

ISSN 0453-8307

# ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ

*Конференція присвячена  
90-річчю Одеської державної академії холоду*

## ХІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ

(17 – 18 квітня 2012р)

Збірник наукових праць



ОДЕСА 2012

## **УДК 547; 37.022**

**Еколого-енергетичні проблеми сучасності** / Збірник наукових праць всеукраїнської науково - технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, 17-18 квітня 2012 р. – Одеса, Видавництво ОДАХ, - 2012 р. –101 с.

Збірник включає наукові праці учасників, що об'єднані по темам: екологія людини, харчових продуктів та техніка охорони довкілля; теплофізичні проблеми в різних галузях науки і техніки; енергетика і енергозбереження в сучасних виробництвах.

Матеріали подано українською, англійською та російською мовами.

ISSN 0453-8307

©Одеська державна академія холоду

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПЕРЕВАЛКЕ НЕФТИ НА ПРИМЕРЕ ОАО «ОДЕСНЕФТЕПРОДУКТ»

Алипкалиев Т.Б., студент ОГАХ, Кологривов М.М., доцент ОГАХ

Доклад посвящён проблеме энергоресурсосбережения при перевалке нефти и нефтепродуктов. На примере работы нефтебазы ОАО «Одеснефтепродукт» в 2008-2010 годах приводятся результаты мониторинга потерь нефти за счёт испарения легких фракций при её перевалке и хранении. На рис.1 представлены данные по поставкам нефти на нефтебазу в 2008-2010 годах.

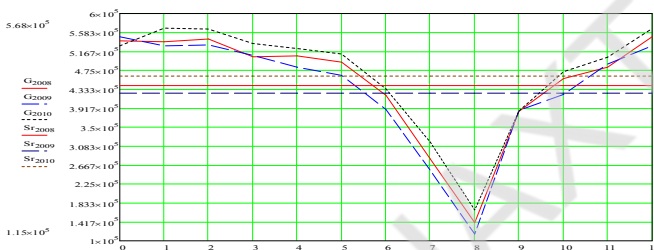


Рис. 1 Данные о поставках нефти по месяцам в 2008-2010 гг.

$G_{2008}$ ,  $G_{2009}$ ,  $G_{2010}$  - количество перевозимой нефти за 2008,2009,2010 в тоннах, соответственно.

Анализ графиков на рис. 1 свидетельствует о существенной неравномерности поставок нефти в течение года. В холодный период перевалка нефти максимальна, что способствует уменьшению из неё потерь легких фракций. Максимальный коэффициент загрузки технологической мощности нефтебазы  $0,693 \div 0,7$  в январе-феврале, а минимальный –  $0,142 \div 0,207$  в августе.

Расчётные потери нефтепродукта от «малых дыханий» одного резервуара за 1сутки *августа* составляют 37,8 кг, а за весь август – 1171 кг, а потери от «малых дыханий» одного резервуара за 1сутки *января* составляют 1,8 кг, а за весь январь – 56 кг. В эксплуатации одновременно находятся четыре резервуара РВС 10000, поэтому потери от «малых дыханий» следует увеличить в четыре раза.

Расчётные потери нефтепродукта из резервуара РВС 10000 от одного «большого дыхания» (при заполнении резервуара) в августе составляют 9800 кг, а в январе 4150 кг. В августе каждый резервуар наполняется ( потери от «большого дыхания») и опорожняется (потери от «обратного выдоха») 5 раз, а в январе – 20 раз (соответственно).

Для уменьшения потерь нами предлагается система конденсационного улавливания паров лёгких фракций жидких углеводородов. Оригинальность системы состоит в применении

эжекционного аппарата для конденсации паров нефтепродуктов на холодных каплях водного раствора хлористого кальция (см. рис. 2).

Преимущества установки в её пожаровзрывобезопасности при эксплуатации. Степень улавливания паров нефтепродуктов зависит от температуры охлажденного рассола. Сконденсированные пары быстро и эффективно разделяются с рассолом в отстойнике–сепараторе и представляют собой товарный продукт.

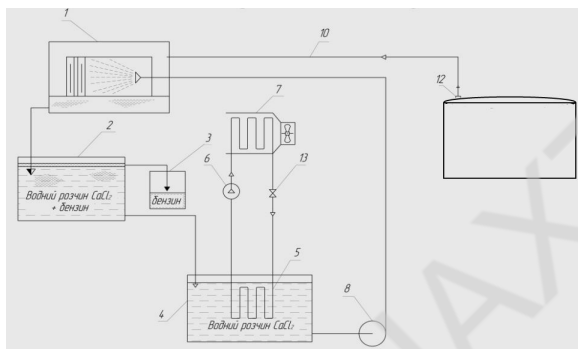


Рис. 2 Схема установки для конденсационного улавливания паров легких фракций

1-газоочиститель-конденсатор; 2-отстойник-сепаратор; 3-сборная емкость для конденсата; 4-охладитель рассола; 5-испаритель; 6-компрессор; 7-конденсатор; 8-насос для рассола; 9-резервуар; 10-паропровод; 12-дыхательный клапан резервуара.

Определены и рекомендованы эффективные параметры работы нефтебазы с установкой улавливания паров лёгких фракций.

### Литература

1. Смоленцев В.М., Евдошенко А.В. Моделирование работы резервуарного парка нефтепровода // Энергоресурсосберегающие технологии в нефтегазовой промышленности России: Материалы международного совещания. Ч.2. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2001. – 178 с.

2. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении/ Абузова Ф.Ф., Броштейн И.С., Новоселов В.Ф. и др.— М.: Недра, 1961. - 248 с.

## СПОСОБ ПОДОГРЕВА ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ

*Андерсон А.Ю. , студент ОГАХ, Кологривов М.М. , доцент ОГАХ,*

Настоящее исследование связано с проблемами транспортировки высоковязкой нефти по магистральным нефтепроводам. Вопрос актуален в первую очередь потому, что запасы маловязкой нефти иссякают и на замену им приходит высоковязкая, высокопарафинистая нефть. Способы транспортировки этих двух видов нефти кардинально отличаются друг от друга.

В данной работе рассматривается новый, ранее не используемый в нефтяной отрасли метод подогрева высоковязкой нефти – подогрев при помощи геотермальных источников энергии.

Трудности в транспортировке высоковязкой нефти состоят в том, что при движении такой нефти в трубопроводе возникают большие потери энергии. Парафинистые нефти опасны тем, что при определенных температурах выпадают кристаллы парафинов, которые уменьшают живое сечение нефтепровода, что увеличивает потери энергии на её транспортировку.

Для предотвращения таких потерь необходимо понижать вязкость, или в случае высокопарафинистой нефти – растворять парафины. Существует множество способов обработки высоковязких и высокопарафинистых нефтей. Это перекачка с разбавителями, гидротранспорт, перекачка термообработанных нефтей, перекачка нефтей с присадками, перекачка предварительно подогретых нефтей (горячая перекачка). Горячая перекачка в свою очередь совершается при помощи подогрева в печах, электроподогревом, подогревом при помощи трубы-спутника или теплового насоса.

Геотермальная энергия – возобновляемый, экологически чистый источник энергии, который можно использовать для подогрева нефти. Существует два вида геотермальной энергии: энергия тепла земных пород – петрогеотермальная энергия и энергия тепла пластовых вод – гидрогеотермальная. Предлагаемая нами система подогрева может использовать оба вида этих энергий.

В случае использования петрогеотермальной энергии требуется проводить гидроразрыв пласта. Процесс гидроразрыва пласта заключается в создании искусственных и расширения имеющихся трещин в породах призабойной зоны скважины воздействием повышенных давлений жидкости, нагнетаемой в скважину. При повышении давления в породах пласта образуются новые или открываются или расширяются имеющиеся трещины. Для предотвращения смыкания трещин в скважину под давлением 1600 атмосфер осуществляют закачку с помощью мощных насосных станций геля, содержащего проппант – искусственный песок (спеченные из

кварцевого песка шарики диаметром 0.8-1.6 мм). С помощью проппанта в полученной трещине формируется своеобразный “клин” (искусственное поровое пространство), через который может двигаться фильтрационный поток.

