проводились тепловые расчеты, в которые входил расчет полезного теплового потока, определяемого теплотой испарения влаги и нагрева материала (1) и потери теплоты, определяемые лучистой и конвективной составляющей

$$Q_{\text{пол}} = \left[\Delta m \cdot r + \frac{m_0 + m_k}{2} c_{\text{вл.м}} (t_k - t_0) \right] / \tau, \text{ Вт} \quad (1)$$

где $c_{\text{вл.м}}$ – теплоемкость влажного материала, Дж/(кг·К), m – масса образца, t – температура образца, индексы: 0 – начальное, k – конечное значение.

Показателями, характеризующими режимы работы МВ аппаратов, являются эффективность использования электроэнергии и мощность $Q_{\text{пол}}$, которая расходуется на повышение температуры образца и испарение влаги. Эти показатели определяет КПД

камеры η_k , формула для расчета которого была получена на основе обработки экспериментальных данных (2):

$$\eta_k = 0,72 \cdot \left(1 - e^{-203 \cdot (V_{обп} / V_k)}\right) \cdot \left(\frac{u}{0,46}\right)^{0,35}, \quad (2)$$

Зависимость (2) справедлива для массы глиняного образца от 0,06 кг до 0,9 кг и относительного объема $V_{обп} / V_k$ от 0,003 до 0,09 КПД камеры при толщине слоя $7 < l < 30$ мм описывается с погрешностью $\pm 14\%$.

Проводился анализ влияния одновременного увеличения массы материала и выходной мощности магнетрона. Результаты анализа различных опытов, приведенные для равного интервала изменения влагосодержания, показывают, что удельные затраты электроэнергии на сушку падают при одновременном увеличении массы и выходной мощности магнетрона (табл.1). Увеличение мощности приводит к увеличению КПД камеры. При снижении мощности увеличиваются тепловые потери в окружающую среду и наблюдается нерациональный расход энергии на разогрев материала. При составлении табл. 1 использовались данные по кинетике сушки для мягких режимов, в которых явно проявлялся период постоянной скорости сушки. Поэтому анализ данных табл. 1 позволяет из технологически допустимых режимов выбрать наиболее экономичные. Значения потребляемой энергии на МВ нагрев могут быть существенно снижены за счет снижения тепловых потерь, одним из методов снижения которых является использование поглощающих покрытий [3].

Таблица 1 - Влияние увеличения массы и выходной мощности магнетрона на удельные затраты электроэнергии

№	Мощность магнетрона $P_{вых}$, $Вт$	Масса материала m , $кг$	Скорость сушки $N \cdot 10^5$, $с^{-1}$	Время τ , $с$	Энергозатра-ты на сушку $P \cdot 10^{-6}$, $Дж/кг$
1	80	0,06	0,61	240	1,275
2	180	0,08	0,56	240	2,34
3	180	0,1	0,69	240	1,52
4	240	0,16	0,77	240	1,14
5	240	0,24	0,83	240	0,703

Выводы

Получено, что экономически целесообразно увеличивать загрузку камеры, а для обеспечения высокой производительности установки следует устанавливать максимально возможную мощность магнетрона. Последнее связано с особенностями работы магнетрона, т.е. невозможностью снижения во времени амплитуды колебаний при снижении мощности.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Chatterjee, Anindita. Analysis of microwave sintering of ceramics [Text] / Anindita Chatterjee, Tanmay Basak, K.J. Ayappa // AIChE Journal, 1998. – Vol.44, No. 10. – P. 2301 – 2311.
2. Fabia, Medeirosa Microwave-assisted sintering of dental porcelains [Text] / Medeirosa Fabia, Romualdo R. Menezesb, Gelmiros A. Nevesb // Ceramics International 41 (2015) – P.7501–7510.
3. Демьянчук Б.А. Принципы и применения микроволнового нагрева [Текст]/ Одесса: Черноморье, 2004. – 520 с.

Научный руководитель:
Бошкова И.Л., д.т.н., доц. каф. ТТТЕ
Одесской национальной академии
пищевых технологий

ОСОБЕННОСТИ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ И ГОРЕНИЯ ГАЗОВЗВЕСЕЙ УГЛЕРОДНЫХ ЧАСТИЦ

Лисянская М.В., студентка 4 курса физического факультета
Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова

Актуальность исследований высокотемпературных режимов тепломассообмена и химических превращений диспергированного углеродного топлива обусловлена необходимостью разработок эффективных методов его использования в различных технологических процессах. В металлургическом производстве, топливной энергетике углеродное топливо используется в виде газозвеси. Целью данной работы является изучение закономерностей воспламенения, горения и потухания двухфракционной газозвеси углеродных частиц, как частного случая полидисперсного топлива, с размерами частиц, которые отличаются между собой в несколько раз.

В работе проведено физико-математическое моделирование высокотемпературного тепломассообмена и кинетики химических превращений газозвеси углеродных частиц. Для расчетов выбрана двухфракционная газозвесь с диаметрами частиц: мелкой фракции - $d_{b1}=50\text{мкм}$, крупной фракции - $d_{b2}=150\text{мкм}$ и равными массовыми концентрациями фракций (C_m). Определялись такие характеристики: период индукции, время и температура горения частиц, критические температуры и диаметры, определяющие воспламенение и потухание.

На рис.1 представлены временные зависимости температур и диаметра частиц каждой из фракций. После воспламенения температура частиц увеличивается (рис. 1а), достигает максимального значения ($T_{\max}$), а затем уменьшается вследствие роста теплового потока от частиц к газу. Последнее является причиной потухания частиц при достижении ими критического диаметра потухания. Время от момента возгорания до момента потухания определяется как время горения частицы.

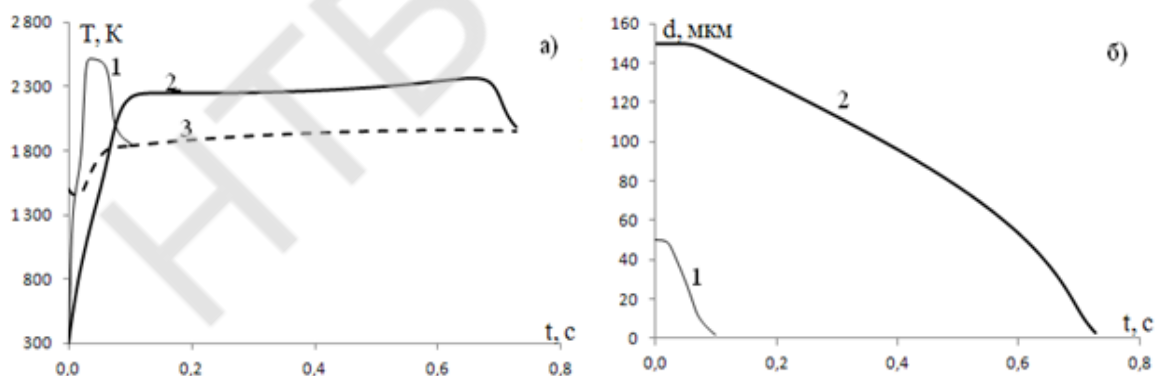


Рис. 1. Зависимость температуры (а) и диаметра частиц (б) газозвеси от времени: 1 – $d_{b1}=50\text{ мкм}$, 2 – $d_{b2}=150\text{ мкм}$, $C_{m1}=C_{m2}=0,0122\text{ кг/м}^3$, 3 – температура газа в объеме газозвеси. Температура окружающего газа $T_g=1500\text{ К}$.

Анализ рис. 1а и 1б показывает, что сначала происходит воспламенение и выгорание мелкой фракции. Это приводит к повышению температуры газа, улучшает условия для воспламенения частиц крупной фракции. Частицы крупной фракции загораются незадолго до момента потухания мелких частиц. На протяжении выгорания мелкой фракции концентрация окислителя значительно уменьшается, так что воспламенение и горение крупных частиц происходит при низких ее значениях. В результате скорость выгорания

крупных частиц меньше, чем мелких (рис. 1б). Температура горения крупной фракции более чем на 100 градусов ниже (рис. 1а).

Проведем сравнительный анализ (таблица 1) характеристик высокотемпературного теплообмена двухфракционных и монофракционных газовзвесей мелких и крупных частиц с той же массовой концентрацией, что и двухфракционная система ($C_{mb} = 0,0244 \text{ кг/м}^3$). Видно, что в условиях двухфракционной газовзвеси воспламенение крупных частиц происходит раньше, чем в условиях монозвеси, и тем значительнее этот эффект, чем больше диаметр частиц. Уменьшение периода индукции частиц крупной фракции в двухфракционных системах по сравнению с периодом индукции монозвеси частиц этого же размера происходит благодаря повышению температуры газа в результате выгорания мелкой фракции (рис. 1а).

Результаты, представленные в таблице 1, приводят к выводу, что время горения (t_{bur}) частиц в условиях двухфракционной системы для мелкой фракции ($d_{b1} = 50 \text{ мкм}$) существенно уменьшается, а для крупной фракции ($d_{b2} = 150 \text{ мкм}$) несколько увеличивается по сравнению со временем горения частиц этих же размеров в виде монозвесей с той же массовой концентрацией. Значительное уменьшение времени горения мелких частиц в условиях двухфракционной системы объясняется тем, что в химической реакции на начальном этапе горения задействована только половина топлива (мелкая фракция), температура частиц крупной фракции еще недостаточная для протекания химических реакций (рис. 1а). Поэтому окислителя на этой стадии больше, чем в условиях монозвеси, что приводит к увеличению скорости горения, и, как следствие, уменьшению времени горения. Потухание мелких частиц в двухфракционной системе имеет четко выраженный характер, а в монодисперсных газовзвесах является вырожденным, в связи с повышением температуры газа и уменьшением разницы температур частиц и газа.

Таблица 1.

Характеристики воспламенения, горения и потухания монодисперсных газовзвесей с массовой концентрацией $C_m = 0,0244 \text{ кг/м}^3$ и двухфракционных газовзвесей с равными массовыми концентрациями крупных и малых частиц ($C_{m1} = C_{m2} = 0,0122 \text{ кг/м}^3$) при $T_g = 1500 \text{ К}$.

Характеристики	Монодисперсная газовзвесь		Двухфракционная газовзвесь	
$d_b, \text{мкм}$	50	150	50-150	
$t_{ind}, \text{с}$	0,026	0,086	0,023	0,065
$t_{bur}, \text{мс}$	0,075	0,592	0,045	0,638
$d_E, \text{мкм}$	6,6	13,1	13,3	12,3
$T_{max}, \text{К}$	2473	2297	2521	2360

Анализ таблицы 1 показывает, что максимальная температура горения (T_{max}) двухфракционной газовзвеси выше, чем монофракционной той же массовой концентрации, как для крупных, так и мелких частиц. Диаметры частиц при потухании (d_E) практически одинаковы, за исключением диаметра потухания монозвеси мелких частиц.

Таким образом, доказано, что уменьшение периода индукции частиц крупной фракции в случае двухфракционной газовзвеси относительно периода индукции монозвеси частиц этого же размера происходит благодаря повышению температуры газа в результате выгорания мелкой фракции. Существенное увеличение времени горения мелких частиц в условиях монодисперсных газовзвесей объясняется уменьшением концентрации окислителя на стадии воспламенения частиц.

Научный руководитель – к.физ.-мат. наук, доцент Орловская С.Г.
Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова

ЗАСТОСУВАННЯ МОНТМОРИЛОНІТОВИХ ГЛИН ДЛЯ СОРБЦІЇ НАФТОПРОДУКТІВ

Левицька О.Г., к.т.н.

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

Часте використання глинистих мінералів обумовлене їх корисними експлуатаційними властивостями – вогнетривкістю, спікливістю, пластичністю, здатністю до спучування і набухання, відносною хімічною інертністю тощо. Глинисті мінерали, зокрема, каолінит, гідрослюди, монтморилоніт, містять у своєму складі SiO_2 , Al_2O_3 , H_2O , TiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , SO_3 і органічні речовини [1]. І, разом з цим, глини часто використовуються в якості сорбентів. При цьому ефективними сорбентами виступають бентонітові або монтморилонітові глини.

Вони, маючи добру каталітичну активність, а також зв'язуючі та склеюючі властивості, успішно застосовуються для очищення нафтопродуктів, тваринних жирів та рослинних олій, жирів та олій у нафтопереробній, харчовій промисловості, вина, сорбують радіонукліди, важкі метали, пестициди, поглинають воду, жири, органічні домішки [1-3]. Застосовують як природні, так і активовані глини. Сорбційна здатність монтморилонітових глин збільшується після обробки сірчаною або соляною кислотами [2].

При оцінці сорбційних матеріалів, застосовуваних при вивільненні нафтопродуктів у довкілля або при забрудненні ними стічних вод, в якості сорбату частіше досліджують нафту або її важкі фракції. При цьому відомі випадки проливів бензинів, дизпалива у довкілля. Тому була визначена сорбційна ємність монтморилонітових глин у статичних та динамічних умовах при сорбції нафтопродуктів легких та середніх нафтових фракцій, що склала 1,3 – 2 г/г сорбенту.

Враховуючи наведене, монтморилонітова глина, як безпечний за хімічним складом та економічно вигідний матеріал, може застосовуватись при очищенні та рекультивації ґрунтів при проливах нафтопродуктів легких та середніх нафтових фракцій.

Перелік посилань

1. Наказ Державної комісії України по запасах корисних копалин при Державному комітеті природних ресурсів України від 2 грудня 2004 року № 263 «Про затвердження Інструкції із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ глинистих порід» [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE10194.html
2. Монтморилонитовая глина [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://msd.com.ua/granit/mineraly-kniga/montmorillonitovaya-glina/>
3. Червоний, Б.Г. Водоочисні породні пошукові передумови / Б.Г. Червоний // Вісник Харківського національного університету ім.В.Н.Каразіна – Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна : тем. вип. «Геологія, географія, екологія». –2009. – № 30. – С.113–119.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ ТРУБ ТА ДВОФАЗНИХ КОНТУРІВ В СИСТЕМАХ ОХОЛОДЖЕННЯ

Магурян Н. С.

Одеська національна академія харчових технологій

Теплова труба - це герметичне тепло передавальний пристрій, який працює по замкнутому випарно-конденсаційному циклу в тепловому контакті з зовнішніми джерелом і стоком тепла. Вона складається з ділянок випаровування, конденсації і транспортної адіабатної ділянки, що розділяє випарник і конденсатор. Тепловий потік, який підводиться в зоні випаровування, переноситься паром у вигляді прихованої теплоти випаровування і далі, на певній відстані від місця випаровування, виділяється в стік при конденсації пари. У тепловій трубі на внутрішній стінці укріплена капілярно - пориста структура. Конденсат, який утворився, повертається в зону випаровування під дією капілярних сил.

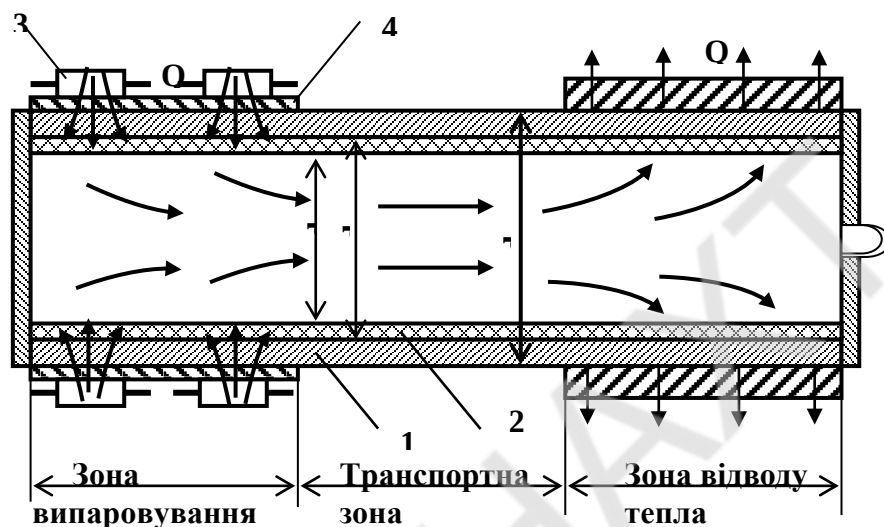


Рис. 1 Схема теплової труби

1 - корпус теплової труби; 2 - капілярно - пориста структура; 3 - охолоджувачі силові елементи; 4 - теплосток

Теплові труби мають унікальну сукупність цінних експлуатаційних властивостей таких, наприклад, як надвисока теплопровідність, на три порядки перевищує теплопровідність міді, відсутність механічно рухомих частин та потреби в додатковій енергії, відмінні масогабаритні характеристики і висока надійність, які в багатьох випадках роблять їх практично незамінними. Одним з найбільш перспективних типів теплових труб на сьогодні є контурні теплові труби (КТТ) (схема і загальний вид наведені на рис.2). Вони здатні ефективно працювати при будь-якій орієнтації в гравітаційному полі і в умовах невагомості, мають більш високу тепло передавальну здатність, значно легше адаптуються до різних умов розміщення та експлуатації, допускають широкі можливості для різноманітних конструктивних рішень. В даний час створені пристрої від мініатюрних з масою менше 10г і потужністю 30Вт до протяжних з відстанню теплопереносу більш 20м і потужністю близько 2кВт. КТТ є двофазний контур з капілярним насосом. По суті це теплова труба з рознесеною зоною конденсації і зосередженої зоною випаровування. Зона конденсації є рознесеною, тому що охолодження крім самого конденсатора відбувається в паровому і рідинному трубопроводах. Зона випаровування утворена спеціальною системою паровідвідних каналів на кордоні капілярна структура – гаряча стінка.