Аналогичное известное предложение применения тепловых насосов для подогрева нефти существенно отличается от предлагаемого нами способа.

Предлагаемая система подогрева состоит из двух или более скважин ориентировочной глубиной 1 км., одного или двух циркуляционных насосов, рекуперативных теплообменников типа “жидкость-жидкость”, емкостей для сбора и хранения оборотной воды. При создании системы подогрева производится гидроразрыв пласта (при отсутствии пластовых вод), между скважиной для нагнетания холодной воды в пласт и скважиной для забора горячей воды из пласта.

В массиве породы с температурой более 50 °С создаётся насосами фильтрационный водяной поток. Ориентировочная утечка воды при фильтрации через пласт составляет 10% от расхода воды.

В качестве примера рассмотрим нефтепровод диаметром 219 мм.и производительностью 1 млн. тонн нефти в год. Предварительные расчеты показали, что подогрев нефти составит 5 °С. В сравнении, для этих условий подогрев нефти тепловыми насосами составит 1 °С.

Предлагаемый нами метод подогрева с нашей точки зрения является перспективным с технологической точки зрения и экономически целесообразным. Этот метод подогрева является экологически чистым по сравнению с горячей перекачкой. Циркуляционная система работает в независимости от времени года, она не использует первичные энергоресурсы и затраты на её эксплуатацию сравнительно небольшие.

### **Литература**

1. Новоселов В.Ф., Коршак А.А. Трубопроводный транспорт нефти и газа. Перекачка вязких и застывающих нефтей. Специальные методы перекачки: Учебное пособие. – Уфа: Изд. Уфимск.нефт.кн-та. 1988.-108 с.
2. Трубопроводный транспорт нефти и газа: Учеб. Для вузов/ Т77 Р.А.Алиев, В.Д.Белоусов, А.Г.Немудров и др. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.:Недра, 1988. – 368 с.: ил.
3. Захаров К.П. Интенсификация методом селективного ГРП Наука и техника в газовой промышленности, 2010. - №1. С. 68-82.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

*Бабич А., Силецкая С., Цымбал Н., курсанты, ОНМА, Касилов Ю.И., доц.;  
Редунов Г.М., ст.пр. ОНМА*

Электромагнитное загрязнение является спорной темой. Природа облучает нас волнами всех типов, рожденными небом или землей, и принимающими участие в жизни нашей планеты. Из-за трудностей в измерении многие из таких волн все еще остаются для нас неизвестными. Вредны или нет волны, излучаемые нашими электроприборами? Разнообразные исследования показывают, что они могут быть вредными для нашего здоровья. Наше тело состоит из частиц (главным образом воды), которые вращаются под действием электрических токов. Внешнее магнитное поле нарушает эти токи, внося в клетки плохую информацию. Согласно некоторым исследованиям, это загрязнение может вызывать у человека нарушение сна, депрессию, склероз, врожденные аномалии, самопроизвольные выкидыши, опухоли, детскую лейкемию. Факторы химического загрязнения приумножают такую опасность. Другие исследования противоречат первым. Возможно, мы не осознаем полностью этого загрязнения, и это могло бы частично объяснить этот спор. Тем не менее, приняв меры предосторожности, человек мог бы избежать определенных проблем, не впадая при этом в психоз. Весь мир знает о риске использования мобильных телефонов, но мало кто знает, что беспроводный стационарный телефон действует таким же образом. При покупке не мешает спрашивать значение SAR, показывающее интенсивность излучения данного устройства. Самое низкое значение – примерно 30 Вт/кг. В домах электрическое поле всегда присутствует в приборах и электрических кабелях. Нет необходимости в том, чтобы устройство работало, достаточно того, что он включен в розетку, чтобы вокруг него было электрическое поле.

Мы можем легко принять меры для защиты от электрического поля, хотя полная защита невозможна. Исключением может быть лишь тот случай, если мы живем в месте, отдаленном от линий высокого напряжения и ретрансляторов мобильной связи.

Достаточно простого металлического каркаса, в свою очередь присоединенного к отводу заземления возле кабеля или устройства, чтобы электрическое поле уходило в землю. Кроме того, существуют автоматические рубильники, которые отключают электричество, когда мы не нуждаемся в нем, например, ночью, и включают его, как только оно становится необходимым. Защитные экраны, соединенные с землей гарантируют оптимальную защиту от электрического поля. Такие экраны бывают нескольких типов – в ткани, бумаге, пленке, грунтах, красках, и являются довольно простыми в применении.

# MATHEMATICAL SIMULATION OF THE WASTE WATERS FLOW IN THE VERTICAL SETTLERS

*Nagornaya Helen*, Assistant Department of hydraulics  
Prydneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture  
Scientific advisor: **Biliaiev M.M.**, doctor of technical sciences, professor Department of Hydraulics and Water Supply  
Dnepropetrovsk National University of Railway Engineering  
Dnepropetrovsk

In this paper two numerical models to simulate the waste waters flow in the vertical settlers (both the first stage settler and the secondary one) are presented. The *first* model is based on the equations of the inviscid separated flows (2D model) which are used to model the flow field in the settler. This equations include the equation of the vorticity transfer and the equation for flow function (Poisson's equation).

The *second* model is the model of potential flow which is used to obtain the velocity flow field in the settler. In this model the governing equation is the equation for the potential of velocity P

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0, \quad (1)$$

If the meaning of the potential of velocity "P" is obtained then the components of the flow field are calculated as follows  $u = \frac{\partial P}{\partial x}$ ,  $v = \frac{\partial P}{\partial y}$ .

After the velocity flow field calculation the pollutant transfer in the settler is calculated. The governing equation in this case is the equation of the pollutant transport

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial (v - \omega)C}{\partial y} + kC = \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right), \quad (2)$$

where  $C$  is the concentration of the pollutant;  $u$ ,  $v$  are the velocity components;  $\omega$  is the speed of gravity fallout;  $k$  is the parameter taking into account the process of pollutant transformation (agglomeration etc.);  $\mu = (\mu_x, \mu_y)$  are the diffusion coefficients.

To calculate 'k', ' $\omega$ ' parameters the empirical models are used. The meaning of the diffusion coefficients is calculated using recommendations by Prof. A. Ya. Oleynic et al.

Numerical integration of the model equations is carried out using rectangular grid. To form the comprehensive geometrical form of the vertical settler the *markers* method is used. This technique allows to create any geometrical form of the settler.

Before the integration of the equation of the potential flow this equation is written in the following form

$$\frac{\partial P}{\partial \eta} = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2}, \quad (3)$$

where  $\eta$  is the fictive time.

For  $\eta \rightarrow \infty$  the solution of the equation (3) tends to the solution of the equation (1). The implicit scheme of the *conditional approximation* is used to integrate the equation (3). At the first step the of approximation the modeling equation is as follows:

$$\frac{P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - P_{i,j}^n}{\Delta t} = \left[ \frac{-P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + P_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta x^2} \right] + \left[ \frac{-P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + P_{i,j-1}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta y^2} \right]. \quad (4)$$

At the second step the approximation is as follows:

$$\frac{P_{i,j}^{n+1} - P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta t} = \left[ \frac{P_{i+1,j}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1}}{\Delta x^2} \right] + \left[ \frac{P_{i,j+1}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1}}{\Delta y^2} \right]. \quad (5)$$

The unknown meaning of  $P$  is calculated using the explicit formular of the ‘running calculation’. In allows to create the effective algorithm of calculation at each step of splitting in the computational region having comprehensive geometrical form. To solve the equation of the pollutant transport the implicit change–triangle difference scheme is used. In this scheme the unknown meaning of the parameter which is calculated is also obtained using the explicit formular.