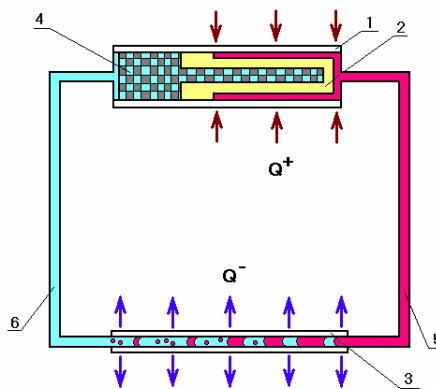


Рис.2 Схема і загальний вид контурної теплової труби

1 - випарник; 2 - капілярний насос; 3 - конденсатор; 4 - компенсаційна порожнина;
5 - паровий канал; 6 - рідинний канал

Збільшення теплопередавальної здатності досягається завдяки ряду фізичних і конструктивних особливостей:

- капілярна структура розміщується локально в зоні підведення тепла і виконує одночасно функції капілярного насоса і теплового затвора;
- транспортні канали для парової і рідкої фаз теплоносія просторово розділені.

Перший етап розробки КТТ був пов'язаний з їх використанням в космічних апаратах. На даний час їх застосування поширюється на інші галузі техніки, де мають місце високі щільності тепловиділення. КТТ успішно використовуються для охолодження комп'ютерів, тепловиділяючих об'єктів в силовій електроніці, радіотехніці, лазерній техніці, ядерній енергетиці, машинобудуванні, для утилізації низькопотенційного тепла. Використання КТТ дозволяє розробити системи охолодження на основі автономних безнасосних циркуляційних систем.

Вивчення процесів в елементах КТТ і умов їх роботи є актуальним завданням. В даний час нами розробляється математична модель і методика розрахунку статичних характеристик найпростіших схемних рішень двофазного контуру з капілярним насосом для системи охолодження радіоелектронної апаратури.

1. Загар О.В., Альтман Э.И., Буз В.Н. Анализ температурных характеристик двухфазного контура с капиллярным насосом. // Материалы Международной школы-семинара «Тепловые трубы: теория и практика». – Часть 2. – Минск, 1991. – С.152-159
2. Смирнов Г.Ф., Бурдо О.Г. Моделирование процессов в тепловых трубах и термосифонах. Одесса: Полиграф, 2012.-294 с.

Науковий керівник : Альтман Е.І., доцент, к.т.н., ОНАХТ

УДК 621.375

УТИЛІЗАЦІЯ ВТОРИННИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ (ВЕР) НА ГАЗОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

**Мансарлійський О.М., студент 4 курсу
ОНАПТ**

Видобуток газу в Україні в 2016 році збільшилася на 1,5% - з 19,9 млрд до 20,2 млрд м³. Про це йдеться в повідомленні "Укртрансгазу". Споживання газу скоротилося на 4% - з 31,4 млрд м³ до 30,3 млрд. У минулому році країні довелося імпортувати близько 11 млрд м³. Транзит природного газу через українську газотранспортну систему для європейських споживачів виріс на 23% і склав 82,2 млрд м³.

Кількість підземних сховищ гагу (ПСГ) на Україні складає 12. Активна ємність ПСГ – 31 млрд м³. У перспективі ПСГ України можуть знадобитися іншим державам, так як наша держава на використовує ПСГ на всю потужність.

По видам енергії вторинні енергоресурси (ВЕР), у тому числі і ВЕР компресорних станції (КС), підземних сховищ газу (ПСГ) розділяють, за видом енергії, на горючі (паливні), теплові і надлишкового тиску.

Найбільш енергетичний потенціал мають гази, що йдуть в атмосферу від газоперекачувальних агрегатів (ГПА).

В наш час, враховуючи технологічні потреби КС і ПСГ в різних видах енергії та можливе виробництво ВЕР, були виділені наступні напрями їх використання: виробництво додатково механічної роботи, електричної енергії; охолодження газу, що транспортується; теплопостачання промислових та сільськогосподарських об'єктів. При цьому основною задачею використання ВЕР ПСГ є економія природного газу.

Для реалізації таких напрямів використання теплових ВЕР КС необхідне ефективне утилізаційне обладнання, яке відповідає необхідним вимогам, які пред'являються до джерел тепла.

Значне поліпшення використання теплових ВЕР КС і ПСГ ^{можливе} при розробці та використанні для всіх потреб галузі та всієї промисловості високоефективного теплоутилізаційного обладнання з використанням традиційних теплоносіїв – води та водяної пари.

В результаті досліджень був розроблений та випробуваний утилізаційний теплообмінник з подовжньо-обребреними трубами для ГМК 10, які встановлені на Червонопартизанському, Солохівському, Олишівському ПСГ. Використання подовжньо-обребрених поверхонь представляється оптимальним, так як вони мають більшу теплову ефективність в порівнянні з гладкими та меншу схильність до утворення відкладень, в порівнянні з поперечно-обребреними.

Схема теплообмінника показана на рис 1. Він встановлюється на вихлопній трубі агрегату 7 і складається з теплообмінного блоку 2 і трійника 5 з двома газорегулюючими заслінками 6 і вибуховим клапаном для захисту конструкції ід можливих ударів при пуску ГМК. Теплообмінний блок містить об'ємний трубний пучок 3, який складається з 64 труб діаметром 38х2,5 з привареним подовжнім обребренням (12 ребер на трубі). Системою колекторів труби з'єднанні в вісім секцій; установленими в колекторі перемичками забезпечується чотирьох-ходова схема руху теплоносія – в кожному ході вода рухається по 16 трубам. Трійник вварюється в вихлопну трубу за межами укриття 4. Додаткова механічне навантаження на трубу приймається на опору конструкції 1.

Таблиця 1. Технічна характеристика теплообмінника для ГМК 10.

Теплопродуктивність, МВт	0,35
Відносна потужність агрегату	0,7
Температура води на вході, °С	70
Температура води на виході, °С	95
Витрата води, т/год	12

Температура вихлопних газів ГМК до ТО, °С	320
Температура вихлопних газів ГМК після ТО, °С	210

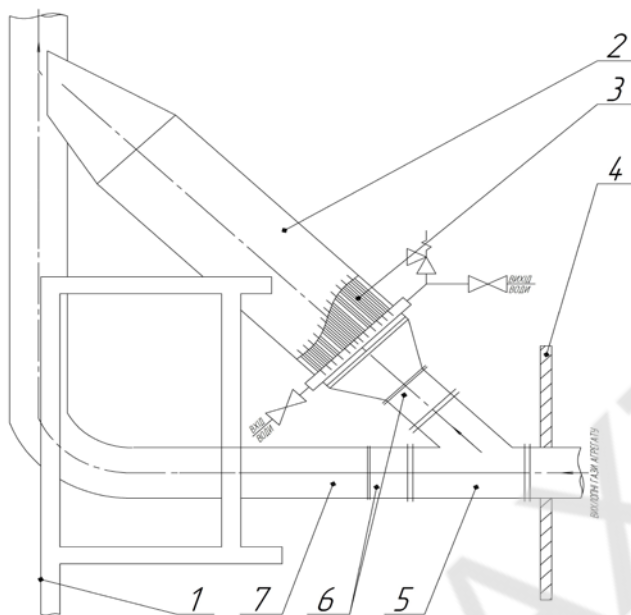


Рис.1 Принципова схема утилізаційного теплообмінного апарату для ГМК 10

1.Опора 2.Теплообмінний блок 3.Трубний пучок 4. Стіна
5.Трійник 6. Заслінка 7.Вихлопна труба

Використання таких утилізаторів тепла на об'єктах нафтогазового комплексу України дозволило отримувати додаткову теплову енергію, яка дає можливість створювати тепличні господарства, птахофабрики, тваринницькі ферми. При цьому економія природного газу орієнтовно склала 80 млн м³ на рік.

Для утилізації теплоти ВЕР з джерелами низькопотенційної енергії доцільно використання теплових насосів. До числа таких джерел можна віднести наступні системи і елементи КС: система охолодження мастила; система охолодження газу; система зворотної мережної води; нагріті поверхні газоходів і ГТУ в машинних залах КС; витяжні системи машинних залів компресорних цехів. Теплові насоси, що застосовуються для утилізації теплоти систем охолодження мастила та зворотної мережної води будуються за стандартною схемою і використовуються, як правило, для опалення і гарячого водопостачання.

Застосування теплових насосів дозволяє підвищити ефективність енергозберігаючих заходів. Однак, при використанні теплових насосів слід мати на увазі, що їх використання має свої технічні проблеми і обмеження, пов'язані з їх залежністю від характеристик використовуваного джерела енергії, які в загальному випадку є змінними величинами і можуть змінюватися. Так, наприклад, для рентабельної роботи повітряного теплового насоса температура зовнішнього повітря повинна бути не менше 14 °С

В цілому, можна зробити висновок, що компресорні станції магістральних газопроводів мають великий набір різних ВЕР, які можуть з великою ефективністю утилізуватися і використовуватися в якості додаткового джерела енергії.

Науковий керівник д.т.н., проф. Косой Б.В.

СУШІННЯ ПІСКУ В БАРАБАННІЙ СУШАРЦІ З УТИЛІЗАЦІЄЮ ТЕПЛОТИ

Мацько Б.С., студент

Одеська національна академія харчових технологій

Пісок застосовується в багатьох галузях промисловості, зокрема, не можливо уявити сучасне будівництво без використання піску. Величезну необхідність у ньому відчують підприємства, що виробляють сухі суміші для будівництва. Важлива вимога, що пред'являється до піску, це відсутність вологи [1]. Тому сушіння піску поширена та затребувана операція в будівництві та в інших галузях промисловості. Сушіння це процес теплової обробки матеріалів з метою видалення з них вологи шляхом випару. Інтенсивність сушіння буде тим вище, чим більше різниця парціальних тисків пари на поверхні матеріалу й навколишнього середовища та приплив тепла до поверхні матеріалу. При проектуванні сушильних установок завжди розглядається питання підвищення інтенсивності процесу сушіння за рахунок удосконалювання конструкції сушарок та застосування нових методів і режимів сушіння. За технологічними вимогами виробництва сушила повинні забезпечити задану продуктивність, можливу гнучкість регулювання процесу та дотримання оптимального режиму сушіння, щоб одержати найкращу якість матеріалу, що сушиться, при найменших витратах. При цьому велике значення має рівномірність сушіння матеріалів по всьому обсязі робочого простору сушарки. При виборі конструкцій сушильних пристроїв необхідно враховувати економічність їхньої роботи з таких показників, як питома витрата тепла на 1кг випаруваної вологи, питома витрата електроенергії, вартість установки та витрата матеріалу на 1т матеріалу, який висушується. В останні роки добре зарекомендували себе сушарки барабанного типу. Їх головне достоїнство – надійність та простота в експлуатації. Барабанні сушарки (рис. 1) широко застосовують для безперервного сушіння, як правило, при атмосферному тиску, кускових, зернистих і сипучих матеріалів (піску, мінеральних солей, фосфоритів та ін.).

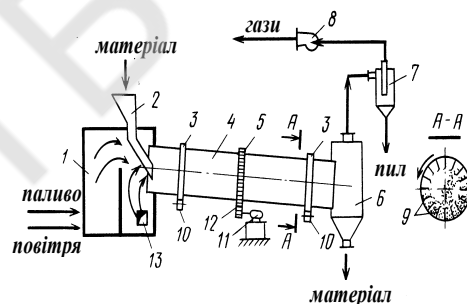


Рис. 1 Барабанна сушарка

1 – топка; 2 – живильник; 3 – бандажі; 4 – барабан; 5 – зубчастий вінець; 6 – розвантажувальна камера; 7 – циклон; 8 – вентилятор; 9 – підйомно-лопатева насадка; 10 – опорні ролики; 11 – електродвигун; 12 – шестерня передача; 13 – вікно для подачі вторинного повітря

Барабанна сушарка [2] має циліндричний зварений барабан 4, установлений з невеликим нахилом до горизонту (2-7°), який опирається з допомогою бандажів 3 на ролики 10. Барабан приводиться в обертання електродвигуном 11 через зубчасту передачу за допомогою вінця 5. Частота обертання барабана звичайно не перевищує 5-8 обертів на хвилину. Матеріал подається в барабан живильником 2 і надходить на внутрішню насадку 9, розташовану уздовж майже всієї довжини барабана. Насадка, тип якої визначається властивостями матеріалу, що висушується, забезпечує рівномірний розподіл і гарне

перемішування матеріалу по перетині барабана, а також його тісний контакт із сушильним агентом при пересипанні.

Газова фаза та матеріал часто рухаються прямотечею, що допомагає уникнути перегріву матеріалу, тому що в цьому випадку найбільш гарячі гази стикаються з матеріалом, що має найбільшу вологість.

Щоб уникнути посиленого винесення пилу із сушильним агентом, останній протягується через барабан вентилятором 8 із середньою швидкістю, що не перевищує 2-3 м/с. Перед викидом в атмосферу відпрацьовані гази очищаються від пилу у циклоні 7. На кінцях барабана встановлюють ущільнювальні пристрої, що перешкоджають витіку сушильного агента.

Повітря, що відводиться із сушарки, має високий зміст води, і тому його не можна відразу ж повторно використовувати в сушарці. У зв'язку із цим перш ніж скинути повітря в атмосферу, теплоту можна регенерувати за допомогою теплообмінника. Попередній підігрів повітря, що поступає в пальник за рахунок утилізації тепла впливає на такі параметри, як температура та зміст вологи, це треба враховувати при розрахунках.

Застосування пластинчастих теплообмінників звичайного типу показує свою доцільність. Приклад застосування його в барабанній сушарці наведено на рис. 2. При цьому були отримані наступні результати: відносна вологість викидів близько 10%, у них утримується 0,197 кг води на 1 кг сухого повітря. У цьому теплообміннику атмосферне повітря у кількості 5,04 м³/с нагрівається до температури 100° С, а температура відпрацьованого повітря знижується з 120 до 66° С.

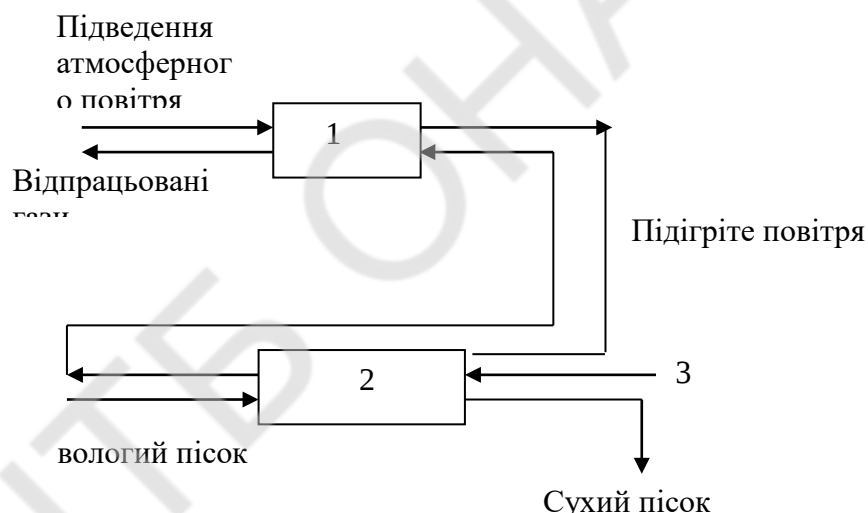


Рис. 2. Застосування пластинчастого теплообмінника в барабанній сушарці для регенерації теплоти:

1 - пластинчастий теплообмінник; 2 - барабанна сушарка 3 -пальник

Кількість утилізованої теплоти становить до 18% загальної кількості енергії, що вводиться в сушарку. Економія палива склала близько 68 л/ч.

Інформаційні джерела

1. Ткаченко С.Й, Співак О.Ю. Сушильні процеси та установки. Навчальний посібник.- Вінниця: ВНТУ, 2007.-76 с.
2. Хлієва О.Я., Волгушева Н.В. Тепловологісні низькотемпературні процеси та установки. Навчальний посібник. Одеса: ОДАХ, 2011.- 155 с.

*Науковий керівник к.т.н., доц. Волгушева Н.В.
Одеська національна академія харчових технологій*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Мукминов И.И., Кнышук А.В.
ОНПУ, г. Одесса

Недостаточное количество чистой воды является большой экологической проблемой, особенно в развивающихся странах, странах с военными конфликтами и частыми стихийными бедствиями. Рост народонаселения и интенсивное ведение сельского хозяйства связаны с постоянно растущим потреблением чистой воды, поэтому все более актуальными становятся поиски новых методов ее очистки. Применение наноматериалов может помочь улучшить существующие, а также создать совершенно новые технологии и материалы, используемые для очистки воды.

Использование керамических мембран позволяет очищать воду. Эти мембраны и фильтры разнообразных размеров используются для разделения веществ. В зависимости от своих свойств им удастся выполнять эту работу с переменным успехом. При ультрафильтрации создается повышенное давление с одной стороны мембраны, которое способствует прониканию компонентов с малым молекулярным весом сквозь поры. При этом более крупные молекулы могут перемещаться только вдоль мембраны и не проникают сквозь поры из-за своего размера. Полунепроницаемая ультра фильтрационная мембрана имеет поры величиной от 0,0025 до 0,01 мкм.

Наноструктурные материалы находят все возрастающее применение в процессах переработки и обезвреживания отходов, от окисления органических загрязнителей с помощью частиц TiO_2 до связывания атомов тяжелых металлов наномасштабными поглотителями. Во многих случаях в качестве агентов окисления могут использоваться активированные облучением частицы (в растворах или аэрозолях). Установлено, что наноразмерные частицы TiO_2 , подвергнутые УФ-облучению, могут очищать воздух от различных загрязнителей, включая опасные органические соединения, клетки, вирусы и ядовитые химикаты. Наноразмерные частицы после соответствующей химической обработки их поверхности (образования производных соединений) лигандами или реагентами могут эффективно связывать атомы тяжелых металлов или пассивировать загрязненные поверхности. Предполагается, что нанотехнологии позволят так организовать химические производственные процессы, что в ходе их будет образовываться меньше отходов.