The results of the numerical experiments are presented. These results include the numerical simulation of the vertical settlers having different geometrical forms.

## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГЕНТІВ

*Бовт В.В., студент, Синьгубенко Л.М., викладач, Абрамова Л.М., викладач  
Коледж переробної та харчової промисловості ХНТУСГ, Харків*

Вплив людини на навколишнє середовище постійно зростає і може досягнути такого рівня, коли ми зруйнуємо планету, повністю змінивши кліматичні умови на її поверхні. Далеко не завжди вдається вчасно передбачити вплив на біосферу тієї або іншої сполуки. Використання речовин, які довгий час вважалися абсолютно нешкідливими для довкілля, насправді є надто небезпечним явищем.

У випадку з фреоном всі хімічні реакції, що описують процес його руйнування озону прості і давно відомі. Раніше фреони розглядалися як ідеальні для практичного застосування хімічні речовини, оскільки вони дуже стабільні й неактивні, а відповідно, не токсичні. Фреони є інертними, і саме інертність цих сполук робить їх небезпечними для атмосферного озону. На сьогодні, синтетичні холодильні агенти використовуються в системах охолодження по всьому світу. Їх парниковий ефект в 3000-6000 разів вищий, ніж, наприклад, у  $\text{CO}_2$ , що є істотним внеском в глобальне потепління на планеті. Виникає необхідність переходу холодильної галузі на альтернативні (природні) холодоагенти, що чинять менший вплив на довкілля. Такими речовинами можуть бути аміак, пропан, діоксид вуглецю або вода, які мають свої переваги і недоліки. Однак через токсичність і вибухонебезпечність аміак не вважається беззаперечною альтернативою, а вуглеводні системи і легкозаймисті, і значно дорожчі, одже, транскритичні системи  $\text{CO}_2$  - єдиний варіант використання на всіх об'єктах харчової галузі.

Чому саме  $\text{CO}_2$  ми пропонуємо в якості альтернативи аміакові та фреонові, які є основними холодильними агентами в Україні?

Опоненти стверджують, що  $\text{CO}_2$  - небезпечний холодильний агент, а системи з ним неефективні, складні в обслуговуванні та в 4 рази дорожчі за аналоги; діоксид може бути застосований тільки в дуже холодному кліматі та створює в системі надмірно високий тиск; до них важко знайти потрібні комплектуючі.

На зауваження скептиків наводимо аргументи на користь впровадження даних систем. Так, R-744 ( $\text{CO}_2$ ) класифікується як безпечний холодильний агент категорії A<sub>1</sub> і доводить, що він не токсичний і не самозаймистий.  $\text{CO}_2$  системи мають таку ж або кращу ефективність використання у порівнянні з традиційними системами, наприклад з R410a. Його впровадження за розрахунками економічно вигідне у порівнянні з альтернативними фреоном і аміаком. В більшості частин комплексу тиск не вищий, ніж в стандартних системах охолодження. Комплектуючі для діоксиду в достатній кількості представлені на ринку продажу. Система

підготовки висококваліфікованого персоналу для роботи з системами на CO<sub>2</sub> розроблена в ряді країн світу, в тому числі на Україні.

Слід взяти до уваги, що R-744 (CO<sub>2</sub>) в порівнянні з іншими холодильними агентами має більш сприятливі термофізичні властивості. Вуглекислий газ має гарні показники ефективності для низьких та середніх температур, дуже велику холодопродуктивність та високий рівень тиску. CO<sub>2</sub> є побічним продуктом в багатьох галузях промисловості, тому замість того щоб просто викидати його в атмосферу, можна ефективно використовувати в системі охолодження.

У Європі близько 8% супермаркетів вже повністю або частково замінили фреони на CO<sub>2</sub>. Прикладом у цій справі є Данія. Там всі нові і відновлені системи охолодження супермаркетів використовують CO<sub>2</sub>, завдяки законодавству країни, яке забороняє розробку систем, заповнених більш ніж на 10 кілограмів фреонами. Таким чином, негативний вплив на атмосферу при застосуванні таких систем охолодження, як правило, знижується на 30%.

**Нами** була спроектована холодильна установка, що працює на CO<sub>2</sub> та проведені дослідження її роботи. Мета проекту полягала у розробці розрахунку системи, що працює на природному холодильному агенті і доведенні доцільність її використання для охолодження продуктів в сучасних холодильниках.

Завдяки сприятливим для навколишнього середовища характеристикам, низькій токсичності і привабливим фізико-хімічним властивостям, CO<sub>2</sub> є ідеальним холодоагентом для майбутнього. Системи охолодження на основі CO<sub>2</sub> не тільки конкурентоспроможні, економічно вигідні, а й екологічно безпечніші в порівнянні з традиційними. У перспективі діоксид вуглецю може бути використаний в якості холодильного агенту в різних галузях народного господарства і внести значний вклад в розвиток холодильної техніки України.

### Література

1. Тимочко Т.В. Діяльність всеукраїнської екологічної ліги в контексті формування державної екологічної політики // Журнал «Екологічний вісник». – 2005, №6;
2. Мартинюк Б.М. Озонова діра.// Газ. «Експрес». – 2007.
3. Joh. Vaillant. Remscheid: Werksunterlagen. 2011.

## РОЛЬ ЛПВП В ПЕРЕНОСЕ ОКИСЛЕННЫХ ЛИПИДОВ В ОБРАТНОМ ТРАНСПОРТЕ ХОЛЕСТЕРИНА

*Будник М.В., студентка. ОГАХ, Щекатолкина С.А., доцент ОГАХ*

Установлено, что в настоящее время загрязнения окружающей среды достигли такого уровня, что стали серьезным фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний и некоторых заболеваний центральной нервной системы.

В настоящей работе рассматриваются последствия окислительных процессов в ЛПНП, являющиеся непосредственной причиной развития бляшек на стенках артерий. Атеросклероз – это хроническое системное заболевание, связанное с поражением крупных и средних артерий мышечного типа. Усилиями многочисленных научных лабораторий собрано достаточное количество данных для разработки различных моделей, которые дают возможность прогнозировать развитие атеросклероза и изучать его особенности.

На кафедре ИТФ нашего института в течение 15 лет ведутся работы в этом направлении. Разработаны различные модели, описывающие как сам окислительный стресс в сосудистой стенке, так и развитие бляшки в просвет сосуда и внутрь сосудистой стенки. В своей дипломной работе решается задача о роли взаимодействия между липопротеинами высокой и низкой плотности в обратном транспорте холестерина. До сих пор в литературе эта задача решалась только на уровне учета обмена неокисленными эфирами холестерина(СЕ) и триглицеридами(TG). В данной дипломной работе сделана попытка учесть окисление ЛПНП в плазме крови под действием радикалов кислорода, сопровождающееся образованием гидропероксидов липидов. Следующим шагом в нашей модели является захват окисленных липидов липопротеинами высокой плотности и последующий унос их в печень.

С целью решения этой задачи в дипломной работе была составлена система уравнений, описывающая обмен СЕ и TG между ЛПНП и ЛПВП, а также обмен окисленными СЕ и TG, который совершается на 2-3 порядка быстрее, чем обмен неокисленными липидами. Использована челночная модель, взятая из[1].

Связывание СЕТР с частицей ЛП моделируется кинетическим уравнением:



где  $LP_J^f$  – несвязанный ЛП вида J,  $CETP^f$  – несвязанный СЕТР, а  $LP_JC$  – комплекс, образованный при связывании  $LP_J^f$  и  $CETP^f$ . Кинетика ассоциации и диссоциации описывается следующими уравнениями:

$$d [LP_J^f]/dt = - k_{on}[LP_J^f][CETP^f] + k_{on}[LP_JC],$$

$$d[\text{СЕТР}^f]/dt = \sum -k_{\text{on}}[\text{LP}_j^f][\text{СЕТР}^f] + k_{\text{on}}[\text{LP}_j\text{C}],$$

$$d[\text{LP}_j\text{C}]/dt = k_{\text{on}}[\text{LP}_j^f][\text{СЕТР}^f] - k_{\text{on}}[\text{LP}_j\text{C}].$$

для  $j=1, \dots, n$ , где  $n$  – число отдельных видов ЛП.