Одним из способов применения нанотехнологии выступает использование нанокатализаторов – веществ или материалов, которые обладают каталитическими свойствами и имеют по крайней мере один наноразмер и благодаря увеличению поверхностной площади обладают большей контактной поверхностью и более эффективно реагируют, чем сплошные материалы. Нанокатализаторы можно использовать для очистки загрязненных грунтовых вод, в обычных устройствах для очистки воды, а затем восстанавливать их, т.е. возвращать в рабочее состояние, с помощью наномембран.

Железо, один из наиболее распространенных металлов на Земле, может стать важным звеном в решении проблемы охраны окружающей среды. Оно обладает способностью легко окисляться и образовывать оксиды. Если это окисление происходит в присутствии таких опасных загрязняющих веществ, как трихлорэтилен, тетрахлорид углерода, диоксины или полихлорированные дифенилы, то их сложные молекулы распадаются на более простые и менее токсичные углеродные компоненты.

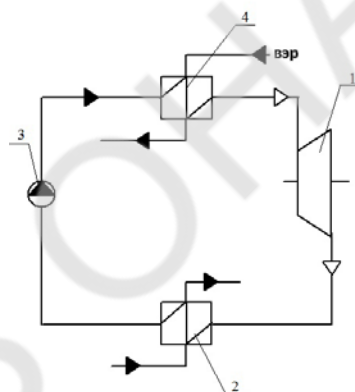
Аналогичное явление наблюдается, когда окисление железа происходит в присутствии таких опасных тяжелых металлов, как свинец, никель, ртуть, кадмий. Эти

металлы образуют нерастворимые формы, которые оседают в почве и не переносятся по пищевой цепочке (следовательно, их вредное влияние на окружающую среду уменьшается).

Поскольку железо не обладает токсичным эффектом и в большом количестве присутствует в горных породах, почве и воде, представляется возможным применять порошок, содержащий железо, для очистки промышленных отходов перед направлением их в окружающую среду. Эта технология подходит как для новых промышленных отходов, так и для решения проблемы со старыми отходами. В этом деле могут помочь наночастицы железа, которые в 10–1000 раз активнее обычных макроскопических частиц железа. Обладая меньшим размером и большей активной поверхностью, наночастицы могут легко проникнуть в центр загрязненной зоны. Они легко переносятся вместе с грунтовыми водами и попутно очищают окружающее пространство.

Полученные материалы могут быть использованы в разработке новых технологий очистки окружающей среды от радиоактивных и токсичных элементов, переработки и захоронения жидких радиоактивных отходов, а также в создании новых материалов с уникальными оптическими свойствами. С помощью достигнутых разработок помимо принципиально новых подходов к решению проблемы утилизации ядерных отходов станет возможным создание новых материалов на основе урана, а также усиление защиты окружающей среды при его транспортировке.

Следовательно, несмотря на растущий уровень загрязнения окружающей среды, многие ученые говорят о возможности устранения последствий такого загрязнения. В



первую очередь с помощью достижений нанотехнологии.

Научный руководитель :к.т.н., доцент кафедры УСБЖД Одесского национального политехнического университета Столевич Т.Б.

УДК 621.577 (043)

ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕЛОУТИЛИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ С РАБОЧИМ ТЕЛОМ К 404А

Нижников А.А.

**«Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»,
Республика Беларусь**

Одной из приоритетных задач энергетики является снижение расхода ископаемого топлива. А также получение тепловой и электрической энергии из низкокалорийных топлив, например при газификации бытовых отходов. Для решения этих задач была разработана принципиальная схема установки, работающей по прямому циклу Карно на основе

низкокипящего рабочего тела (НКРТ). Принципиальная схема установки представлена на рисунке 1.

Принцип работы установки следующий: теплота от ВЭР передается рабочему телу в испарителе, в котором хладагент испаряется и перегревается и в перегретом состоянии поступает в турбодетандер, в котором происходит расширение перегретого хладагента до насыщенного состояния. Насыщенный пар после турбодетандера поступает в конденсатор, где происходит конденсация паров хладагента, затем рабочее тело поступает в насос и цикл замыкается. Для определения эффективности работы данной установки работающей на фреоне R404a проведем эксергетический анализ. Цикл теплоутилизационной установки с детандером на основе озонобезопасных фреонов начинается с испарения фреона и его перегрева, процесс 2'-5. Процесс расширения перегретых паров фреона, процесс 5-5_д. Процесс расширения фреона в детандере сопровождается выработкой электроэнергии.

Рис. 1. Теплоутилизационная установка с детандером

1 - турбодетандер; 2 – конденсатор-испаритель; 3 - насос конденсатный; 4- испаритель

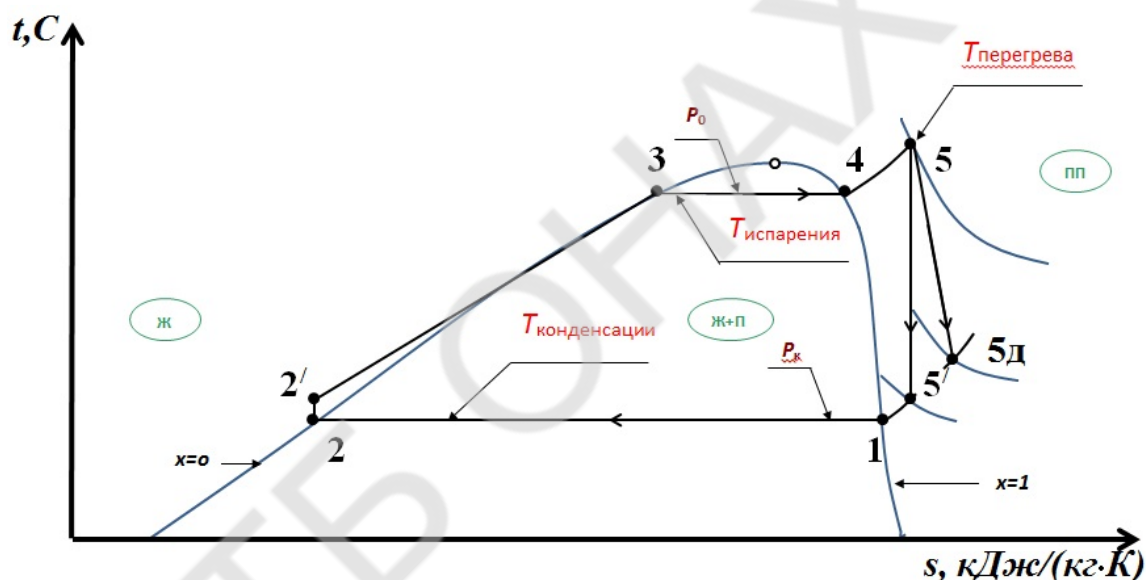


Рис. 2. Диаграмма t - s для фреона R 404a с прямым циклом

После расширения фреона до заданного давления, он поступает в конденсатор, процесс 5_д-2, где конденсируется. Далее фреон поступает в насос, процесс 2-2', цикл замыкается.

Расчёт проводился по известной методике Шаргут. Расчеты показали, что КПД нетто теплоутилизационной установки находится в пределе 14-39 %, разброс значений КПД характеризует чувствительность установки к значению температуры перегрева рабочего тела в испарителе, снижение температуры перегрева приводит к значительному снижению КПД установки.

Из полученных значений можно сделать вывод – эксергетический КПД теплоутилизационной установки выше энергетического КПД, что обусловлено малой разницей между рабочей температурой фреона и окружающей средой.

Эксергетический анализ показывает, что установки утилизации низкопотенциального тепла, работающие на низкокипящем рабочем теле, обладают высоким потенциалом в области повышения эффективности использования сбросного тепла.

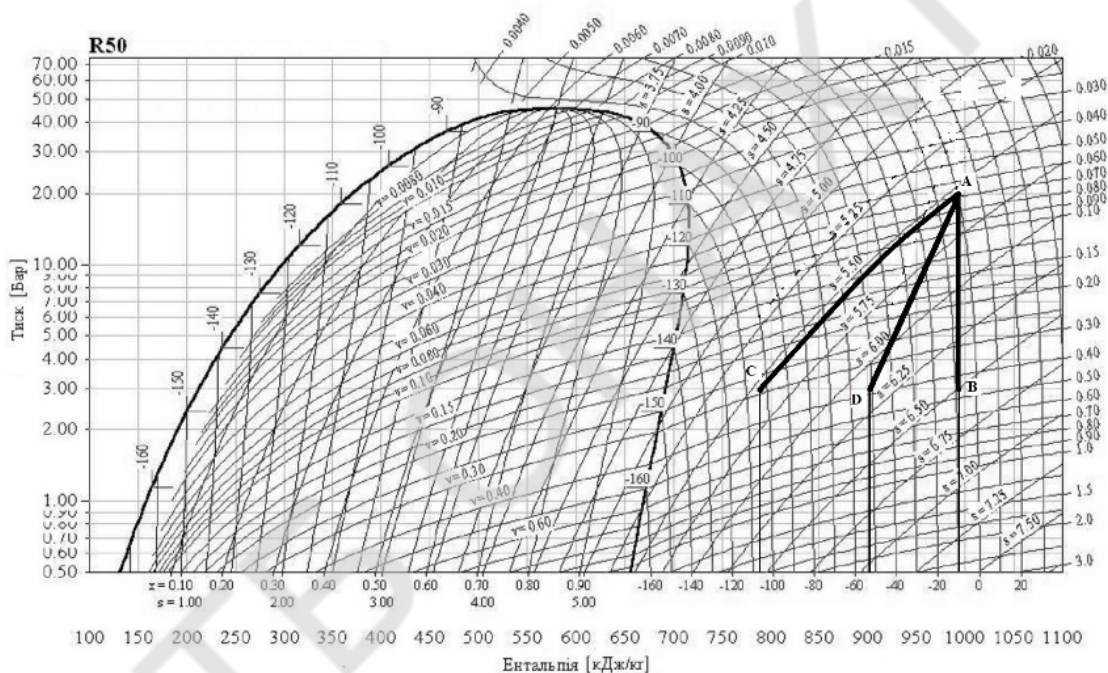
Научный руководитель Овсянник А.В. к.т.н., доцент; «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТУРБОДЕТАНДЕРОВ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ХОЛОДА

Никитин И.Ю., студент
ОНАПТ, г. Одесса

Рассматривается проблема энергосбережения в газовой отрасли, которая актуальна в Украине. Известно, что 70% энергосберегающего потенциала находится при транспорте газа. Значительную часть энергосбережения можно получить при использовании потенциальной энергии природного газа, который дросселируется на газораспределительной станции.

Нами рассматривается применение турбодетандера на ГРС вместо традиционного регулятора давления. Понижение давления газа достигается в турбодетандере, который совершает работу, являясь приводом электрогенератора.



*Рис.1 Диаграмма «давление-энтальпия» для метана (R50).
Понижение давления газа: ав – в регуляторе давления; ас – в идеальном
турбодетандере; ад – в реальном турбодетандере*

Одновременно турбодетандер способен производить холод, что тоже является немаловажным фактором и одним из основных преимуществ.

Для расчетов мощности и холодопроизводительности можно использовать t-S диаграмму R50 (рис.1). В отличие от регулятора давления процесс расширения газа в идеальном турбодетандере изэнтропный.

Численное моделирование энергосбережения проводилось в диапазоне изменения давлений газа на входе от 15 бар до 40 бар. При давлении на выходе 3 бара. Температура газа на входе принята 273 К.

Холодопроизводительность Q_0 рассчитываем по формуле (1):

$$Q_0 = (h_2 - h_1) \cdot G \cdot \eta_{ТО}, \quad (1)$$

где h – энтальпия; G – массовый расход; $\eta_{ТО}$ – КПД теплообменника.

Для расчета электрической мощности N используем формулу (2);

$$N = G \cdot \frac{k}{k-1} \cdot R \cdot T \cdot z \cdot \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \cdot \eta_d \cdot \eta_m, \quad (2)$$

где k – показатель адиабаты метана, $k = 1,32$; R – газовая постоянная метана; T – температура на входе; z – коэффициент сжимаемости; давление на входе (P_1) и выходе (P_2); η_d – КПД детандера; η_m – КПД механический.

Результаты расчетов мощности и холодопроизводительности при расходе 3 млн. м³/сутки и отношении (P_1/P_2) приведены в Рис. 2 и Рис. 3

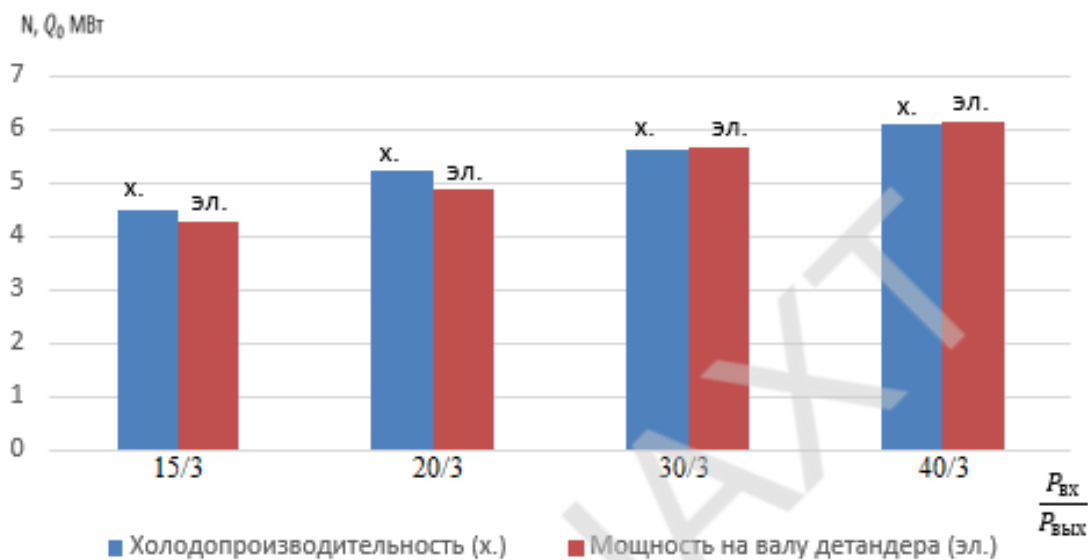


Рис 2. Показатели идеального турбодетандера (при $P_{вых}=3$ бара)

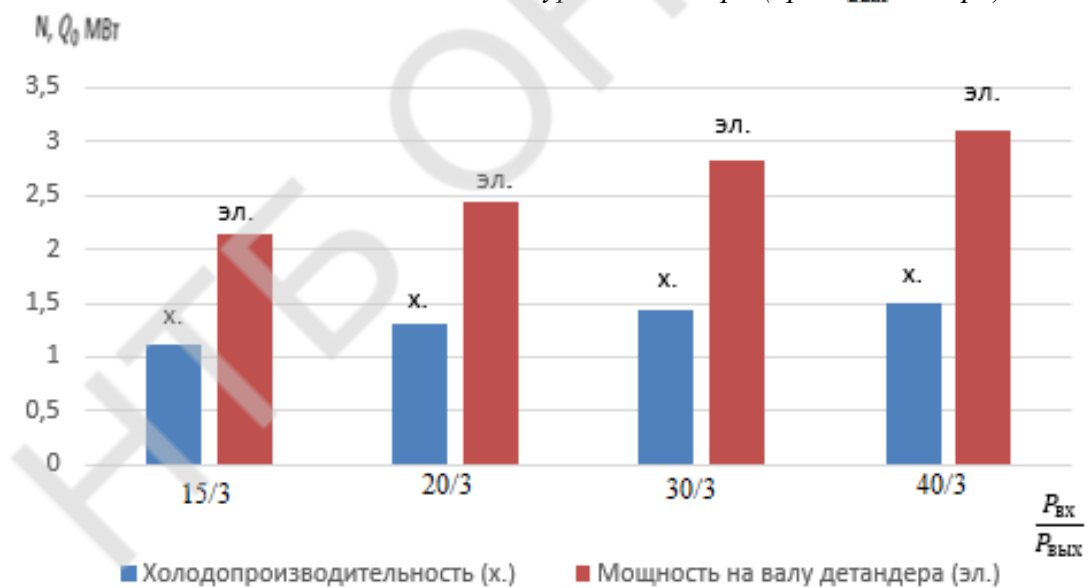


Рис.3. Показатели реального турбодетандера (при $P_{вых}=3$ бара)

Результаты численного моделирования используются при проектировании комплексных утилизационных систем, в частности для ГРС г. Кривой Рог.

Информационные источники:

1. Гаррис Н.А. Ресурсосберегающие технологии при магистральном транспорте газа / Н.А. Гаррис. – СПб: ООО “Недра”, 2009. – 368 с.

Научный руководитель: Кологровов М.М., к.т.н., доцент, ОНАПТ

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ В ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

**Николаев И.А., Калинин Е.А. студенты 2 курса ТГНП
Техникум газовой и нефтяной промышленности Одесской национальной академии
пищевых технологий**

Сегодня трудно кого-либо удивить, сказав, что Украина буквально захлебывается в собственных бытовых и промышленных отходах. Повсеместно возникают стихийные свалки, официальные полигоны переполнены, мусоросжигательные заводы (МСЗ) загрязняют атмосферу, а вторичная переработка практически отсутствует.

Территория нынешнего полигона твёрдых бытовых отходов Одессы составляет 96,2 га на территории Овидиопольского района. Сюда свозят мусор из Одессы, Черноморска и близлежащих сёл. За год из Одессы вывозят более полумиллиона тонн мусора. Его складывают на полигоне твердых бытовых отходов (ТБО) «Дальницкие карьеры». Несмотря на то, что перспективы строительства мусороперерабатывающего завода обсуждаются уже давно, а места под свалки не хватает, до сих пор нет ни одного конкретного проекта.