Когда частицы ЛП связываются или отделяются от СЕТР. Их липидное содержимое становится доступным или недоступным для обмена с СЕТР. Кинетика TG и CE в несвязанных ЛП  $\text{LP}_j^f$  задается в виде:

$$d[\text{CE}_{\text{LP}_j^f}]/dt = -k_{\text{on}}[\text{CE}_{\text{LP}_j^f}][\text{СЕТР}^f] + k_{\text{off}}[\text{CE}_{\text{LP}_j\text{C}}],$$

$$d[\text{TG}_{\text{LP}_j^f}]/dt = -k_{\text{on}}[\text{TG}_{\text{LP}_j^f}][\text{СЕТР}^f] + k_{\text{off}}[\text{CE}_{\text{LP}_j\text{C}}],$$

$$d[\text{CE}^*_{\text{LP}_j^f}]/dt = -k_{\text{on}}[\text{CE}^*_{\text{LP}_j^f}][\text{СЕТР}^f] + k_{\text{off}}[\text{CE}^*_{\text{LP}_j\text{C}}],$$

$$d[\text{TG}^*_{\text{LP}_j^f}]/dt = -k_{\text{on}}[\text{TG}^*_{\text{LP}_j^f}][\text{СЕТР}^f] + k_{\text{off}}[\text{CE}^*_{\text{LP}_j\text{C}}],$$

для  $j=1, \dots, n$ .

Здесь  $\text{CE}^*$  и  $\text{TG}^*$  – окисленные липиды LOOH и LOH.

Скорость связывания ЛП и СЕТР  $k_{\text{on}}$  принята равной  $10 \text{ uM}^{-1}\text{min}^{-1}$ , скорость диссоциации ЛП и СЕТР  $k_{\text{off}}$  принята равной  $2.2 \text{ min}^{-1}$ , скорость переноса липида  $k_{\text{tr}}$  принята равной  $1 \cdot 10^{-13} \text{ min}^{-1}$ , скорость переноса окисленных липидов  $k_{\text{tr}}^*$  равна  $1 \cdot 10^{-10} \text{ min}^{-1}$ .

В модель введена также система уравнений, описывающая окисление ЛПНП радикалами кислорода с учетом действия основных антиоксидантов-защитников ЛПНП от перекисного окисления.

$$\frac{dL_0}{dt} = -k_2KL_0$$

$$\frac{dL_{\text{ок}}}{dt} = +k_{20}RL_0$$

Составлена программа расчета обмена окисленными и неокисленными жирами между ЛПНП и ЛПВП в рамках челночной модели.

Подготовлены исходные данные для расчета обмена липидами в трех случаях: 1. В нормальном организме со средним содержанием CE и TG, средним содержанием белков-переносчиков холестерина (СЕТР); 2. В организме с гиперхолестеринемией (повышенное содержание CE и TG и повышенное содержание СЕТР); 3. В организме с пониженным содержанием липидов при нормальном, повышенном и пониженном содержании СЕТР.

Проведена большая работа по подготовке исходных данных для учета процессов окисления липидов в ЛПНП под действием радикалов кислорода, а также по учету влияния молекул ксенобиотиков, способствующих возникновению радикалов кислорода.

Разработанная модель и программа могут быть использованы для изучения обратного транспорта холестерина и окисленных липидов по модели челночного типа с учетом действия белка-переносчика эфиров холестерина.

## Литература

1. L.K.Potter, D.L.Specher, M.C.Walker, F.L.Tobin. Mechanisln of inhibition defines CETR activity: a mathematical modom for CETR in vitro. J.Lipid Research, v.50, 2009, pp. 2222-2234.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНДЕНСАЦИОННОГО УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

*Бузовский В.П., аспирант ОГАХ, Кологривов М.М., доцент ОГАХ*

Рассматривается метод расчёта эффективности для противоточных контактных аппаратов, предназначенных для конденсации насыщенных паров из парогазовых смесей при помощи холодных жидкостей. Такие конденсаторы перспективно применять для улавливания лёгких фракций нефтепродуктов при их перевалке. Метод конденсационного улавливания характеризуется высокой пожаро-взрывобезопасностью.

В аналогичных, широко известных контактных аппаратах – градирнях осуществляется противоположный процесс испарительного охлаждения воды в воздух. Метод расчёта эффективности работы градирен аналогичен предлагаемому.

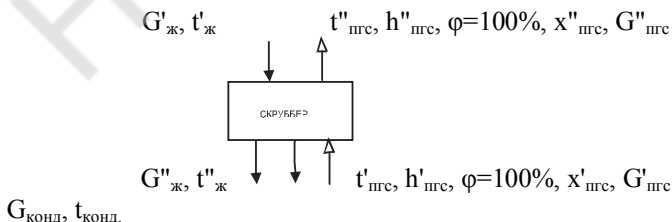
Для оценки эффективности процесса конденсации паров могут быть применены разные критерии. Нами предлагается приближённая, но достаточно точная для оценки эффективности работы промышленного скруббера, формула

$$E = (t'_{\text{пгс}} - t''_{\text{пгс}}) / (t'_{\text{пгс}} - t'_{\text{ж}})$$

где  $t'_{\text{пгс}}$ ,  $t''_{\text{пгс}}$  – температуры насыщенной парами парогазовой смеси на входе и выходе из аппарата, соответственно;

$t'_{\text{ж}}$  – температура холодной жидкости на входе в скруббер.

Для удобного понимания на рисунке показана условная схема движения потоков в аппарате



Приближённость формулы обусловлена кривизной линии насыщения потока парами и допущением отсутствия влияния изменения температур и давлений потоков на теплофизические свойства смеси. Более точный критерий эффективности будет представлять отношение фактического

количества теплоты, переданного контактной поверхностью, к количеству теплоты, которое было бы передано в идеальном противоточном аппарате с бесконечно большой поверхностью теплообмена.

Влияние исходных температур и расходов потоков на эффективность работы контактного конденсатора описывается формулой

$$E = 0,92 (1 - \kappa \cdot e^{-\lambda})$$

где  $\lambda = (G'_{\text{ж}} / G'_{\text{пгс}}) / (G'_{\text{ж}} / G'_{\text{пгс}})_{\text{min}}$  – характеристическое число;

$G'_{\text{ж}}$ ,  $G'_{\text{пгс}}$  – массовые расходы жидкости и парогазовой смеси на входе в скруббер

Отношение  $(G'_{\text{ж}} / G'_{\text{пгс}})_{\text{min}}$  характеризует работу идеального аппарата. Его называют относительным минимальным расходом жидкости, поскольку при меньших расходах не может быть достигнуто равенство  $t'_{\text{ж}} = t''_{\text{пгс}}$  даже при бесконечно большой поверхности контакта фаз, и рассчитывают по формуле

$$(G'_{\text{ж}} / G'_{\text{пгс}})_{\text{min}} = [h'_{\text{пгс}} - h'_{\text{гж}} - c_{\text{ж}} \cdot t'_{\text{пгс}} (x'_{\text{пгс}} - x'_{\text{гж}})] / [c_{\text{ж}} \cdot (t'_{\text{пгс}} - t'_{\text{ж}})]$$

$h'_{\text{пгс}}$ ,  $h'_{\text{гж}}$  – удельные энтальпии парогазового потока на входе в скруббер и при температуре жидкости на входе, соответственно;

$c_{\text{ж}}$  – удельная теплоёмкость жидкости;

$x'_{\text{пгс}}$ ,  $x'_{\text{гж}}$  – влагосодержание парогазового потока на входе в скруббер и при температуре жидкости на входе, соответственно.

Значение множителя « $\kappa$ » в формуле характеризует конструкцию скруббера и определяется по экспериментальным данным.

Значение коэффициента «0,92» в формуле экспериментально определено [1]. Это предел, к которому стремиться значение эффективности «E» независимо от конструкции промышленного аппарата при значениях характеристического числа « $\lambda$ » больше десяти.

Пересчёт характеристики «E» аппарата при известном значении « $\kappa$ » производится в зависимости от заданных расходов потоков и их температур.

### Литература

1. Кологривов М.М. Гидродинамика и теплообмен в аппаратах с подвижной насадкой при испарительном охлаждении воды: автореф. дис....канд.техн.наук. - Одесса: ОТИХП, 1988.–16с.

## РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АБСОРБЦИОННЫМ ХОЛОДИЛЬНИКОМ (постановка задачи и проблема)

*Быкова А., Нужный Н., Лобань В., курсанты, ОНМА, Каштаков Ю.И.,;  
Редунов Г.М., ст.пр. ОНМА*

Данная работа является попыткой решения данной проблемы и позволит решить проблемы экологии и оптимизации управления абсорбционного холодильника (АХ). В современное время необходимо также разрешать и учитывать оптимизированную модель решения проблем связанных выбросом горячего пара в атмосферу, обеспечивая существенные потери тепла и энергии.

Таблица 1. Стандартная форма постановки проблемы

Элемент	Описание
Проблема охлаждения горячего пара	Процесс охлаждения сопровождается высоким уровнем различных потерь
Воздействует на проблему экологии	Влияет на окружающую среду или человечество
Результирующим является ПП	Процесс сопровождается оптимизацией данных и моделирование реальной модели ЖЦ системы
Выигрышем является понижение температуры выброса горячего пара в окружающую среду	Значительное уменьшение температуры ведет к решению общеэкологической проблемы, за счет применения охлаждения в АХ

Максимальное понижение температуры выброса горячего пара в окружающую среду как факта сопровождается к возникновению причин проблем, стоящие за решением вопроса оптимизации управления абсорбционным холодильником. Основные проблемы оптимизации: выбор оптимального метода, решение задач реализации и сбора информации, а также и её классификации, обработки и применения в соответствии с проблематикой решения. Сопровождающие решение энерго- и материалозатраты, сложность в обеспечении безопасного результата, износоустойчивость оборудования, опасность соединения выбросов пара и их соединения с выделениями воды в процессе жизнедеятельности холодильной установки. Ниже перечислены ограничения, а также их источники, которые так или иначе сопровождают данную проблему оптимизации в холодильной установке. Решение данной проблемы позволяет сделать процесс работы абсорбционного агрегата наиболее оптимальным, а также устойчивым к внешним показателям или факторам внешней среды. Экологические вопросы, связанные с выбросом жидкого пара делает данную работу актуальной и необходимой современному обществу.

Таблица 2. Ограничения уменьшают степень свободы, которыми мы располагаем при предложении решения.

Источник	Ограничения
Экономические	Существуют финансовые или бюджетные ограничения по стоимости оборудования установки и энергозатрат, а также вопросы лицензирования данной технологии. Уменьшается себестоимость продукции и цена на производимый продукт.
Политические	Внешние и внутренние политические вопросы, влияющие на потенциальные решения, существуют, так как данная технология, востребованная, и имеет ряд преимуществ, при реализации на производствах.
Технические	Слишком дорогостоящая технология может и не быть задействованная, поэтому от выбранного метода или оборудования зависит работоспособность на различных платформах или технологий. Запрет использования любых новых технологий может стать серьезной помехой при внедрении нового. При использовании данной установки используются покупаемые пакеты ПО.
Системные	Решение на охлаждение горячего пара выброса в атмосферу будет создаваться для наших существующих систем, следовательно, необходимо обеспечить совместимость с существующими решениями. При этом должна поддерживаться оперативная система Windows, Vista.
Эксплуатационные	Существуют также ограничения информационной среды – конфиденциальные и др. или правовые ограничения, юридические и требования безопасности, а также стандартами ISO.
График и ресурсы	Соответствующий график определен, ограничены энергоресурсами, тепловыми нагрузками и затратами трудовых ресурсов, вследствие чего можно привлекать работников со стороны, уменьшить штат производства.

Решение проблемы оптимизации сопровождается моделированием математической модели, применяемой к обработки входных данных или показателей состояния холодильного агрегата, формирование сложной динамической имитационной модели, анализ тепловой нагрузки холодильного агрегата, вычисление параметров холодопроизводительности, выбор оптимального метода и преобразование оптимума в режимах холодильного агрегата, а получение графиков переходных процессов.

## **НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ И СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ**

*Велитченко Е.В., студентка ОГАХ, Якуб Л. Н., доцент ОГАХ*

Угольная отрасль является самой проблемной в промышленности Украины. Функционирование предприятий угольной промышленности оказывает определённое отрицательное влияние на природную сбалансированность окружающей среды. Ежегодно из угольных шахт и разрезов одновременно с добычей угля откачивается около 2 млрд м куб подземных вод, большая часть которых в процессе производства загрязняется. Откачка воды из горных выработок шахтных полей приводит к истощению запасов подземных вод.

Миллионы кубических метров пустых пород складывается ежегодно во внешние отвалы, которые зачастую располагаются вблизи шахт на пригодных для сельскохозяйственного производства землях. Вследствие длительной эксплуатации породных отвалов они самовозгораются, выделяя вредные газы  $CO$ ,  $SO_x$ , выбрасываемые в окружающую атмосферу.

При переработке угля и его обогащении мельчайшие частицы угольной и породной пыли вместе с водой в виде пульпы выбрасываются в балки, овраги, а оттуда в реки заиливая их. Одним из наиболее распространённых загрязнителей окружающей среды в угольной промышленности является попутно добываемая горная порода. Многие находящиеся в стадии самотушения горные отвалы горят на протяжении длительного периода (10-15 лет), выделяя большое количество вредных газов, особенно при повышенной влажности воздуха. Исследования отвальной массы показали, что в ней содержится от 5 до 20% угля. Помимо этого в отвалы поступают углистые породы, дерево и другие горючие материалы, вследствие чего общее содержание горючих веществ в отвальной массе доходит до 30-40%.

Отрицательное воздействие на окружающую отвалы территорию оказывает смываемая и сдуваемая с них ветрами пыль. При отсыпке конических породных отвалов большого объёма возникает потенциальная опасность их взрыва или оползня.

И в то же время уголь — единственный вид топливного сырья, запасов которого в недрах Украины достаточно для полного удовлетворения потребностей всех секторов экономики. Именно с добычей угля связывается энергетическая безопасность страны. Поэтому необходимо создать новый подход к этой отрасли, используя новые возможности, разработки и инвестиции.

В работе рассматриваются проблемы газификации твердого топлива и получения генераторного газа двумя методами: газификация надземным и

подземным способами. В работе обсуждаются экологические проблемы наземной и подземной газификации твердых углей.

В первом случае рассматривается метод паровоздушной газификации угля в неподвижном (стационарном) слое, позволяющий применять угли почти всех марок. Применяя паровоздушную газификацию угля, можно удешевить получение генераторного газа, причем процесс идет при атмосферном давлении.

Изучение процесса паровоздушной газификации низкосортного угля проводили на лабораторной установке периодического действия с газогенератором стационарного типа. В работе исследовано влияние скорости подачи окислителей на степень конверсии угля в условиях данной лабораторной установки. В качестве входных переменных использовали расход воздуха и расход пара.

Выполненная серия экспериментов позволила выбрать оптимальный расход показателей газифицирующих агентов. При увеличении расхода воздуха теплота сгорания получаемого газа уменьшается, хотя выход его достаточно высокий. В составе газа наблюдается более высокое содержание азота, диоксида углерода, остаточного кислорода.

Таким образом, при недостатке окислителей наблюдается низкая степень конверсии угля, а излишек компонентов дутья ведет к получению большего количества газа, но низкокалорийного.