Полигон ТБО-1 расположен на склоне, рядом с левым рукавом Сухого лимана. Его окружает 10-ти метровая обваловка, вокруг идёт обводная канава для дождевых и талых вод и санитарная зона.

В основе решений о строительстве мусоросжигательных заводов (МСЗ) лежат несколько причин:

- желание найти простое решение проблемы отходов;
- вера в то, что сжигание равнозначно безопасному уничтожению;
- слепое доверие заверениям «авторитетных» поставщиков импортных МСЗ о том, что системы очистки выбросов МСЗ обеспечивают улавливание 95 % или даже 99 % вредных веществ.

По разным оценкам сжигание мусора дороже его размещения на свалках в разы. При использовании МСЗ твердые отходы превращаются в газообразные с массой, в разы превышающей исходное количество и поступают в атмосферу. При этом в «продуктах» МСЗ появляется огромное количество новых опасных веществ, которых не было в исходном материале. В экологическом отношении МСЗ являются источником экологической опасности более высокого уровня, чем отходы, поступающие на МСЗ.

В настоящее время в Украине функционируют два МСЗ - в Киеве и Днепропетровске. Несмотря на моральную и физическую изношенность, они продолжают перерабатывать существенную долю городских отходов. Из отходов извлекается металлолом, а все остальное сжигается с добавлением газа при температуре не менее 800 °С. Специальных мер для изоляции этих веществ от прочего мусора и от окружающей среды не осуществляется.

Сжигание несортированных бытовых отходов не только не создает нового сырья, а и требует привлечения значительных энергетических ресурсов в виде газа и электроэнергии. К тому же, мусоросжигание уничтожает те отходы, которые могут быть подвергнуты переработке и использованы в качестве вторичного сырья.

В настоящее время Белгород-Днестровский район является одним из немногих, где государственные учреждения постепенно отказываются от старых технологий и устанавливают котельные, работающие на твёрдом биотопливе.

16 ноября 2016 года Белгород-Днестровский посетили представители фирмы BSEC (Black Sea Environmental Concession) «Ekomorsphera Limited» по вопросам, касающимся привлечения инвестиций и относительно утилизации мусора на территории города. Фирма предоставила информацию о своих планах и возможностях, о сроках реализации строительства МСЗ на территории города, а также экологические аспекты.

Одесская областная администрация предоставляет ООО «Вертис» в аренду на 49 лет земельный участок в Овидиопольском районе Одесской области площадью 8 га, на котором компания планирует построить завод по сортировке, переработке, компостированию и сжиганию твердых бытовых отходов.

Предприятие в 2014 году выиграло тендер по программе Европейского фонда развития и инвестиций в Восточной Европе «Эковерде».

Завод будет построен на территории Овидиопольского поссовета, но за пределами населенного пункта и будет обслуживать территорию в радиусе 150 км. Вывозом и утилизацией отходов компания будет заниматься в г. Белгород – Днестровский и Белгород – Днестровском районе, а также Овидиопольском, Беляевском районах и г. Черноморск. Во всех перечисленных населенных пунктах предприятие установит современные контейнеры. Также, согласно договору, сельские громады будут получать 2% денежных средств, полученных от реализации продуктов переработки. Отметим, что компании, которые обслуживают Беляевский, Белгород-Днестровский, Овидиопольский районы и Черноморск, прекратят свое существование.

Недостатки МСЗ:

- 1) безвозвратное удаление отхода как вторичного материального ресурса, равносильно уничтожению природного ресурса;
- 2) продукты работы МСЗ во много раз опаснее для здоровья человека (и в целом биосферы), чем отходы, поступающие «на переработку» (диоксины);
- 3) размещение МСЗ в населенных регионах недопустимо вообще, поскольку уровень заболеваемости увеличивается в разы;
- 4) не учитывается особенность местности - ландшафтные комплексы, наличие объектов ПЗФ, близость водных объектов, рекреационных зон.

Преимущества МСЗ:

- 1) решение проблемы складирования отходов;
- 2) удаление высокотоксичных отходов;
- 3) возможность получения дополнительных объемов энергии, например, для отопления коммунальных предприятий или энергообеспечения целого населенного пункта (региона);
- 4) возможность принимать отходы из других областей (стран) за обозначенную плату.

Вывод: размещение МСЗ нецелесообразно в Одесской области из-за густонаселенности и уникальности природно-заповедных зон, уязвимости ландшафтных комплексов (черноморское побережье). Альтернативой должна стать переработка мусора, но никак не сжигание.

Информационные источники

1. Батлук А.В. Основи екології і охорона довкілля / А. В. Батлук. – Л. : Афіша, 2001. – 335 с.
2. Утилизация отходов. [Электронный ресурс] <http://pererabotka-musora.ru/.shtml>
3. Переробка органічних відходів аграрного виробництва Одеської області [Електронний ресурс] / [Біньковська Г.В., Шаніна Т.П.] // Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/pererobka-organichnyh-vidhodiv-agrarnogo-vyrobnytva-odeskoyi-oblasti>
4. Дальницкие карьеры: чем живёт главная свалка Одессы? // Режим доступа: [Электронный ресурс] http://timerodessa.net/statji/dalnitskie_kareri_chem_jivet_glavnaya_svalka_odessi_845.html
5. Парфенюк А.С., Антонюк С.И., Топоров А.А. Альтернативное решение проблемы твердых отходов в Украине // Ж. Экотехнологии и ресурсосбережение, 2002. - №4 – С. 36-41.

*Научный руководитель к.т.н., ст. преп. каф. ТТТЭ Волчок В.А.,
Одесская национальная академия пищевых производств*

РАСЧЕТ И ПОДБОР ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

Овсянник А.В., Макеева Е.Н.

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого»

Испаритель в тепловых насосах служит для того, чтобы при низкой температуре отбирать теплоту из окружающей среды или от теплоносителя; при этом хладагент переходит из жидкой фазы в парообразную. В связи со значительным различием коэффициентов теплоотдачи потока газов и жидкостей применяются и различные конструкции испарителей для охлаждения жидкостей и газов. Испарители для охлаждения жидкостей в зависимости от конструкции можно разделить на следующие группы: кожухотрубные, типа труба в трубе, змеевиковые, регисторные, пластинчатые. Расчет и подбор испарителя определяется его тепловой мощностью, рабочим телом (хладагентом), температурой хладоносителя, температурой кипения хладагента и т.д.

Расчет производим по методике для горизонтального кожухотрубного испарителя затопленного типа. Хладагент – R410a. На основании расчета цикла одноступенчатой теплонасосной установки исходными данными для расчета испарителя приняты: тепловая мощность испарителя = 60,4 кВт; температура входа воды = 5 °С; температура выхода воды из испарителя = 2 °С; температура кипения хладагента = -10 °С.

Цель расчета – определение удельного теплосъема аппарата (плотность теплового потока), коэффициента теплопередачи и теплопередающей поверхности (площадь поверхности аппарата).

Основные параметры, характеризующие теплопередающую поверхность:

для гладкотрубного – трубы медные 20х1,5;

для оребренного – трубы медные 20х1,5 с рёбрами:

Рисунок 1 – Параметры теплопередающей поверхности с оребренными трубами

- коэффициент оребрения – $\beta = 14,96$;
- внутренний диаметр – $d_{вн} = 17$ мм ;
- диаметр по окружности рёбер – $d_p = 30$ мм ;
- диаметр по окружности впадин – $d_{вн} = 20$ мм ;

- шаг рёбер – $s_p = 3$ мм ;
 - толщина ребра у вершины – $\delta = 0$ мм ;
 - угол между рёбрами – $\alpha = 11$ град;
- для пористого покрытия – трубы медные 20х1.
Расчётные соотношения для коэффициентов теплоотдачи:

– для гладких труб:

$$\frac{\alpha \cdot l_0}{\lambda_{\text{ж}}} = 75 \cdot \left(\frac{q}{r \rho_{\text{п}} \omega''} \right)^{0,7} \cdot \left(\frac{v}{a} \right)^{-0,2} \quad (1)$$

– для оребренных труб:

$$\frac{\alpha \cdot l_0}{\lambda} = 7 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{q \cdot l_0}{r \cdot \rho \cdot v} \right)^{0,7} \cdot \left(\frac{P \cdot l_0}{\sigma} \right)^{0,7} \cdot \left(\frac{v}{a} \right)^{0,5} \quad (2)$$

– для труб с пористым покрытием:

$$\frac{\alpha \cdot \bar{d}_0}{\lambda_{\text{ж}}} = 45 \cdot \left(\frac{\delta_{\text{кк}}}{\bar{d}_0} \right)^{0,7} \cdot \left(\frac{q}{r \rho_{\text{п}} \omega''} \right)^{0,9} \cdot \left(\frac{v}{a} \right)^{0,6} \quad (3)$$

Решая систему уравнений, трансцендентную относительно ϑ и q , находим параметры теплопередающей поверхности (таблица 1):

Таблица 1

Результаты расчета

Параметр	Поверхность		
	из гладких труб	из оребренных труб	из труб с пористым покрытием
Плотность теплового потока в аппарате	1949	3957	6223
Разность температур кипения и стенки трубы	5,5	4,1	2,5
Площадь внутренней теплопередающей поверхности	31	15,26	9,96
Число труб, размещаемых по диагонали внешнего шестиугольника	19	13	13
Диаметр кожуха	0,48	0,51	0,36
Число ходов в аппарате	6	4	2
Общее число труб в аппарате	192	96	64
Площадь теплопередающей поверхности	31	15,48	10,36
Гидравлическое сопротивление	7717	4112	2632

Результаты расчета показали, что наиболее эффективными являются испарители для охлаждения жидкостей с теплопередающей поверхностью с пористым покрытием.

Информационные источники:

1. Теплообменные аппараты холодильных установок / Г.Н. Данилова [и др.]; под общ. ред. Г.Н. Даниловой. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. – 303 с.
2. Сборник задач по процессам теплообмена в пищевой и холодильной промышленности / Г.Н. Данилова [и др.]; под общ. ред. Г.Н. Даниловой. – М.: Колос, 4-е изд., 1995. – 303 с.
3. Данилова, Г.Н. Тепловой расчет горизонтальных кожухотрубных аппаратов с применением ЭВМ / Г.Н. Данилова, Н.А. Бучко, А.В. Тихонов. – Л.: ЛТИХП, 1989. – 32 с.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Овсянник А.В.
Учреждение образования «Гомельский
государственный технический
университет имени П.О. Сухого»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ СКРАПЛЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ З НОРВЕГІЇ В ІСПАНІЮ

Павлів Л.В., студент ОКР бакалавр, Артюх В.М., аспірант
ОНАПТ, м. Одеса

Природний газ є енергоносієм ХХІ століття. Очікується, що до 2020 р. доля природного газу на світовому енергетичному балансі становитиме 50 %. Тому багато компаній та дослідних центрів приділяють багато уваги обладнанню та енергоефективності для різноманітних технологічних процесів. Природний газ незалежно від фазового стану є універсальним екологічно чистим паливом, яке у 3...5 разів дешевше палива, одержаного з нафти. Скраплений природний газ (СПГ) у порівнянні зі стиснутим можливо транспортувати без використання трубопровідного способу майже на будь-які відстані у необхідному обсязі.

В роботі досліджені варіанти транспортування скрапленого природного газу морським шляхом (судно “Grand Elena”) з Норвегії (завод «Сновіт», м. Хаммерфест) в Іспанію (термінал у м. Барселона):

- варіант 1: транспортування при відкритому вентилі скидання парів газу;
- варіант 2: транспортування при наявності системи реконденсації метану на базі азотного циклу;
- варіант 3: транспортування при використанні випарів метану для роботи двигуна метановоза на суміші мазут-метан.

За допомогою програми “Sea Distances” прокладений точний маршрут, розраховано час одного циклу транспортування метану з урахуванням завантаження, розвантаження та необхідного часу на заохолодження ємкостей – 388 годин (рис. 1).

За результатами розрахунків визначено, що найдорожчим серед розглянутих варіантів є система зберігання СПГ з реконденсацією парів метану, а найдешевшою – транспортування при використанні випарів метану для роботи двигуна метановоза на суміші мазут-метан. При цьому доля метану, який у цьому випадку замінює паливо – до 25 % в залежності від пори року.



Рис. 1. Маршрут транспортування СПГ з Норвегії в Іспанію

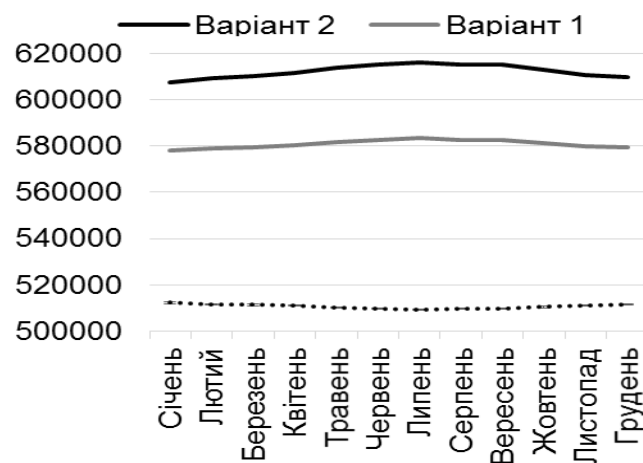


Рис. 2. Результати розрахунків експлуатаційних витрат, долл. США

Науковий керівник: Дьяченко Т.В., к.т.н., доцент, ОНАПТ

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕЖИМОВ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ

Петрик А.А., аспирант

Запорожская государственная инженерная академия

К числу важнейших проблем разработки энергосберегающих технологий сталеплавильного производства стали [1,2] относится проблема продувки ванны сталеплавильного агрегата с организацией эффективного кислородного режима выплавки стали для дожигания СО в отходящих газах с целью улучшения теплового баланса плавки. В условиях дефицита и высокой стоимости энергоносителей такая технология позволяет снизить затраты на выплавку стали.

В работе изучено влияние теплофизических и газодинамических характеристик взаимодействия струй O_2 и СО на изменение коэффициента теплоотдачи.

Выделяющийся из ванны сталеплавильного агрегата объем оксида углерода (СО) образуется в основном в зоне встречи струй O_2 с металлом, а также частично в шлаке и атмосфере агрегата. Окисление углерода в ванне до СО и CO_2 определяется поступлением кислорода дутья в расплав, а на дожигание СО до CO_2 в шлаке и в кислородных струях существенное влияние оказывают параметры кислородного режима выплавки стали и конструкции кислородных фурм.

В соответствии с эффективностью теплообмена между струями дожигания и шлаком, куда внедряются эти струи, обуславливается соотношением скоростей процессов тепловыделения $(\frac{dq_1}{dT} * V_{CO})$ и теплоотвода из зоны реакции $(\frac{dq_2}{dT} * S_C)$ при условии:

$$(\frac{dq_1}{dT} * V_{CO}) \geq (\frac{dq_2}{dT} * S_C) \quad (1)$$

где $\frac{dq_1}{dT}$ – скорость выделения тепла в единице объема горящего газового факела дожигания СО;

V_{CO} – объем дожигаемого СО в струях O_2 ;

$\frac{dq_2}{dT}$ – скорость теплоотдачи с единицы поверхности факела дожигания.

Произведение $(\frac{dq_1}{dT} * V_{CO})$ характеризует количество выделяемого тепла при сжигании 1 м³ СО, а величина $(\frac{dq_2}{dT} * S_C)$ – уровень теплоотдачи от поверхности струй дожигания к поверхности взаимодействия со вспененным шлаком.

Рациональная организация дожигания СО струями O_2 позволяет значительную часть тепла передавать перемешиваемому шлаку и металлу, что существенной мере снижает температуру отходящих газов из сталеплавильного агрегата.

При этом стоит отметить, что одной из определяющих характеристик выплавки стали является выход годного, который в свою очередь зависит в значительной мере от длительности плавки, которая в свою очередь зависит от длительности жидкого периода, а именно от длительности продувки ванны кислородом. Длительности продувки ванны кислородом в свою очередь зависит от интенсивности продувки (кислородного режима выплавки стали) и степени усвоения кислорода ванной сталеплавильного агрегата. Также на выход годного влияние оказывает пылеунос (вынос железистой пыли с отходящими газами) из ванны сталеплавильного агрегата, который в свою очередь оказывает влияние на экологические аспекты производственного процесса выплавки стали.

Для создания эффективных тепловых и кислородных режимов выплавки стали сталеплавильного агрегата необходимо учесть экологические аспекты его работы, в частности

количество пыли, образовавшееся при продувке расплава кислородом, а также выбросы вредных веществ (CO, NOx) в окружающую среду.

В зависимости от выбранного теплового и кислородного режима выплавки стали имеют место выбросы вредных веществ (пыль, CO, NOx) в окружающую среду.

В работе рассмотрены возможные пути повышения эффективности процесса выплавки стали в части дожигания CO в полости агрегата с учетом разработки и применения энергосберегающих режимов выплавки стали при продувке ванны кислородом. Что позволит снизить потребление энергоносителей, интенсифицировать процесс выплавки стали и снизить выбросы вредных веществ в окружающую среду.

Информационные источники

1. Меркер Э.Э. Физические процессы в конвертере и энерго-экологические показатели производства: монография [Текст] / Э. Э. Меркер, Г. А. Карпенко. – 2-е изд. – Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2008. – 328 с.

2. Singh V. Optimization of the bottom tuyeres configuration of the BOF vessel using physical and mathematical modeling [Text] / V. Singh. – ISIJ International. 2007. – Vol.47, No. 11. – pp. 1605-1612.

*И.Г. Яковлева, профессор, доктор техн. наук
Запорожская государственная инженерная академия*

УДК 622.691.4.07

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ПРОЕКТУВАННІ ГАЗОВИХ МЕРЕЖ ЖИТЛОВИХ РАЙОНІВ

**Радущ М.С., студент
ОНАХТ, м. Одеса**

Сучасні системи постачання природного газу міст, областей, населених пунктів і промислових підприємств, це складний, взаємопов'язаний комплекс трубопроводів різних тисків, ГРС, ПРП, и ГРУ, система очистки, одоризації газу, система зв'язку і телекерування, виміру витрат природного газу. Сукупність газопроводів та споруд на них, називають системою газопостачання міста або населеного пункту.

Джерелом газопостачання може буди магістральний газопровід від газового родовища, або газовий завод (при отриманні штучних газів). В нашій країні джерелом газопостачання, як правило, є магістральний газопровід.

Газопроводи, що прокладаються в містах і населених пунктах, класифікуються за наступними ключовими показниками:

- за величиною тиску газу – на газопроводи низького, середнього і високого тиску (низький - до 5000 Па; середній - від 0.005 до 0.3 МПа високий 1-й категорії - від 0.3 до 0.6 МПа та 2-й категорії - від 0.6 до 1.2 МПа);

- за матеріалами труби – металеві (сталь), неметалеві (пластмаса, азбестоцементні, резинотканеві).

Ще кілька десятиріч тому в промисловості використовувались лише металеві труби, які мали суттєві недоліки: низьку стійкість до корозії; складність при транспортуванні та монтажу; великий коефіцієнт шорсткості; висока вартість матеріалу, монтажу і транспортування; висока вартість ремонтних робіт. Але останні роки в системах газопроводу почали використовувати полімерні матеріали, які є корозійностійкими.

Газопроводи є важливою частиною газопостачання, так як на їх спорудження витрачається 70-80% від загальних капіталовкладень. При цьому з загальної протяжності

газопроводів 70-80% є газопроводами низького тиску і лише 20-30% - газопроводи середнього і високого тиску.

За принципом побудови виділяють газові мережі кільцеві, тупикові та змішані.

Кільцеві мережі є системою замкнутих газопроводів, завдяки чому досягається більш рівномірний режим тиску у всіх споживачів і полегшуються різні ремонтні і експлуатаційні роботи на газопроводах. Позитивною властивістю кільцевих мереж є також те, що при виході будь-якого ГРП з ладу навантаження по постачанню споживачів газом переймають на себе інші газорегулюючі пункти. Недоліком кільцевої мережі є велика протяжність газопроводів (в порівнянні з тупиковою), а у зв'язку з цим – великі витрати на будівництво. Основною перевагою таких газорозподільних мереж – підвищена надійність газопостачання.

Надійність тупикової схеми постачання газу значно нижча. Великим недоліком тупикові мережі мережі є різна величина тиску газу у окремих споживачів, причому у міру віддалення від джерела газопостачання або ГРП тиск знижується.

Змішані мережі є поєднанням кільцевих і тупикових мереж газопроводів. Їх основу складають кільцеві газопроводи, від яких безпосередньо до споживачів прокладають ряд тупикових газопроводів невеликої протяжності. В даний час крупні і середні міста газифікують в основному за кільцевою і змішаною схемами.

Питання про доцільність використання кільцевих і розгалужених газопроводів є одним з найбільш важливих при проектуванні мереж газопостачання населених пунктів. В більшості випадків система газопостачання міських і сільських населених пунктів складається з сукупності кільцевих газопроводів і тупикових мереж. Така схема газопостачання населених пунктів досить гнучка в управлінні, досить надійна, дає можливість при виникненні нештатних ситуацій здійснювати частковий перерозподіл потоків газу на окремих ділянках газорозподільних мереж з врахуванням реальних потреб споживачів природного газу. Чим більше частина кільцевих мереж в загальній протяжності мереж, тим більше технологічна надійність системи газопостачання населеного пункту.

Таким чином в даний час при проектуванні газових мереж житлових районів необхідно вибирати як матеріал газопроводів, так і тиск газу на вході (в населених пунктах будують як мережі низького, так і середнього тиску), а ще більшою складністю є вибір плану газових мереж для конкретного населеного пункту або район (хоча є тенденція на користь кільцевої або змішаної мережі). Прийняті для розрахунків параметри визначатимуть економічну ефективність проекту. Тому метою даної роботи було: для конкретного об'єкту (району міста) оцінка доцільності будівництва газових мереж з різними прийнятими при проектуванні параметрами (матеріал труб, тиск мережі, різні схеми). Причому вибір найбільш оптимальний варіант повинен ґрунтуватися на техніко-економічні показники з урахуванням надійності проєктованих системи.

Інформаційні джерела:

Седак В. С., Надійність і якість процесів регулювання сучасних систем газопостачання – Х.: ХНАГХ, 2014. 230с.

Науковий керівник: доцент Хлієва О.Я., ОНАХТ

УДК 622.691.4.052

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА НА КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

**Радущ Д.С., студент, Лукьянова А.С., ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий**

Охлаждение газа является неотъемлемой частью технологического процесса при его транспортировке по магистральным газопроводам. Снижение температуры газа после компримирования на компрессорных станциях происходит в установках охлаждения газа, которые состоят из определенного количества секций аппаратов воздушного охлаждения (АВО). АВО являются экологически чистыми устройствами. Их применение на объектах значительно сокращает потребление воды. Они не требуют для работы предварительной подготовки охлаждающего агента и при нормальных условиях эксплуатации соответствуют энергосберегающим технологиям.

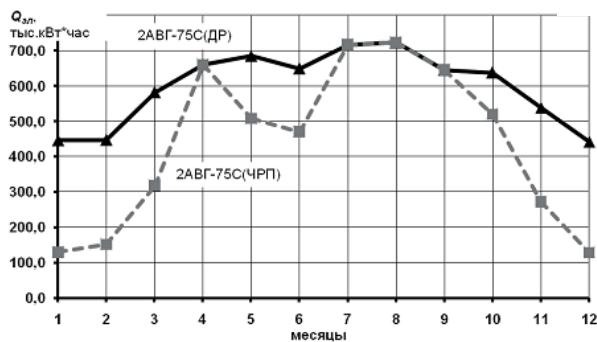
Для поддержания температуры технологического газа в заданных пределах возникает необходимость регулирования охлаждающего эффекта АВО. Применяемая в настоящее время технология поддержания температурного режима компримированного газа основана на дискретном изменении расхода воздуха за счет включения (отключения) вентиляторов в сочетании с сезонной регулировкой угла «атаки» лопастей.

В последнее время вместо привычных двухвентиляторных аппаратов применяют новые конструкции с шестью вентиляторами и пониженной мощностью двигателя. Ощутимым преимуществом многовентиляторных АВО является более равномерный обдув теплообменной поверхности и более высокая точность в достижении требуемого температурного уровня охлаждаемого газа. В работе [1] рассматривается приоритет включения вентиляторов в такой установке для максимально эффективной работы с минимизацией затрат электроэнергии.

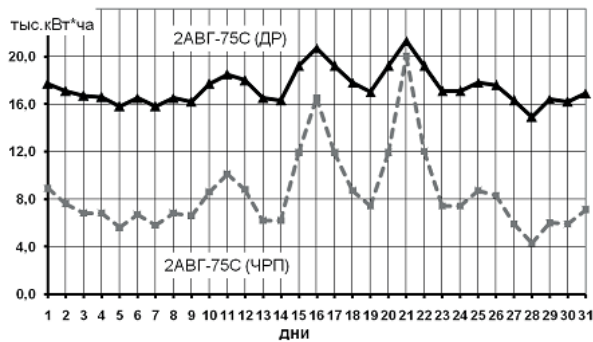
Вторым способом регулирования работы АВОГ на КС является частотно-регулируемый привод (ЧРП) вентиляторов. При данном способе изменяется расход воздуха, прокачиваемого через теплообменник, путем изменения частоты вращения вентилятора для регулирования температуры газа на выходе из КС. Применение ЧРП позволяет экономично регулировать производительность вентиляторов АВОГ, а также снижает пусковые токи, негативно влияющие на ресурс электродвигателей. Однако реализация энергосбережения за счет частотного регулирования приводов многовентиляторных АВО сопряжена с дополнительными капитальными затратами, связанными с необходимостью обеспечения группового или индивидуального оборудования (преобразователи частоты (ПЧ), система автоматического управления) для большего числа вентиляторов [2]. Сравнение энергопотребления при регулировании дискретными и частотными методами приведено на рисунке 1.

При эксплуатации АВО значительное влияние на его производительность оказывает загрязнение трубного и межтрубного пространства, особенно в аппаратах с высоким коэффициентом оребрения. В результате загрязнения снижается коэффициент теплопередачи (в 1,5...2,0 раза по сравнению с проектными данными [3]), снижается КПД газоперекачивающих аппаратов, повышается расход электроэнергии.

Очистку межтрубного пространства АВО газа и воды в большинстве случаев проводят промывкой с помощью пожарных брандспойтов, что обеспечивает отмыв от пыли на 20...50 % и практически не обеспечивает удаления растительной составляющей (травы, пуха и т. д.). Вторым распространенным методом очистки является пропаривание, в результате которого возможно ухудшение теплоотдачи, по-видимому, в результате "спекания" или уплотнения загрязнений межтрубного пространства. Используются также методы пескоструйной очистки. За рубежом проблемы очистки от загрязнений различного оборудования в большинстве случаев решают с помощью высоконапорных струй жидкости. Однако при выполнении гидромеханической очистки возможна деформация оребрения трубчатой поверхности. Сегодня продолжается работа над разработкой эффективных методов и устройств очистки АВО от загрязнений. Для точного расчета производительности и энергопотребления АВО рекомендуется определять их тепловые характеристики с учетом загрязнения теплообменной поверхности в различное время года.



а



б

Рисунок 1 – Расход электроэнергии на привод вентиляторов АВО при дискретном (——) и частотном (.....) помесечном (а) и посуточном (б) регулировании производительности [2]

Таким образом, к мероприятиям по энергосбережению при эксплуатации аппаратов воздушного охлаждения газа на компрессорных станциях можно отнести дискретное и частотное регулирование работы вентиляторов и очистку теплообменной поверхности АВО от загрязнений.

Інформаційні джерела:

1. Сагитов Р.Р. Повышение эффективности эксплуатации элементов компрессорной станции на базе энергетического анализа: диссертация ... кандидата технических наук: 05.14.04. – Москва, 2014. – 167 с.
2. Январев И.А. Особенности регулирования температурных режимов установок воздушного охлаждения газа для различных условий сезонной эксплуатации/ //Омский научный вестник. – 2012. – №3(113). – с. 217-219.
3. Омелянюк М.В. Повышение экономичности и безопасности эксплуатации аппаратов воздушного охлаждения / М.В. Омелянюк, А.П. Червомашенко// Нефтепромысловое дело. – 2009. – № 4. – с.43-46.

*Научный руководитель: д.т.н., доцент Бошкова И.Л.
Одесская национальная академия пищевых технологий*

УДК: 579.22:631.465

ВИГОТОВЛЕННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ БЛОКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОНОВЛЮВАННОЇ СИРОВИНИ ТА МІЦЕЛІАЛЬНИХ ГРИБІВ

**Рудкевич І.В., магістрант, Красінько В.О., к.т.н., доц.
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна**

Вступ. У зв'язку з економічною кризою населення багатьох країн Європи в тому числі і України намагається заощадити свої кошти на оплату послуг комунальних служб шляхом утеплення власних домівок теплоізоляційними матеріалами як ззовні так і в середині. Як правило це пінопласт чи пінополістирол. Дослідження показали, що продукти розкладу цих речовин є дуже токсичними та небезпечними для здоров'я людей, тварин, та наносять шкоду довкіллю. Адже знадобиться не один десяток років аби ці полімери розклались [1]. Як альтернативу можна використовувати теплоізоляційні блоки виготовленні з рослинної сировини за участі міцеліальних грибів (рис 1).



Рис. 1 – Теплоізоляційний блок, виготовлений з рослинної сировини та міцеліальних грибів

Матеріали та методи. Процес культивування міцеліальних грибів здійснюється на відходах від вирощування сільськогосподарських зернових культур. Сировиною можуть бути подрібнені стебла кукурудзи, солома, рисове лушпиння, бавовняне лушпиння, тощо. Для підвищення міцності майбутнього блоку можна використати метод «армування». Суть методу полягає у використанні синтетичних волокон, сітки, або природних матеріалів: гілок чи інших відходів деревообробної промисловості як опорної арматури [2]. Гіфи гриба виступатимуть в ролі сполучного агента та структурного компонента у майбутньому виробі за рахунок наявності хітину. Для забезпечення стерильності рослинної сировини використовується стиснена пара. До простерилізованого рослинного матеріалу вводиться міцеліальна культура, яка виступає закріплюючим агентом. Далі суміш рослинних решток та культури-продуцента поміщають у форми, де упродовж 4-5 діб буде проходити процес росту міцеліального гриба. Після культивування сформований блок висушують при високих температурах для інактивації спор та міцелію гриба [3].

Результати та обговорення. Клітинні стінки грибного міцелію складаються з хітину. Хітин зустрічається у деяких грибів, де він завдяки своїй волокнистій структурі виконує в клітинних стінках опорну функцію, а також у деяких груп тварин (особливо у членистоногих) як важливий компонент їх зовнішнього скелета [3].

Теплоізоляційний блок на основі біомаси грибів отриманий з повністю біодеградабельної сировини та без токсичних хімічних речовин, що забезпечує екологічність та безпечну утилізацію шляхом механічного руйнування. Навіть у випадку горіння даного продукту шкода організму людини та довкіллю буде мінімальна. Саме виготовлення блоку потребує невеликих енергозатрат, а за характеристиками теплоізоляційний блок не буде поступатись технічними характеристиками синтетичним полімерним утеплювачам. До того ж буде задовольняти побутові та промислові потреби (легкий, безпечний матеріал який простий у використанні та утилізації).

До того ж матеріали мають таку ж, а подекуди навіть кращу, здатність поглинати шум та не проводять електричний струм [2,3].

Одержаний продукт безпечний для людей, оскільки виготовляється без додавання хімічних клеїв та летких органічних сполук. Окрім цього використовуються не патогенні та умовно патогенні продуценти, що гарантує безпеку споживачів після термічної обробки зформованого блоку [3].

Висновки. Використовуючи за основу виробу відходи сільського господарства та деревообробної промисловості і міцелій міксоміцетів як ущільнювач та скріплювач, можна вирішити одночасно декілька проблем. А саме: утилізація рослинних залишків, здешевлення технології виготовлення теплоізоляційних матеріалів та зниження їх вартості, поступове витіснення токсичних синтетичних теплоізоляційних матеріалів з ринку з подальшим покращенням екологічної ситуації.

Література

1. Федюк Р.С. Долговечность различных марок строительного пенополистирола.// Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – 99, №5 – С. 143 – 148

2. Pat. 2014/0080202 A1 USA, 4/082,636 Fabricated panel / E.Bayer, G.McIntyre. – Publ. 20.03.2014.

3. Rocco R., Grant R. Developing Maker Economies in Post-Industrial Cities: Applying Commons Based Peer Production to Mycelium Biomaterials// Masters Theses. – 2014. P. 257зая

УДК 536.24:621.643.2:629.7

ДО РОЗРАХУНКІВ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОВІДДАЧІ В ЗОНАХ НАГРІВАННЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ ТЕПЛОВИХ ТРУБ З ВОЛОКНИСТИМИ КАПІЛЯРНИМИ СТРУКТУРАМИ

Руденок М.В., магістрант; Мандрійчук О.М., магістрант; Шаповал І.О., магістрант;

НТУУ „Київський політехнічний інститут”, м. Київ

Технічний прогрес і розвиток вітчизняної та світової теплоенергетики, геліоенергетики, приладо- та машинобудування, ряду інших галузей промисловості пов'язаний із застосуванням ефективних двофазних теплопередавальних пристроїв – теплових труб (ТТ) і термосифонів (ТС) з капілярними структурами (КС) [1,2]. Якість і довершеність таких пристроїв істотно залежать від гідродинамічних і теплофізичних параметрів і характеристик КС.

Роботи щодо вдосконалення та „модернізації” металевих КС у Києві проводяться в НТУУ „КПІ” та Інституті проблем матеріалознавства НАН України (ІПМ). В останній час зусилля дослідників спрямовано як на оптимізацію параметрів ТТ з канавчастими структурами (КП), так і на розробки і дослідження так званих „композиційних” КС (ІПМ). В останніх сполучаються (певним чином) позитивні якості як металевих волокнистих капілярних структур, так і металевих порошкових структур. Зокрема, як продемонстрували останні дослідження, труби з композиційними КС краще працюють у певних („важких”) умовах експлуатації; тобто тоді, коли зони нагрівання ТТ розташовані вище, ніж зони їх охолодження.

Детальні дослідження процесів пароутворення в умовах, типових для зон нагрівання ТТ і ТС, із застосуванням металоволокнистих КС та відповідні розрахункові формули представлено в роботах [3,4]. Типовий характер зміни значень коефіцієнтів тепловіддачі α [Вт/(м²·К)] в умовах вільного руху води на пористих мідних волокнистих поверхнях наведено на рис.1.