Вторым способом газификации, рассмотренным в работе, является подземная газификация на паро-кислородном дутье. По характеру протекающих явлений процесс поточной подземной газификации угля в целике имеет некоторое сходство с процессом надземной газификации угля в обычных газогенераторах. Это определяется и обуславливается тем, что химические свойства угля не зависят от того, находится ли он в состоянии разрыхлённых кусков или представляет собой нетронутый целик.

Актуальным вопросом, обсуждаемым в работе, является проблема доступного кислорода. Производство всех видов синтетического и высококалорийного газа методом подземной газификации (для синтеза аммиака и технологического топлива повышенной калорийности и т.п.) базируется на кислороде или воздухе, обогащённом кислородом. Между тем, при современных методах получения кислорода, он весьма дорог и оказывает сильное влияние на экономичность процесса подземной газификации.

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ СЕРИИ R400

*Волчок В.А., зав. лабораторией, ОНАПТ*

Для создания термодинамической модели альтернативных хладагентов серии R400, необходимо наличие достоверных данных о термодинамических свойствах (ТДС) бинарных смесей, в состав которых входят хладагенты R22, R125, R124, R152a и R142b. Экспериментальная информация о ТДС некоторых бинарных смесей либо противоречива, либо представлена в узком диапазоне температур, либо совсем отсутствует.

Цель настоящей работы заключается в экспериментальном изучении плотности жидкости в однофазной области и давления кипения бинарных смесей R125/R22, R22/R142b, R22/R152a, R22/R124, R124/R142b и R152a/R124, а также тройной смеси R22/R152a/R124 (R401A), моделировании ТДС смесей уравнениями состояния и составлении таблиц ТДС хладагентов серии R400.

Проведенный анализ опубликованных данных о ТДС бинарных смесей показывает, что наибольшее число работ посвящено свойствам смеси R22/R142b. В то же время, для смесей R22/R124 и R124/R142bp-v-T – данные отсутствуют вообще, а данные на кривой насыщения весьма малочисленны и разноречивы.

В экспериментальной части работы был использован метод пьезометра постоянного объема, отличающийся высокой надежностью, точностью и достаточной простотой в реализации. Был проведен комплекс работ по экспериментальному изучению плотности жидкости в однофазной области и давления кипения, указанных выше бинарных смесей, а также хладагента R401A.

Температура измерялась платиновым термометром сопротивления типа ПТС-10 с использованием цифрового вольтметра типа Щ-31 класса 0.16. Погрешность измерения температуры не превышала  $\pm 0.02$  К.

Давление измерялось независимо двумя тензопреобразователями давления типа “Setra-204” и “Сапфир-22ДИ”, грузопоршневыми манометрами МП-60 и МП-600 класса 0.05. Погрешность измерения давления не превышала  $\pm 10$  кПа.

Исходные хладагенты были синтезированы фирмой “Solvay” и, согласно сертификату, содержали не менее 99.9 % основного компонента. Смеси хладагентов составлялись гравиметрическим методом с использованием весов ВЛА-200 и ВЛТ-1. Погрешность измерения массы не превышала  $\pm 0.01\%$ . Количество смеси и ее мольный состав рассчитывались по массам компонентов с погрешностью 0.0001 мол.доли.

Перед началом опытов была проведена калибровка измерительной ячейки и определен её объём при н.у. Ячейку последовательно заполняли

высококипящим и низкокипящим компонентом. При достижении системой состояния равновесия измерялись температура и давление опыта. Проведено сравнение экспериментальных данных с результатами расчета по широко применяемым уравнениям состояния: кубическому уравнению Пенга-Робинсона (ПР) с оригинальными правилами комбинирования индивидуальных параметров, уравнению состояния Ли-Кеслера (ЛК) и фундаментальному уравнению состояния в терминах свободной энергии Гельмгольца (СЭГ). Совместная обработка полученных экспериментальных данных по плотности жидкой фазы и давлению кипения сводилась к поиску оптимальных значений «перекрестных» констант указанных выше уравнений состояния. Отклонения экспериментальных данных от расчетов по уравнению ПР составляют: по плотности смеси в жидкой фазе 1 – 4 %, а по давлению максимальное отклонение 9.5 %. При описании ТДС бинарных смесей уравнение СЭГ немного уступает уравнению ЛК, однако точнее воспроизводит ТДС трехкомпонентной системы. Среднеквадратичные погрешности при описании давления кипения и плотности жидкого хладагента R401A составляют: по уравнению ЛК 0.81% и 0.46%, а по уравнению СЭГ 0.74% и 0.24%, соответственно. Моделирование ТДС смесей в базе данных REFPROP построено на применении правил смешения СЭГ компонентов смеси. При этом подгоночный параметр  $k_{T0}$  особенно чувствителен к данным о давлении кипения бинарных смесей, а параметр  $k_V$  ассоциируется с изменениями объема при смешении. Тройные и смеси с большим числом компонентов моделируются на основе этих значений параметров  $k_{Ti}$   $k_{Vi}$ . Скорректированные по экспериментальным данным для бинарных смесей хладагентов значения коэффициентов  $k_{Ti}$   $k_{Vi}$  значительно повышают точность описания фазового равновесия и  $p$ - $v$ - $T$  – зависимости бинарных смесей хладагентов моделью СЭГ, что дает возможность на их основе рассчитывать ТДС многокомпонентных смесей хладагентов серии R400.

Принятие для расчетов модели описания ТДС хладагентов, основанная на правиле комбинирования констант уравнения состояния, даёт возможность расчета ТДС смесей хладагентов на основе данных о бинарных смесях, входящих в их состав.

#### Выводы.

Проведен обзор опубликованных данных о термодинамических свойствах бинарных смесей хладагентов, входящих в состав многокомпонентных хладагентов серии R400. Идентифицированы наиболее надежные результаты, на основе которых разработана обобщенная методика расчета и прогнозирования термодинамических свойств смесей хладагентов. Составлены таблицы ТДС 14 хладагентов серии R400.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УТИЛИЗАЦИОННЫХ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ УСТАНОВОК НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ

*Герасимчук М. В., студент ОГАХ, Кологривов М. М., доцент ОГАХ*

Доклад посвящен проблеме энергосбережения в газотранспортной отрасли. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является проблема рекуперации энергии избыточного давления природного газа на узлах редуцирования [1].

По магистральным трубопроводам Украины газ транспортируется с давлением до 7,5 МПа. На газораспределительных станциях (ГРС) давление газа уменьшается до 0,3÷1,2 МПа. Снижение давления газа обычно производится в дросселирующих устройствах различных типов. При этом энергия избыточного давления газа расходуется на преодоление гидравлических сопротивлений и безвозвратно теряется, т. е. по существу является «бросовой». Если учесть существующие расходы дросселируемого природного газа, то суммарные потери энергии составляют многие десятки миллиардов киловатт-часов в год.

На ГРС следует устанавливать установки – турбодетандеры с электрогенераторами для утилизации избыточного давления газа с целью выработки электрической энергии.

На примере работы ГРС «Одесса-1» рассмотрим возможность использования утилизационного турбодетандера. В течение 2011 г. проводился мониторинг основных параметров работы ГРС “Одесса-1” с целью определения возможных эффективных параметров работы утилизационной турбодетандерной установки.

Анализ результатов показывает существенное изменение расхода

газа  
ГРС в

через

Месяцы	Давление на входе, МПа	Суточный расход, млн. нм <sup>3</sup>
Январь	3,1	2,9
Февраль	2,55	2,75
Март	2,6	2,1
Апрель	3,1	1,7
Май	3,1	1,2
Июнь	3,8	0,8
Июль	3,6	0,6
Август	3,85	0,7
Сентябрь	3,8	1,7
Октябрь	2,4	2,0
Ноябрь	3,4	2,5
Декабрь	3,1	2,85

течение года. Аналогичное существенное изменение расхода происходит и в течение суток.

Для ГРС «Одесса-1» в ОАО «Турбогаз» изготовлен турбодетандер мощностью 4,0 МВт типа УТДУ-4000 [2]. При работе на переменных расходах и давлениях газа турбодетандер имеет переменное число оборотов и соответственно вращает электрогенератор с переменным числом оборотов. Для более стабильной работы установки переменную часть расхода газа пропускают через регулятор давления.

В докладе рассматривается электрическая схема, которая позволяет утилизировать турбодетандером всю энергию избыточного давления газа при переменных числах его оборотов. При этом во внешнюю электросеть выдаются заданные постоянные параметры. Проектная мощность УТДУ-4000 будет использована максимально.

Расширение газа в турбодетандере, при совершении им работы, сопровождается понижением температуры газа на десятки градусов. Существующий проект предполагает установку на ГРС «Одесса-1» дополнительного газоподогревателя. В этом устройстве сжигают небольшой расход газа, а продуктами сгорания подогревают до 35 °С основной поток газа.

Нами предлагается использовать полученный «бросовый» холод для круглогодичной работы ледового катка. Схема его холодноснабжения включает теплообменники, насос, соединительные трубопроводы с запорно-регулирующей арматурой, емкости для слива и хранения рассола или другого холодоносителя. Предварительные расчёты показали, что в летний период холодопроизводительность установки при температуре рассола минус 15 °С составит 230 кВт, а в зимний до 1200 кВт.

Данный проект утилизационной турбодетандерной установки с выработкой электроэнергии и дополнительной утилизацией холода следует признать экологически чистым.

### Литература

1. Язык А.В. Утилизация потенциальной энергии газа на газораспределительных станциях в детандерных установках // Обзор. инф. Сер. Использование газа в народном хозяйстве. – ВНИИЭГазпром, 1988. – Вып. 4.
2. Марченко Е.М., Мальханов О.В. Энергосберегающие турбодетандерные агрегаты для производства электроэнергии на ГРС и ГРП.// Надежность и безопасность энергетики, 2009. - № 6.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ ОКИСЛОВ МЕТАЛЛОВ НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ЖИДКОСТЕЙ

*Грушко В.О., аспирант, ОГАХ*

В настоящее время включение наночастиц в состав рабочего тела компрессорной системы начинает рассматриваться как один из перспективных методов повышения показателей эффективности холодильной техники. Наиболее часто наночастицы добавляют в компрессорные масла, которые в свою очередь являются необходимым компонентом реального рабочего тела (РРТ) в холодильном оборудовании. При этом повышение показателей энергетической эффективности холодильного оборудования достигается как за счет изменения теплофизических свойств реального рабочего тела (раствора хладагент/масло (РХМ)), так и уменьшения трения в сопрягаемых деталях компрессорной системы и интенсификации теплообменных процессов в испарителе. Вместе с тем, информации о влиянии наночастиц на теплопроводность в литературе приведено мало, в связи сложностью получения устойчивых во времени нанофлюидов, в частности наномасел.

В связи с этим, целью настоящей работы явилось экспериментальное исследование влияния наночастиц  $Al_2O_3$  на теплопроводность изопропилового спирта как возможного компонента рабочего тела холодильной машины, позволяющего улучшать совместимость НФС-хладонов с компрессорными холодильными маслами. Работа экспериментальной установки была проверена в контрольных опытах по толуолу и чистому изопропиловому спирту. Полученные нами экспериментальные данные отличались от стандартных справочных данных не более чем на  $1 \div 1,5\%$ , что соответствует расчетной погрешности. Теплопроводность чистого, а также с добавкой наночастиц  $Al_2O_3$  (размером 50 нм) изопропилового спирта измерялась двумя независимыми методами, реализующие стационарный и нестационарный метод нагретой нити. Измерительные ячейки помещались в проточный теплообменник подсоединенный к жидкостному термостату, что обеспечивало поддержание температуры в пределах  $\pm 0,02K$ . Все измерения теплопроводности проводились в диапазоне температур  $10 \div 70^\circ C$ .

Экспериментально было измерена теплопроводность изопропилового спирта с добавкой наночастиц  $Al_2O_3$  с массовой концентрацией 5% и 11%. Добавка наночастиц привело к увеличению теплопроводности изопропилового спирта в среднем на 4,8% и 10,8%, соответственно. Подробное описание экспериментальных установок, методики измерений, а также результатов измерений обсуждается в докладе.

## ОЦІНКА ЗБИТКІВ, ЗАПОДІЯНИХ ДЕРЖАВІ ПРИ ПОРУШЕННІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗАКОНОДАВСТВА

*Данилко Н.М., ОДАХ*

Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів є конституційним обов'язком кожного громадянина.

Порушення законодавства України про охорону навколишнього природного середовища тягне за собою встановлену Законом України “Про охорону навколишнього природного середовища” та іншим законодавством України відповідальність. Фізична або юридична особа, яка визнається винною у неналежному природокористуванні або завданні шкоди оточуючому середовищу, підлягає дисциплінарній, адміністративній або кримінальній відповідальності.

Застосування заходів дисциплінарної, адміністративної або кримінальної відповідальності не звільняє винних від компенсації шкоди, заподіяної забрудненням навколишнього природного середовища та погіршенням якості природних ресурсів. Шкода, заподіяна внаслідок порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища, підлягає компенсації, як правило, в повному обсязі без застосування норм зниження розміру стягнення та незалежно від збору за забруднення навколишнього природного середовища та погіршення якості природних ресурсів. На даний момент шкода, що наноситься довіклію, розраховується на основі нормативно-правових актів, а саме постанов Кабінету Міністрів України і наказів Міністерства охорони навколишнього природного середовища України. Сюди можна віднести наступні документи: “Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря”, “Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, завданих державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів”, “Про затвердження методики визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства”, Постанови Кабінету Міністрів України “Про затвердження Методики обчислення розміру збитків від забруднення нафтою” та “Про затвердження Методики визначення розміру шкоди, заподіяної внаслідок самовільного зайняття земельних ділянок, використання земельних ділянок не за цільовим призначенням, зняття ґрунтового покриву без спеціального дозволу” тощо. Проте жодна існуюча методика не враховує комплексної оцінки впливу на стан навколишнього природного середовища та на природні ресурси. Методика розрахунку збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне

використання природних ресурсів, що пропонується, розроблена відповідно до чинного природоохоронного і природоресурсного законодавства і встановлює порядок визначення розмірів відшкодування збитків, в результаті наднормативних викидів, скидів забруднюючих речовин, розміщення відходів, користування земельними ресурсами, корисними копалинами, рослинним і тваринним світом, водними ресурсами, атмосферним повітрям, об'єктами природно-заповідного фонду тощо, з урахуванням комплексного впливу на стан навколишнього природного середовища та на природні ресурси. Відшкодування повинно бути визначене як сума впливів на довкілля і ті чи інші природні ресурси.

У разі виникнення забруднень, а навіть і надзвичайних ситуацій, постраждати можуть не тільки окремі природні об'єкти, але й цілі їх комплекси. Наприклад, при розливі нафти поблизу берега забруднюються не тільки водні об'єкти, але й прилеглі до них земельні ділянки, при просоченні у нижні шари землі – надра, при випаровуванні – атмосферне повітря, у деяких випадках – об'єкти природно-заповідного фонду тощо. Все це збитки, що наносяться навколишньому середовищу і природним ресурсам, і які часто не враховуються. Тому є нагальною проблема розробки методики, яка б дозволяла врахувати все вищезгадане.