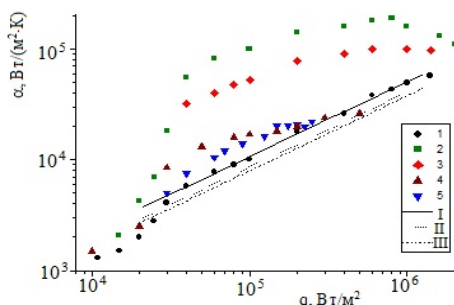


Рис. 1 . 1 – гладка технічна поверхня, $P = P_{\text{атм}}$; 2-3 – мідні волокнисті КС ($\Theta = 0,4$, $\delta_{\text{КС}} = 0,8$ мм); 2 – припечена КС; 3 – притиснута КС; 4-5 – іржостійкі КС (сталь): 4 – припечені КС: $\Theta = 0,88$, $\delta = 0,8$ мм; 5 – притиснута КС: $\Theta = 0,84$, $\delta = 0,4$ мм; криві I-III – кипіння води на гладкій поверхні (дані різних авторів)

У зазначених роботах [3,4] емпіричні формули для розрахунків коефіцієнтів тепловіддачі, які запропоновано автором [4], мають наступний вигляд:

$$\alpha = C \cdot q^m \cdot \lambda_{\text{КС}}^n \cdot [(1-\theta_{\text{max}})/(1-\theta)]^p \cdot D_{\text{еф}}^q \cdot L^{0,33}. \quad (1)$$

У формулі всі параметри (величини) – безрозмірні, проте розраховані у системі СІ: С – константа; q – густина теплового потоку [Вт/м²]; λ – каркасна теплопровідність пористої (металоволокнистої) структури [Вт/(м·К)]; θ – пористість [в долях, від 0 до 1]; D – ефективний (середній) розмір пор КС [м]; L – відомий комплекс Лабунцова.

Як показали результати розрахунків α, виконуваних за формулою (1), певні труднощі виникають з обчисленням симплекса [(1-θ_{max})/(1-θ)]. В останніх роботах авторів ІПМ запропоновано формули, аналогічні вищенаведеній формулі (1); зазначений симплекс (без змін у точності розрахунків коефіцієнтів α) має наступний вигляд:

1) для умов вільного руху води на пористих поверхнях (режими роботи ТС):

$$P = 2,4 \cdot \theta \quad (\text{при } \theta = 0,35-0,8);$$

2) для умов капілярного транспорту води на пористих поверхнях (режими роботи ТТ) показник ступеня Р знаходять за номограмою.

Як свідчать результати експериментів і розрахунків, найвищі показники інтенсивності тепловіддачі в зонах нагрівання ТТ і ТС забезпечують високо-теплопровідні КС середньої пористості (θ = 40-60 %), виготовлені, наприклад, з міді та алюмінію. Сталеві волокнисті КС також можуть з успіхом застосовуватися у ТТ низькотемпературних діапазонів; термічні опори ТТ при цьому будуть дещо зниженими.

Інформаційні джерела:

1. Смирнов Г.Ф., Цой А.Д. Теплообмен при парообразовании в капиллярах и капиллярно-пористых структурах. – М.: Изд-во МЭИ, 1999. – 440 с.
2. Присняков В.Ф., Луценко В.И. и др. Процессы переноса тепла и массы в тепловых трубах. – К.: Наукова думка, 1992. – 160 с.
3. Семена М.Г., Зарипов В.К., Шаповал А.А. Интенсивность теплообмена при кипении воды на поверхности с пористыми покрытиями в условиях капиллярного транспорта. – Инж.-физ. журнал, 1987, т.52, № 4. – С. 592-597.
4. Шаповал А.А., Зарипов В.К., Семена М.Г. Исследование интенсивности теплообмена при кипении воды на поверхности с металловолоконистыми пористыми покрытиями. – Теплоэнергетика, 1983, № 12. – С. 65-67.

Науковий керівник: Шаповал Андрій Андрійович, к.т.н., доцент каф. ХПСМ ІХФ НТУУ „Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”

УДК 621.56

ХОЛОДИЛЬНІ МАШИНИ ДЛЯ МІЖПЛАНЕТНИХ ПОЛЬОТІВ

**Саянная Я.Ю., студентка
Державний університет телекомунікацій**

Холодильна машина — пристрій, що служить для відводу теплоти від охолоджуваного тіла при температурі нижчій, ніж температура навколишнього середовища. Процеси, що відбуваються в холодильних машинах, є окремим випадком термодинамічних процесів, тобто таких, в яких відбувається послідовна зміна

параметрів стану робочої речовини: температури, тиску, питомого обсягу, ентальпії. Холодильні машини працюють за принципом теплового насоса — віднімають теплоту від охолоджуваного тіла і з витратою енергії (механічної, теплової і т. д.) передають її охолоджуваному середовищу (зазвичай воді або навколишньому повітрю), що має більш високу температуру, ніж охолоджуване тіло. Холодильні машини використовуються для отримання температур від 10°C до -150°C . Область нижчих температур відноситься до кріогенної техніки. Робота холодильної машини характеризується її холодопродуктивністю.

Перші холодильні машини з'явилися в середині XIX ст. Одна з найстаріших холодильних машин — абсорбційна. Її винахід і конструктивне оформлення пов'язано з іменами Дж. Леслі (Великобританія, 1810), Ф. Карре (Франція, 1850) і Ф. Віндхауза (Німеччина, 1878). Перша парокомпресійна машина, яка працювала на ефірі, побудована Дж. Перкінс (Велика Британія, 1834). Пізніше були створені аналогічні машини з використанням як холодоагенту метилового ефіру і сірчистого ангідриду. У 1874 К. Лінде (Німеччина) побудував аміачну парокомпресійну холодильну машину, яка поклала початок холодильного машинобудування.

Головною умовою високої рентабельності підприємств громадського харчування є правильна організація зберігання харчових продуктів. При цьому особливу увагу необхідно приділяти продуктам, які швидко псуються (м'ясо, молоко, масло, вироби з них тощо). У звичайних умовах вони швидко псуються і стають непридатними для приготування страв. Псування спричиняється головним чином життєдіяльністю мікроорганізмів і ферментативними процесами, які проходять у продуктах. Під впливом мікроорганізмів і ферментів відбувається розщеплення білків з утворенням токсичних сполук, проходить гідроліз жирів та інші зміни, які спричиняють псування продуктів.

Холод є прекрасним консервантом, оскільки він уповільнює розвиток мікроорганізмів. На підприємствах громадського харчування холод використовують під час транспортування продуктів, для оброблення деяких видів продуктів та для зберігання продуктів при різних температурах у камерах, прилавках, вітринах, шафах.

Тривалість зберігання продуктів залежить від ступеня зниження їх температури та середовища, в якому вони зберігаються.

Температуру можна знижувати до кріоскопічної точки, тобто до початку замерзання клітинних соків, і нижче кріоскопічної точки, коли основна маса води в клітковому соку перетворюється на лід.

Зниження температури продукту до початку замерзання клітинного соку називається *охолодженням*. У процесі охолодження повністю зберігаються властивості та якість свіжого продукту. Проте мікробіологічні та ферментативні процеси в ньому не припиняються повністю, а тільки уповільнюються, причому настільки, що протягом декількох днів помітних змін у продукті не відбувається. Охолоджені продукти зберігають при температурі $-1...+1^{\circ}\text{C}$ протягом 3—10 днів (залежно від виду продукту).

Зберігання продуктів при низьких температурах дає можливість найповніше зберегти їх первинні властивості: колір, запах, смак, консистенцію та харчову якість. У цьому головна перевага низьких температур перед іншими способами консервації.

Холодильники використовуються як в домашньому побуті так і на підприємствах. Але найбільш цікавим фактом є те що холодильні установки використовуються і в космосі.

На космічних кораблях, які все ще борознять безкрайні простори нашого Всесвіту, встановлюють спеціальні холодильники, які працюють за таким же принципом, як і земні термоелектричні моделі. Для того, щоб знизити градус в холодильній камері, необхідно зайве тепло вивести в космічний простір. Теплообмінник - прототип земного конденсатора - розміщують з зовнішньої стінки космічного корабля. Тепло від «космічного кондиціонера» відводиться за рахунок випромінювання, а не за рахунок охолодження повітрям, як на Землі. Як робоче тіло використовується тільки високоякісні холодоагенти. Електричну енергію в Космосі виробляє сонячна батарея.

Для зберігання продуктів з низьким терміном реалізації в Космосі існують холодильні камери, де зберігається: продукти харчування і морозильні камери - там зберігаються заморожені продукти і готова їжа. Для польотів на орбіту розроблені спеціальні технології насичення води, розморожування, розігрівання і теплової обробки провіантів.

На міжнародній космічній станції в російському модулі встановлено два холодильника «БХ-3». Для міжпланетних польотів, які тривають тривалий час, розроблений раціон харчування, в який включені натуральні продукти в свіжому вигляді. А такі продукти вимагають відповідних умов зберігання.

Холодильники в Космосі використовуються не тільки для зберігання провізії, а й для забезпечення нормальних умов життя космонавтів і для всіляких наукових цілей. Буває так, що одна сторона корабля загострюється сонячними променями, а на іншій стороні в цей час може бути -270 С. В цьому випадку холодильні установки служать для контролю температури повітря, так як вони здатні усунути перегрів в будь-якому місці.

Холодильно-сушильні апарати стежать за вологістю повітря. Холодильник «Кріогемі-03» знайшов застосування в дослідженнях цитотоксичної активності лімфоцитів людини. Потужні морозильні установки, які здатні забезпечити температуру до -80 С, використовують для заморожування і відправки на Землю різних культур, які були вирощені в Космосі.

Висновок простий: холод, що виробляється холодильником, дійсно необхідний і не тільки в умовах окремо взятої квартири, а й в умовах нашого Всесвіту.

Література:

1. Парокомпрессионная холодильная машина с соленоидным клапаном в качестве регулятора расхода хладагента [Текст] /И.Н. Лукашев, Г.А. Горбенко, П.Г. Гакал, Р.Ю. Турна, Н.И. Иваненко //Авиационно-космическая техника и технология.– 2013. –№ 2/99.
2. Холодильные машины [Текст] / А.В. Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И. Пекарев, И.А. Сакун, Л.С. Тимофеевский. – СПб.: Политехника, 1997.– 992 с.

*Науковий керівник: Оленів Д.Г., кандидат педагогічних наук, доцент,
Державний університет телекомунікацій, м. Київ*

УДК 536.2

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕПЛООБМЕНА В ДВИЖУЩЕМСЯ ПЛОТНОМ СЛОЕ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА

Солодка А.В., аспирант каф. ТТТЕ

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Достоинства применения дисперсной насадки обусловлены такими свойствами, как развитая поверхность межфазного теплообмена, высокие коэффициенты теплоотдачи, способность частиц к самоочистке от загрязнений [1]. Однако недостаточная изученность межфазных процессов теплообмена в слое дисперсного материала не позволяет разработать методику инженерного расчета теплоутилизаторов подобного типа, что препятствует их широкому распространению в промышленности [2,3].

Методика проведения эксперимента заключалась в следующем. В рабочую камеру б загружался гранулированный материал. Включался вентилятор 1 и нагреватель 2, после которого нагретый воздух поступал в рабочую камеру. Контролировалась температура воздуха на входе и скорость потока, температура воздуха на выходе. Температура материала определялась в течение опыта с помощью термпары, расположенной в центре камеры. Средняя скорость фильтрации воздуха составляла $w = 0,9...3,5$ м/с, диаметр воздуховода

$d = 0,1$ м. Схема движения теплоносителя и гранулированного материала при исследовании движущегося слоя – противоток. В качестве гранулированного материала исследовался керамзит и гравий (размер частиц: 10...20 мм).

На рис. 1 представлены результаты измерения температур керамзита для движущегося (рис. 1а) и неподвижного (рис. 1б) слоя на входе в рабочую камеру и воздуха – на выходе из нее.

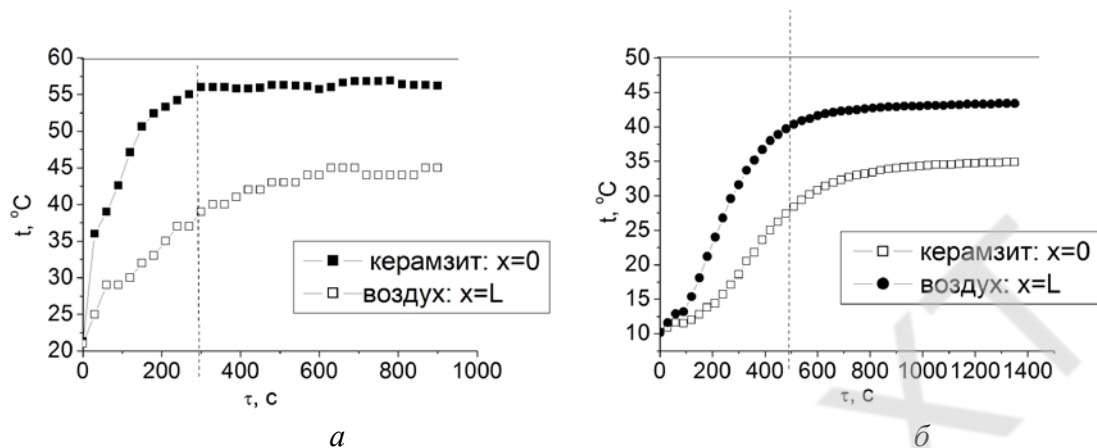


Рисунок 1 – Изменение температур воздуха и керамзита во времени.
а – движущийся слой, б – неподвижный слой.

Сплошной линией указана температура воздуха на входе. Скорость движения слоя материала: $W_m = 0,00067$ м/с, средняя скорость движения воздуха: $W_v = 0,85$ м/с. Высота засыпки гранулированного материала была одинакова: $L = 0,50$ м. На рис. 2 представлены результаты экспериментов по нагреву гравия в движущемся (рис. 2а) и неподвижном (рис. 2б) слое.

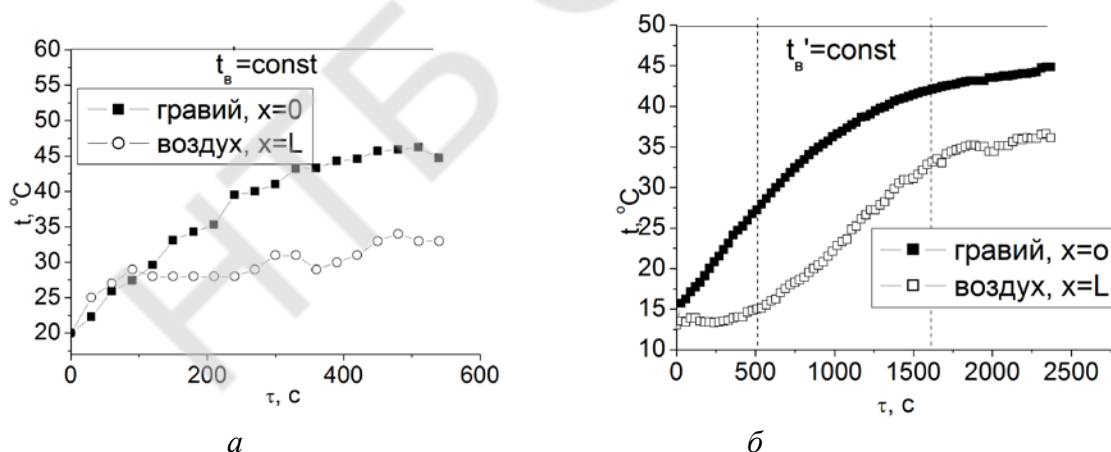


Рисунок 2 – Изменение температур воздуха и гравия во времени.
а – движущийся слой, б – неподвижный слой.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать к использованию в теплообменнике-теплоутилизаторе материал с достаточным значением плотности и теплоемкости типа керамзита и гравия. Интенсивность теплообмена выше для движущегося слоя гранулированного материала, поэтому дальнейшие исследования будут направлены на разработку метода расчета регенеративного теплообменника с дисперсными системами и внедрение его в производство.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Прутских Д. А. Гидродинамика и теплообмен в регенераторе с дисперсной насадкой / Автореферат дисс. на соискание уч. степени к. т. н. Спец.: 05.14.04- Промышленная теплоэнергетика. – Воронеж: 2009. – 22 с.
2. Календерьян, В. А. Тепломассоперенос в аппаратах с плотным дисперсным слоем [Текст] / В.А. Календерьян, И.Л. Бошкова // Монография. – К., 2011. – 184 с.
3. Солодкая, А.В. Исследование эффективности теплообмена в теплообменниках-утилизаторах с гранулированной насадкой [Текст] / И.Л. Бошкова, А.В. Солодкая, // Proceeding of the Int. Conf. “Energy of Moldova – 2016. Regional aspects of development” 29 Sept. – 01 Oct., 2016 - Chisinau, Republic of Moldova. – p. 373-377.

*Научный руководитель:
Бошкова И.Л., д.т.н., доц. каф. ТТТЕ
Одесской национальной академии
пищевых технологий*

УДК 621.56

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНИКА ХРАНЕНИЯ ГРУШ В РГС

**Тодосенко А.В., магистрантка
НИИХКЭ ОНАПТ, г. Одесса**

Свежие фрукты представляют собой ценнейший продукт питания. Они являются основным источником обеспечения человеческого организма витаминами, минеральными солями, органическими кислотами, биологически активными веществами, комплекс которых крайне необходим для нормальной жизнедеятельности человека. После сбора урожая фрукты продолжают жить, они «дышат», то есть поглощают кислород и выделяют углекислый газ. Интенсивное дыхание сорванного плода приводит к ухудшению качества продукта (увяданию, появлению пятен и т.д.).

Период хранения может быть увеличен путем снижения интенсивности дыхания. Для этой цели сырье обычно охлаждается. Однако это не всегда достаточно эффективно. Охлаждение должно сопровождаться дополнительными сопутствующими способами хранения и технологиями, одним из которых является снижение уровня кислорода в холодильной камере и увеличение содержания CO₂ и азота. Уменьшение присутствия кислорода в камере оказывает тормозящий эффект на процесс оксидации плода, однако до определенного предела, ниже которого анаэробное дыхание возобновляется. Таким образом, важно поддерживать содержание кислорода в камере как можно ближе к минимальному уровню, индивидуальному для каждого вида продукции.

Другим физиологическим эффектом является тот факт, что сахароза постепенно превращается во фруктозу, а при хранении фруктов в среде с повышенным содержанием CO₂, этот процесс замедляется, в результате чего плод сохраняет свою твердость и большинство компонентов. Это также объясняет то, что фрукты после хранения в регулируемой атмосфере сохраняют свое качество в течение значительного периода.

Как известно, содержание кислорода в обычной атмосфере составляет порядка 21%, азота 78%, углекислого газа 0,03%. Содержание кислорода и углекислого газа в обычной холодильной камере в сумме всегда составляет порядка 21%. Плоды ежедневно поглощают в среднем до 1,5% кислорода от объема, выделяя при этом те же 1,5% CO₂. Учитывая то, что в

большинстве случаев камеры хранения не имеют достаточной степени герметичности и существует подсос воздуха извне, это равенство нарушается. Более 12 дней требуется, например, согласно простому предварительному расчету для достижения содержания уровня кислорода в объеме холодильной камеры на уровне 3% ($21\% - 3\% = 18\%$; $18\% : 1,5\% = 12$ дней). На практике же ежедневное снижение уровня кислорода может составлять 0,7-0,8% естественным путем, за счет дыхания фруктов. Таким образом, через определенное время уровень кислорода может сильно снизиться, а содержание CO_2 увеличиться на эту же величину. Такие смещенные концентрации могут оказывать неблагоприятное влияние на качество хранимого сырья. Поэтому излишки CO_2 должны быть удалены с объема холодильной камеры. Уровень углекислого газа в обычных холодильных камерах регулируется вентилированием, путем открытия и закрытия вентиляционных заслонок.

Согласно широко известным исследованиям и проведенным измерениям, хранение в регулируемой газовой среде (РГС) приводит к снижению интенсивности метаболических процессов в 2-3 раза, существенно увеличивая срок хранения плодоовощного сырья. Другими преимуществами технологии хранения в РГС является сокращение развития физиологических и грибковых заболеваний (на 20-25%). Увядание груш, например, снижается на 20-30%. Благодаря замедлению процессов диссимиляции плоды сохраняют первоначальное качество компонентов (кислота, сахар, вкусовые и ароматические вещества). В конце хранения фрукты остаются такими же вкусными и свежими, как и в начале. Важным аспектом не только для потребления, но и для транспортировки и продажи является то, что плоды гораздо лучше сохраняют текстуру и твердость. Фрукты, заложенные на хранение с легким загаром, не ухудшают свое качество, в то время как при обычном хранении они быстро портятся.

В докладе автором приводятся результаты оценки экономической целесообразности использования регулируемой газовой среды в зависимости от емкости холодильника и стоимости хранимого сырья. Представлены результаты технологических расчетов и выбора технологического оборудования, обсуждаются требования к инженерному обеспечению и оборудованию камер с РГС. Также автор представляет типовое схемное решение централизованного холодоснабжения на базе фреоновых полностью автоматизированных холодильных систем. Работы проведены для вновь проектируемого холодильника условной емкостью 5 тыс. тонн хранения груш. По результатам исследований автором сделан вывод, что экономическая целесообразность промышленных технологий РГС для рыночных условий Украины появляется для холодильников условной емкостью более 1000 тонн.

Научный руководитель: Желиба Ю.А., доцент кафедры ХУиКВ ОНАПТ, к.т.н., с.н.с.

УДК 696/697

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАФИКА СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ПОСЛЕ ТЕРМОРЕННОВАЦИИ

**Трошев Д.С., старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика и
экология»
г. Гомель**

В Республике Беларусь значительное внимание уделяется вопросам энергетической эффективности и энергосбережения. Ежегодно предприятиям доводится показатель по экономии топливно-энергетических ресурсов в среднем от 3 до 7 %. Одним из решений по повышению эффективности теплоснабжения, и как следствие снижения прямых обобщенных энергозатрат является установка тепловых насосов.

Для повышения эффективности тепловых насосов рекомендуется поддерживать уровень температуры в системе теплоснабжения как можно ниже. Для проектирования систем отопления нового здания это приведет к повышению площади отопительных приборов. Однако при проведении терморенновации старых зданий возможно снижение температурного графика без увеличения площади отопительных приборов.

Для начала необходимо определить, насколько снизится расход тепловой энергии на отопление зданий после терморенновации. В качестве примера рассчитывается расход теплоты на отопление здания длиной 45 м, шириной 20 м и высотой 10 м (три этажа) согласно строительным нормам до 1994 г. и по новым требованиям после реконструкции [1]. Расчет ведется согласно [2]. По результатам расчетов терморенновация здания при доведении сопротивления до нормативного позволит снизить расход тепловой энергии на отопление вплоть до 53,4 % от первоначального.

Произведем оценку снижения теплоотдачи отопительного прибора при снижении температурного графика. Для уточненных расчетов необходимо учитывать коэффициент нелинейности теплоотдачи отопительных приборов, который учитывает снижение коэффициента теплоотдачи отопительного прибора при снижении температурного напора системы отопления. При этом теплоотдача отопительного прибора при новом температурном графике может быть рассчитана по следующей формуле:

$$q = q_{i\dot{o}i} \cdot \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_{i\dot{o}i}} \right)^n, \quad (1)$$

где $q_{i\dot{o}i}$ – нормативное значение теплоотдачи отопительного прибора, определенный согласно соответствующим методам испытаний, кВт/м²; $\Delta t_{i\dot{o}i}$ – нормативный теплоперепад, °C; n – коэффициент, учитывающий нелинейность теплоотдачи отопительного прибора, определяется согласно паспортным данным.

Если площадь теплообмена была подобрана правильно, то принимая за базовый температурный график системы отопления 95/70, и учитывая, что коэффициент снижения расхода теплоты на отопление после терморенновации равен

$$k_{\text{теп}} = \frac{Q_2}{Q_1}, \quad (2)$$

где Q_1 , Q_2 – расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию до и после терморенновации соответственно, Гкал.

Тогда минимальный необходимый температурный напор системы отопления при снижении расхода тепловой энергии на нужды отопления при терморенновации при различных значениях коэффициента n может быть рассчитан из формулы:

$$\Delta t_2 = \Delta t_1 \cdot \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^{1/n}, \quad (3)$$

где Δt_1 , Δt_2 – температурные напоры системы отопления до и после терморенновации соответственно, °C.

Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 2 – Расчет температурного напора отопительных систем при снижении расхода теплоты на отопление при различных значениях коэффициента n

$k_{\text{сниж}}$		0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90
Δt при $n=$	1,2	30,1	33,2	36,2	39,2	42,1	45,0	47,9	50,8	53,6	56,3	59,1
	1,25	31,0	34,1	37,0	40,0	42,9	45,7	48,5	51,2	54,0	56,6	59,3
	1,3	31,9	34,9	37,8	40,7	43,5	46,3	49,0	51,7	54,3	56,9	59,5
	1,35	32,7	35,7	38,6	41,4	44,2	46,9	49,5	52,1	54,7	57,2	59,7
	1,4	33,5	36,5	39,3	42,1	44,8	47,4	50,0	52,5	55,0	57,4	59,8

Таким образом снижение температурного графика зданий после терморенновации позволит повысить коэффициент преобразования теплового насоса или КПД

конденсационного котла при использовании их в качестве источников индивидуального теплоснабжения без дополнительных капитальных затрат.

Список использованных источников

1. ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. (с изм. 2009г.) Минск, 2007 г.- Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь – 36 с.

2. СНБ 4.02.01-03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Минск, 2004 г. - Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь – 36 с.

УДК 536.24

РОБОТА ЕНЕРГОКОМПЛЕКСУ У СКЛАДІ ФОТОЕЛЕМЕНТІВ І ГІДРОАКУМУЛЮЮЧИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Філіпенко О.О., студент
ОНАПТ

Енергетика - важлива галузь промисловості України, сукупність підсистем, що служать для перетворення, розподілу і використання енергетичних ресурсів всіх видів. Електроенергія в Україні виробляється переважно на ТЕС та АЕС (~1,5 до 3 млн кВт), але враховуючи екологічні проблеми та проблеми з вичерпанням продуктів згорання, що в свою чергу, веде до постійного зростання вартості палива та його доставки, перспективними для використання є екологічно чисті джерела енергії, такі як сонячна енергія та ГАЕС (~1 до 2,5 млн кВт).

При постачанні електроенергії для локальних споживачів енергетичні складові комплексу фотоелементної та гідроакumuлюючої електростанцій можуть працювати як за послідовною, так і за паралельною схемами.

У першому випадку фотоелементи весь час працюють тільки на насосні агрегати ГАЕС, закачуючи воду в верхній басейн. Робота ж останньої в генераторному режимі забезпечує енергією споживачів відповідно до графіку споживання (Рис. 1).

Така послідовна схема може бути виправдана при пред'явленні споживачем дуже високих вимог до якості електроенергії, які можуть бути забезпечені гідроелектричними агрегатами. Схема буде доцільною і досить ефективною для ГАЕС з неповною висотою підкачки, коли насосні агрегати розташовуються окремо і мають менший натиск, ніж турбіни.

У другому випадку фотоелементи при наявності сонячної енергії забезпечують електроенергією безпосередньо споживача, а при зменшенні потенціалу сонячної енергії, відсутню потужність споживач отримує від генераторів ГАЕС (Рис. 2). Тут енергоустановки можуть працювати паралельно. При цьому підкачка (або закачування) води до акумулюючого водойму проводиться при наявності надлишків сонячної енергії за рахунок включення оборотних агрегатів ГАЕС в насосний режим.

На рисунках 1 та 2 прийняті наступні позначення: E - спільне вироблення електроенергії на фотоелементи за розрахунковий період; E_p - споживана енергія від фотоелементів; E_z - енергія,

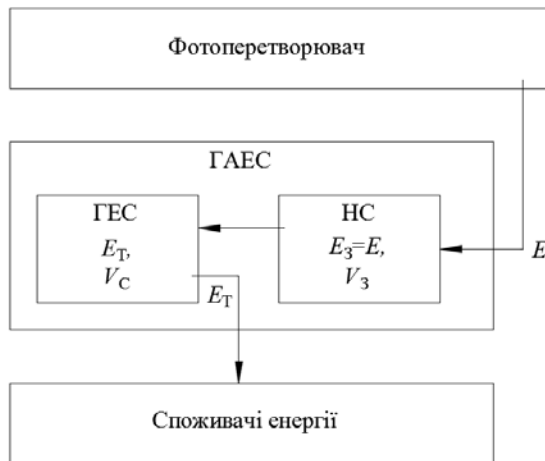


Рис. 1. Схема електропостачання споживачів з використанням енергокомплексу ГАЕС з фотоелементами при послідовній роботі

яку направляють на заряд ГАЕС; $E_{т1}$, $E_{т2}$, ..., $E_{тп}$ - енергія, яка надходить від ГАЕС споживачам; $П1$, $П2$, ..., $Пп$ - категорії споживачів.

Параметри енергетичного комплексу визначаються параметрами основних складових його енергетичних частин.

Особливості фотоелементів і ГАЕС від інших типів електростанцій, а також облік місцевих умов їх спорудження, вимагають особливих підходів при проектуванні до вибору їх оптимальних параметрів.

До основних параметрів ГАЕС відносяться встановлена потужність обладнання в насосному і турбінному режимах і корисна ємність акумулюючого басейну. Ці параметри, по суті, визначають вартість будівництва ГАЕС в цілому і величину її економічного ефекту.

Напір ГАЕС є більшою мірою технічною характеристикою, яка визначається місцевими умовами, і на відміну від ГЕС, для яких необхідне економічне обґрунтування НПУ і розрахункового напору, не є параметром, що вимагає спеціального економічного обґрунтування. Для конкретного майданчика можливого розміщення ГАЕС повинен прийматися максимально можливий за природними умовами статичний напір. Розрахунковий напір для ГАЕС цілком визначається вимогами енергосистеми до її внеску у покритті графіка електричних навантажень.

ГАЕС використовує в своїй роботі комплекс генераторів і насосів або оборотні гідроелектроагрегати, які здатні працювати, як в режимі генераторів, так і в режимі насосів. Під час нічного провалу енергоспоживання ГАЕС отримує з енергомережі дешеву електроенергію і витрачає її на перекачку води в верхній б'єф (насосний режим). Під час ранкового та вечірнього піків енергоспоживання ГАЕС скидає воду з верхнього б'єфу в нижній, виробляє при цьому дорожчу пікову електроенергію, яку віддає в енергомережу (генераторний режим). Фотоелементи в свою чергу, підтримують стабільність роботи ГАЕС протягом усього часу при будь-яких погодних умовах, тим самим підвищуючи ефективність даного енергокомплексу.

У великих енергосистемах значну частку можуть становити потужності теплових і атомних електростанцій, які не можуть швидко знижувати вироблення електроенергії при нічному зниженні енергоспоживання або ж роблять це з великими втратами. Цей факт призводить до встановлення істотно більшої комерційної вартості пікової електроенергії в енергосистемі у порівнянні з вартістю електроенергії, вироблюваної в нічний період. В таких умовах використання ГАЕС економічно ефективно і підвищує як ефективність використання інших потужностей (в тому числі і транспортних), так і надійність енергопостачання.

Переваги обох схем в тому, що ці схеми працюють за рахунок природних ресурсів, а їх перспективи полягають в тому, що вони є доступним і невичерпаним джерелом енергії, що не супроводжується шкідливими викидами в атмосферу, дозволяє оперативно реагувати на зміну витрат енергії та, незважаючи на її походження, вона може бути контрольованою.

Але незважаючи на всі позитивні сторони роботи цих схем, вони також мають і недоліки – висока вартість конструкції, пов'язана із застосуванням рідкісних елементів на фотоелементах, необхідність періодичної очистки цих фотоелементів та можливість будівництва тільки там, де є великі запаси енергії води.

Розгляд переваг та недоліків у застосуванні традиційних і нетрадиційних джерел виробництва енергії, а також порівняльний аналіз на прикладі проектування схем, які

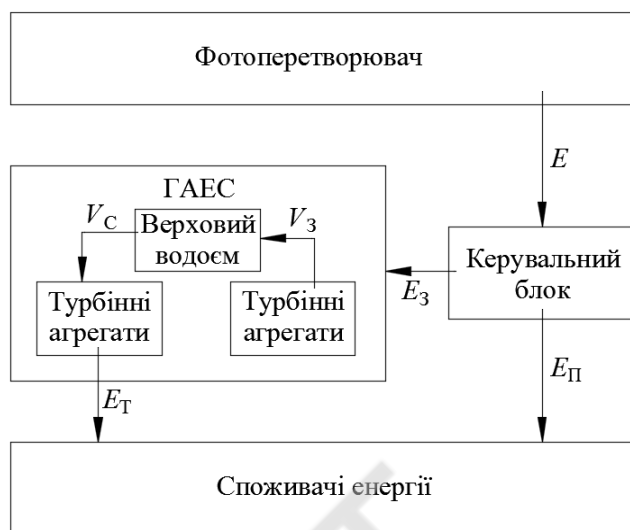


Рис. 2. Схема електропостачання споживачів з використанням енергокомплексу ГАЕС з фотоелементами при паралельній роботі

засновані на використанні природних ресурсів, дозволяють стверджувати що вищеназвані схеми вони є набагато ефективнішими і перспективи їх застосування набагато кращі.

Енергетика має важливе значення для економічного і соціального розвитку, а також поліпшення якості життя у Україні. Слід домагатися скорочення забруднень атмосфери від викидів енергетичних підприємств за рахунок підвищення ефективності виробництва, передачі, розподілу та споживання енергії, що сприятиме здешевленню її виробництва.

Науковий керівник: д.т.н., проф. Косой Б.В.

УДК 536.2

ПРОЕКТ НАУЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПО НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

**Чернов А.А., студент
ОНАПТ**

«Инженера по нетрадиционным источникам энергии отличает усиленная компьютерная подготовка, они должны быть способны возглавлять в подразделениях развития фирм решение перспективных научных, расчетных, проектных, экономических задач и задач менеджмента. Специалисты по нетрадиционным источникам энергии работают на предприятиях, коммунальных предприятиях городов, в агропромышленном комплексе, фирмах по внедрению современных теплотехнических систем, в проектных, научно-исследовательских организациях и т.п.

Основные направления научных исследований - нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Имеется в виду солнечная энергетика, использование нанотехнологий в энергетике, термодинамика холодильных циклов, применение информационных технологий в термодинамических исследованиях, энергосбережения, свойства экологически безопасных рабочих тел, поиск веществ с заданными свойствами для современных технологий. В том числе и теплофизические свойства сверхкритических смесей как среды для создания наноматериалов и разрушения опасных органических соединений.

Концепция подготовки инженеров-энергетиков - это способность решать задачи эколого-энергетического аудита и менеджмента предприятий, жилых домов, офисов фирм. Так же, работать на предприятиях, фирмах, в проектных и научно-исследовательских организациях по вопросам разработки новых технологий использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для производства тепла, электроэнергии, холода, разработки систем кондиционирования воздуха, проектирования и эксплуатации новых теплотехнических процессов и установок».

Именно такая информация записана на сайте ОНАПТ в графе о специальности «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии». К превеликому сожалению, процесс получения образования проходит недостаточно интенсивно, для того чтобы полностью подтвердить написанное в описании специальности.

На данный момент, академия, а в частности Институт холода им. В. Мартыновского, где и проходит обучение специалистов, не имеет нужного оборудования для проведения лабораторных работ для изучения нетрадиционной и возобновляемой энергетики. В наличии только теоретические знания, которые дают преподаватели на лекциях.

Наличие специальной научной лаборатории, с проработанной системой прохождения лабораторных работ поможет студентам гораздо сильнее усваивать материал, пройденный на лекциях, а тем, кто занимается научной деятельностью – использовать лабораторию, проводя в ней научные исследования для своих работ.

В презентации указаны примеры оборудования, которые можно установить и использовать для улучшения работы нашего высшего учебного заведения в рамках специальности «Нетрадиционная энергетика».

Научный руководитель: д.т.н. Косой Б.В.

УДК 622.691.4.

ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕПАДУ ТИСКУ ГАЗУ НА ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ СТАНЦІЯХ І ГАЗОРЕГУЛЮЮЧИХ ПУНКТАХ В ЯКОСТІ ДЖЕРЕЛА ВТОРИННИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

**Чорнокінь Е.О., студент 4 курсу
ОНАХТ**

В даний час в Україні велике значення надається питанням впровадження енергозберігаючих технологій. Значний економічний ефект в цій області можна отримати за рахунок використання енергії газу при зниженні його тиску на газорозподільних станціях (ГРС) і газорозподільних пунктах (ГРП). Для цієї мети використовують детандер-генераторні агрегати (ДГА). Використання ДГА дозволяє додатково отримати електроенергію, тепло і холод. Газ на вході в ДГА необхідно підігрівати. Підігрів, залежно від величини перепаду тиску, здійснюється за одне або двоступеневою схемою як джерела підігріву можуть бути використані будь-які теплові джерела, в т.ч. теплові насоси. Вибір джерела і схеми підігріву газу визначається місцем розташування ГРС. Очікуваний потенціал економії, в залежності від продуктивності ГРС, становить від 250 до 24567 кВт можливої електричної потужності.

Велике значення надається до включення в паливний баланс додаткових, раніше не використовувалися джерел вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР). Великі можливості по їх використанню є не тільки на об'єктах магістрального транспорту газу, але і в розподільних мережах, до яких відносяться газорозподільні станції (ГРС) і газорозподільні пункти (ГРП).

При функціонуванні газопостачальних систем на ГРС здійснюється зниження тиску транспортованого природного газу від 7,5 до 1,2 МПа, а на газорозподільних пунктах ГРП - від 1,2 до 0,2 МПа. Зниження цього тиску на традиційних ГРС відбувається шляхом його стравлювання в дросельних пристроях до тисків в розподільній мережі. Потенціал ВЕР при цьому не використовується. У той же час за рахунок перепаду тиску можна отримати роботу і вироблення електроенергії.

Для використання фізичної енергії газу, що отримується за рахунок зниження тиску газу на ГРС і ГРП, замість традиційних дросельних пристроїв доцільно використання детандер-генераторних агрегатів (ДГА). При їх використанні ми отримуємо не тільки знижений тиск, а й електроенергію, яка виробляється електрогенератором, що встановлюється за детандером. Крім електроенергії, при необхідності, також можна отримати тепло і холод, шляхом установки теплового насоса. При цьому потенціал ВЕР надлишкового тиску прямо пропорційний енергетичному потенціалу газу, який визначається технічною роботою адіабатного розширення.

Потенціал можливої електричної потужності ДГА на газі, що транспортується споживачам через ГРС (ГРП), досить великий і досягає таких значень:

250..760 кВт для станцій з фактичної продуктивністю не більше 15 тис. $\text{Н}\cdot\text{м}^3/\text{год}$;

504 .. 1474 кВт для станцій з фактичної продуктивністю не більше 30 тис. $\text{Н}\cdot\text{м}^3/\text{год}$;

2525 .. 7370 кВт для станцій з фактичної продуктивністю не більше 150 тис. $\text{Н}\cdot\text{м}^3/\text{год}$;

8415 .. 24567 кВт для станцій з фактичної продуктивністю понад 150 тис. $\text{Н}\cdot\text{м}^3/\text{год}$.

При використанні ДГА відбувається адіабатне детандування, в результаті якого температура газу знижується істотніше, ніж в процесі дроселювання. Початкова температура

у магістрального газу зазвичай лежить в межах від -5 до +10 ° С. Після кінцевого розширення температура може знизитися до -80 - -100 ° С і привести до перебоїв або відмов у роботі обладнання. Для вирішення цієї проблеми на станції зниження тиску з використовується система підігріву газу перед входом в ДГА, що також призводить до збільшення одержуваної в ДГА роботи. Як джерела підігріву магістрального газу можуть бути використані будь-які теплові джерела, в т.ч. теплові насоси.

При великих перепадах тисків (7,5 / 1,2 МПа і 1,2 / 0,3 МПа) газ перед детандером підігрівають до температури 100-1200°С, а при незначних (4 / 1,2 МПа і 1,2 / 0, 6 МПа) - до температури 40-80 ° С.

Вибір джерела і схеми підігріву газу визначається місцем розташування ГРС. При розташуванні ГРС в безпосередній близькості до ТЕЦ для підігріву природного газу можна використовувати оборотну воду з температурою 36 °С або зворотний мережеву воду від споживачів з температурою 70 °С, які є в надмірній кількості.

В даний час досить успішно використовуються два типи установок ДГА: ДГА з традиційним тепловим насосом і ДГА з повітряним тепловим насосом. Їх відмінність полягає в тому, що в установці з повітряним тепловим насосом хладоном є повітря. Обидва варіанти цих установок є за своєю суттю безпаливних, тобто для забезпечення їх роботи не потрібно спалювання палива.

Детандер-генераторні агрегати зарекомендували себе, як прості, надійні, мають низьку металоємність конструкцій і широкий діапазон режимів, які не впливають на навколишнє середовище, що вимагають мінімальну кількість обслуговуючого персоналу і порівняно невисокі експлуатаційні витрати.

Науковий керівник д.т.н. Косой Б.В.

УДК 628.316.12

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОБНЫХ ПОГРУЖНЫХ ВРАЩАЮЩИХСЯ ДИСКОВЫХ БИОФИЛЬТРОВ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ

**Шостик Д.И., аспирантка, Ляшенко Е.И., магистр
ОНАПТ, г. Одесса**

Одной из отраслей, потребляющих и сбрасывающих значительное количество воды, в которой схемы очистных сооружений несовершенны, является пищевая промышленность, в т.ч. и зерноперерабатывающие предприятия. В ряде случаев сточные воды таких предприятий содержат ценные компоненты, которые не всегда используются.

В последнее время находят применение малогабаритные сооружения, предназначенные для очистки сточных вод предприятий агропромышленного комплекса, пищевых предприятий малой и средней мощности, к которым относятся предприятия, перерабатывающие сырье, содержащее в значительном количестве углеводы.

Очистные сооружения малой канализации должны отвечать следующим требованиям: простота устройства, минимальное количество обслуживающего персонала, технологичность, компактность, низкие эксплуатационные затраты, надежность и устойчивость к кратковременным токсичным, органическим и гидравлическим перегрузкам.

Из известных типов малогабаритных очистных сооружений наиболее полно удовлетворяют указанным требованиям аэробные погружные вращающиеся дисковые биофильтры [1].

Сточные воды зерноперерабатывающих предприятий, которые прошли предварительную очистку методами процеживания, отстаивания и фильтрования, все еще

содержат значительное количество взвешенных и особенно растворенных неорганических и органических соединений, которые могут быть выделены биологическими методами.

Для реализации аэробной биологической очистки промышленных стоков разработано устройство [1], содержащее резервуар с подводными и отводящими лотками, установленными в резервуаре на горизонтальных валах вращающиеся полые и перфорированные диски с размещенной внутри них контактной средой для иммобилизации микроорганизмов.

Стационарная работа аэробных погружных вращающихся дисковых биофильтров наступает, как правило, через длительный промежуток времени после его запуска. Это связано с достаточно медленной кинетикой биологических процессов, ответственных за рост биомассы. Эксперименты с биофильтрами очень длительны, и, если даже удастся удержать внешние условия постоянными, измеряемые характеристики зачастую отражают состояние биофильтра, все еще находящегося в нестационарной фазе. Перспективным для оптимизации процессов в биофильтрах является математическое моделирование [2,3].

Микроорганизмы используют содержащиеся в очищаемой воде загрязнения для поддержания своей жизнедеятельности, которая, в частности, заключается в непрерывном выстраивании своей среды обитания – биопленки на поверхности дисков и контактной среде. Предел размножения микроорганизмов определяется их смертностью, недостатком питательных компонентов или кислорода, а также разрушением биопленки. Уровень концентраций субстрата и кислорода в биопленке определяется во многом скоростью их подвода из внешней среды.

Реакционная поверхность диска растет по мере увеличения степени погружения его в воду, но одновременно увеличивается и количество эродированной биопленки. На основании проведенных исследований установлено, что оптимальная степень погружения площади биологических дисков составляет 45-48%.

Производительность погружных вращающихся дисковых биофильтров зависит от частоты вращения биологических дисков фильтра. С одной стороны увеличение частоты улучшает массообменные процессы между жидкостью, воздухом и биопленкой, а с другой - повышает разрушающие тангенциальные напряжения, действующие на биопленку со стороны жидкости и растущие с увеличением расстояния от оси вращения биологических дисков. С другой стороны, увеличение линейной скорости по мере роста радиальной координаты интенсифицирует транспорт питательных элементов из жидкости к микроорганизмам.

Погружные биологические фильтры с плоскостной загрузкой проектируются дисковыми или барабанными при расходах до 500–1000 м³/сут. [1,2,3].

Диаметр дисков следует принимать равным 0,6 – 3 м; расстояние между дисками — 10 – 20 мм; частота вращения вала — 1–10 мин⁻¹. Уровень очищаемой воды в резервуаре должен быть на 2 – 3 см ниже горизонтальных валов. В качестве материала дисков рекомендуется применять жесткие пластмассы (поливинилхлорид, полиэтилен), асбестоцемент или листы из легких алюминиевых сплавов. Данные сооружения рассчитываются по экспериментальным данным, в зависимости от требуемой степени очистки и концентрации органических загрязнителей в очищаемой воде.

В результате проведенных исследований разработанного высокопроизводительного аэробного погружного дискового биологического фильтра [1] доказана целесообразность использования в качестве загрузочного материала контактной среды (керамзит, бентонит, кремнезем) для иммобилизации микроорганизмов. Предложенная конструкция биологического фильтра с модифицированной загрузкой [1] имеет достаточно развитую адсорбционную поверхность, способность к максимальному насыщению сточных вод кислородом, а также обеспечивает интенсивное перемешивание и поддержание во взвешенном состоянии отторгнутой биопленки. Это позволяет интенсифицировать процесс очистки сточных вод и повысить окислительную мощность сооружения.

Проведенные исследования позволили установить: зависимость удаления загрязнений по ХПК и БПК от частоты вращения; влияние органической и гидравлической нагрузки на эффективность изъятия загрязнений; влияние температуры на жизнедеятельность микроорганизмов.

Определены оптимальные значения технологических параметров биологической очистки сточных вод на биофильтре с модифицированной загрузкой, а именно: частота вращения 2 мин^{-1} , гидравлическая нагрузка $14,5 - 18,5 \text{ м}^3/\text{м}^3 \cdot \text{сутки}$, органическая нагрузка $3,0 - 5,0 \text{ кг}/\text{м}^3 \cdot \text{сутки}$.

Биологический фильтр является эффективным устройством водоочистки сточных вод. Он отличается относительной простотой конструкции, эффективностью изъятия органических и неорганических загрязнений из обрабатываемой воды, возможностью расчета и проектирования. Предпочтение эксплуатации той или иной конструкции биофильтра определяется после тщательного изучения химического состава и характеристик сточных вод, наличия в них тех или иных органических и неорганических загрязнений, стоимости оборудования и требований к качеству и составу очищенной воды.

Информационные источники

1. А. С 1747395 СССР C02F3/06. Устройство для очистки сточных вод [Текст] / М.М. Зацерклянный, Т.Б. Столевич, Н.А. Сидоренко, В.О. Путинцев (СССР) - №4840547/26; заявл. 10.06.90; опубл. 15.07.92. Бюл. №26.

2. Дмитриевский Н.Г. Некоторые вопросы теории и расчета дисковых вращающихся биологических фильтров [Текст] // Водоснабжение и санитарная техника, №2, 1977. – С. 28 – 34.

3. Мальский А.Н., Остапчук Н.В., Фортученко Л.А. Очистные сооружения спиртзавода [Текст] А.Н. Мальский, Н.В. Остапчук, Л.А. Фортученко. Информационный листок № 247-76 Одесского центра научно-технической информации. – Одесса, 1975. – 4 с.

Научный руководитель :к.т.н., доцент кафедры ТФиПЭ Зацерклянный М.М.

УДК 622.692.23

ANALYSIS OF REDUCTION OF ENERGY LOSS AT STORAGE OF HIGH VISCOSITY OIL PRODUCTS IN VERTICAL STEEL TANKS

**Yunoshev N., student
ONAFТ, Odessa**

The problem of energy conservation is becoming increasingly important, both in residential and industrial sector. Energy-efficiency is a using less energy to provide the same level of power supply for buildings or industrial processes.

In many countries the energy consumed by buildings and industrial facilities takes 40% of annual consumption of primary energy resources. The 60% from these energy resources are used for heating and cooling. Nonrational consumption of energy for heating can leads to increasing product prices and decreasing competitiveness of industrial plants. Regarding the subject of scientific work, inefficient use of energy resources for heating in technological processes on the tank farms will lead to increasing transportation and storage cost of oil products. So, according to such a large percentage of economic loss, attention given to reducing the heat losses from non-isothermical insulating the building constructions is increasing at last years.

The thermal insulation of the cylindrical oil reservoirs has always been rather difficult. The cylindrical shapes always demand high requirements to the quality of insulating materials, as well

as the need to protect these materials from environmental influences, mechanical damage and humidity. In addition, the complicity of choice the materials for thermal insulation are associated with fire-safety requirements of the oil industry. Furthermore the Odessa region is characterized by very high humidity and large seasonal fluctuations of temperature: in summer temperatures can increase to 35 C, in winter – decrease to -17 C. The main problem of thermal insulation is also its cost. Therefore, at building of oil tanks special attention should be given to economic aspect of selection the most optimal thickness of thermal insulation. The insulation layer cost, material efficiency and expenses in exploitation can be taken into account.

The values of heat flow density from the surface of thermal insulated tanks for storage the substances with a temperature more than the ambience are determined by building standard 41-03-2003 «Thermal insulation of equipments and pipelines». But the optimal thickness of thermal insulation layer that accord to minimum of economic expenses on heating processes is not standardized by this standard.

The purpose of the study was the comparison the values of heat flow density (standard 41-03-2003 «Thermal insulation of equipments and pipelines») from vertical steel tank (net volume is 10000 m³) for storage oil product with high viscosity and the calculated ones. The calculating was performed for vertical steel tank with thermal insulation that is specific for oil tank farm for Odessa region.

The impact of the thickness of oil tank thermal insulation on the economic costs to support the required temperature of the oil product in the vertical steel tank was considered in present study. The obtained results were compared with the economic expenses to installation thermal insulation with specified thickness.

Scientific adviser: PhD Khliyeva O.Ya., ONAFT

ГЛОСАРІЙ

<i>Андерсон О.Ю.</i>	3	<i>Mayorga E.I.</i>	9
<i>Артёменкова В. О.</i>	4	<i>Макеева Е.Н.</i>	50
<i>Артюхов В.М.</i>	52	<i>Мандрійчук О.М.</i>	59
<i>Бабой Є.О.</i>	6	<i>Манойло Є.В.</i>	16
<i>Бондаренко А.А.</i>	7	<i>Мансарлійський О.М.</i>	38
<i>Bulaiko Yu</i>	9	<i>Мацько Б.С.</i>	41
<i>Варвонець М. Д.</i>	11	<i>Мукминов И.И.</i>	43,20,18
<i>Вороненко А.А.</i>	13	<i>Нижников А.А.</i>	44
<i>Вороненко Ю. Є.</i>	15	<i>Никитин И.Ю.</i>	46
<i>Годунов П. А.</i>	17	<i>Николаев И.А.</i>	48
<i>Грубнік А.О.</i>	18	<i>Овсянник А.В.</i>	50
<i>Григор'єв О. А.</i>	20	<i>Павлів Л.В.</i>	52
<i>Далицинська Л.С.</i>	21	<i>Петрик А.А.</i>	53
<i>Іванов В.В.</i>	22	<i>Радущ М.С.</i>	54,*
<i>Іванов С. С.</i>	24	<i>Радущ Д.С.</i>	55
<i>Івахнюк Н.А</i>	13	<i>Рудкевич І.В.</i>	57
<i>Жуков Р.О.</i>	25	<i>Руденок М.В.</i>	59
<i>Заяц А.С.</i>	27	<i>Саянная Я.Ю.</i>	60
<i>Калинин Е.А.</i>	48	<i>Солодкая А.В.</i>	62
<i>Кнышук А.В.</i>	43,20	<i>Тодосенко А.В.</i>	64
<i>Koval I.Z.</i>	29	<i>Трошев Д.С.</i>	65
<i>Ковтуненко Л.І.</i>	30	<i>Yakubouski S.F.</i>	9
<i>Козловская И.Ю.</i>	31	<i>Філіпенко О.О.</i>	67
<i>Колесниченко Н.А.</i>	32	<i>Чернов А.А.</i>	69
<i>Красінько В.О.</i>	57	<i>Чорнокінь Е.О.</i>	70
<i>Левицька О.Г.</i>	36	<i>Шаповал І.О.</i>	59
<i>Лукьянова А.С.</i>	22,55	<i>Шкоропато М.С.</i>	7
<i>Лисянская М.В.</i>	34	<i>Шостік Д.І.</i>	71
<i>Ляшенко К.І.</i>	71	<i>Yunoshev N.</i>	73
<i>Магурян Н. С.</i>	36		

**ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ
ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ**

**ХVІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА
СТУДЕНТІВ
(14 квітня 2017 р.)**

**Збірник наукових праць
Секція 2: «Теплофізика, теплоенергетика, наноматеріали та
нанотехнології»**

Підписано до друку 12.04.2017 р. Формат 60x84 1/16.
Гарн. Таймс. Умов.- друк. арк5,1. Тираж 20 прим.
Замовл. №.791
ВЦ «Технолог»