Розрахунок сумарних збитків визначається за такою формулою:

$$Z = \sum_{i=1}^n z_i,$$

де  $Z$  – загальні збитки від забруднення, грн.;

$z_i$  – збитки від забруднення конкретного ресурсу (повітря, вода, земля, надра тощо), грн.;

$n$  – число ресурсів. Кількість  $n$  залежить від того, скільки природних ресурсів і факторів оточуючого середовища було забруднено. У разі, якщо вплив не мав місце на окремий фактор, то цей доданок не буде враховуватись. Такий підхід надає можливість більше контролювати діяльність підприємств і забезпечувати охорону навколишнього природного середовища, здійснювати раціональне використання природних ресурсів і забезпечувати екологічну безпеку.

Методика комплексної оцінки збитків, заподіяних державі при порушенні екологічного законодавства, дозволить враховувати усі можливі збитки, забезпечити більш дбайливе ставлення до збереження природного потенціалу країни та охорони навколишнього природного середовища.

## ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ НАФТИ

*Зайцев Д.В., студент, ОНПУ, Титар С.С. проф., ОНПУ*

Виробництво бітуму в нафтохімічній галузі промисловості відбувається при порівняно високих температурах (~ 140 – 150 °С). При вказаних температурах цей матеріал знаходиться в рідкому стані й має в'язкість зіставну з в'язкістю води. У зв'язку з цим транспорт бітуму від місця виробництва до місця споживання відбувається в залізничних цистернах (звичайні цистерни, цистерни - термоса, цистерни з паровою сорочкою). Цей матеріал різко збільшує в'язкість при зменшенні температури й частіше всього його вивантаження з цистерн без додаткового розігрівання стає неможливим. Вказані обставини роблять актуальною завдання визначення температури матеріалу наприкінці транспортування при різних температурах зовнішнього повітря.

Найбільш важливим моментом у цьому розрахунку є правильне визначення коефіцієнта теплопередачі від гарячого бітуму через стінку цистерни в навколишнє середовище. Для цього необхідно знати коефіцієнти тепловіддачі від бітуму до стінки й від стінки до оточуючого повітря при русі цистерни.

Наприклад, для знаходження  $\alpha$  від бітуму до стінки інститут «Укрнафтохімпроект» пропонує використовувати відому залежність [1]:

$$Nu = 0.5(Gr \cdot Pr)_{ж}^{0.25} \cdot \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_{ст}}\right)^{0.25} \quad (1)$$

Цю залежність було отримано для фізичної моделі, яка відрізняється від дійсних розумів, і справедлива для випадку вільної конвекції зовні циліндру, як показаний на рисунку 1



Рисунок 1- Фізична модель теплообміну за формулою (1)

Слід зазначити, що найбільш складним у цьому розрахунку є правильне визначення коефіцієнта тепловіддачі від бітуму до стінки цистерни. На вільну конвекцію бітуму в цистерні будуть накладатися коливання бітуму від розгойдування цистерни при русі, що повинне збільшувати коефіцієнт тепловіддачі, а, отже, і теплопередачі. З іншого боку, на стінці цистерни, внаслідок її охолодження, може утворюватися нерухома прилипла куля бітуму, яка при низькій теплопровідності бітуму буде зменшувати коефіцієнт теплопередачі, а, отже, і тепловтрати. Крім того, безпосередньо в теплообміні з повітрям буде брати доля тільки 0,5 площі поверхні цистерни, інша половина захищена сорочкою. Правда, зовнішня куля сорочки буде отримувати тепло від поверхні цистерни (внутрішньої поверхні сорочки) випромінюванням і лише після цього буде віддавати тепло оточуючому повітря. Можна спробувати визначити коефіцієнт теплопередачі, використавши іншу модель теплообміну між бітумом і стінкою цистерни, вважаючи стінку плоскою, як показаний на рисунку 2.

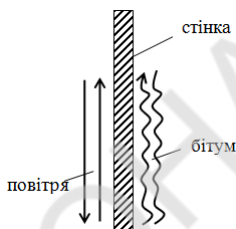


Рисунок 2 - фізична модель теплообміну, для цистерни з плоскою стінкою

Ця модель дещо ближче до реальної ситуації, проте не зовсім ясно, яким повинен бути визначальний геометричний розмір. Ураховуючи порівняно невелику кривизну поверхні цистерни, правильніше, з нашої точки зору, за визначальний розмір вибрати діаметр цистерни. Крім того, будемо вважати, що в поверхні цистерни з боку бітуму утворилася прилипла куля.

Аналізуючи різні фізичні моделі і порівнюючи теоретичні результати, можна зробити висновок, що результати розрахунків за різними моделями будуть відрізнятися на 20...30 %, також, можна додати, що для перевірки і уточнення оптимальної фізичної моделі потрібні дійсні данні, з практичних іспитів.

### Література

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача, -М., Энергия, 1975. - 423с.
2. Титар С.С. Системи енергопостачання промислових підприємств. Одеса: АТ БАХВА, 2002. - 356с.
3. Гун Р.Б. Нефтянные битумы,- М.,- Химия, 1989. – 323с.

## ВЯЗКОСТЬ ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА С ДОБАВКОЙ НАНОЧАСТИЦ $Al_2O_3$

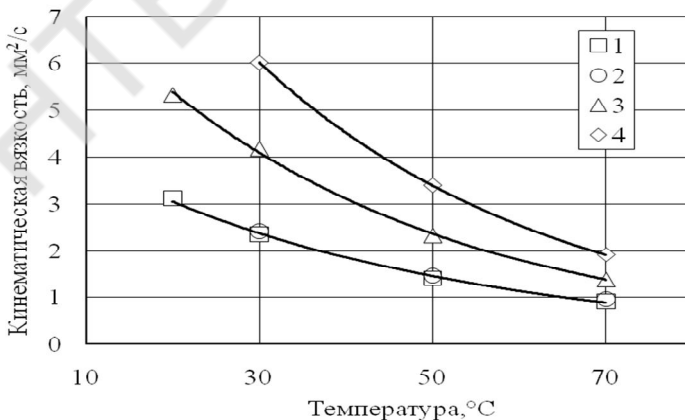
*Зброжек В.О., аспирант, ОГАХ., Геллер В.З., проф., ОГАХ*

Вязкость является одной из главных характеристик холодильного компрессорного масла. Величина работы сжатия хладагента в компрессоре, теплота трения, износ сопрягаемых деталей, качество уплотнения зазоров зависят от вязкости применяемого масла. При выборе масла необходимо учитывать факторы, которые влияют на вязкость в процессе работы холодильной машины.

Целью настоящей работы явилось экспериментальное исследование влияния наночастиц  $Al_2O_3$  на вязкость изопропилового спирта как возможного компонента рабочего тела холодильной машины, позволяющего улучшать совместимость НФС-хладонов с компрессорными холодильными маслами.

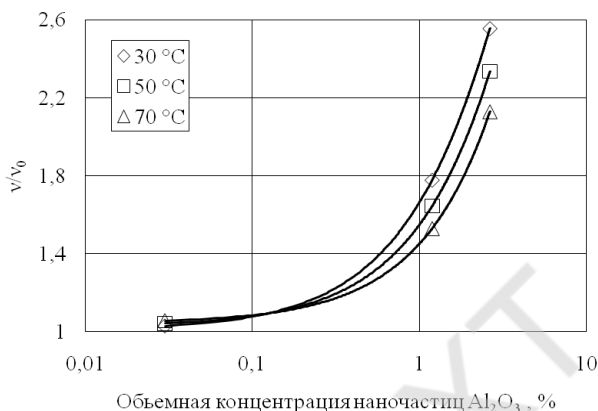
Измерения вязкости осуществлялись с помощью стеклянного вискозиметра типа ВПЖ-4 с диаметром капилляра 0,62 мм и длиной 70 мм. Вискозиметр установлен внутри стеклянного сосуда Дьюара, в котором температура поддерживалась в пределах  $\pm 0.02$  К. Температура опыта определялась с помощью ртутного термометра с ценой деления 0.1К. Погрешность результатов измерений вязкости не превышала 1,2%. Диапазон температур измерения  $20 \div 80^\circ C$ .

Результаты измерений представлены на рисунках 1 и 2 в виде зависимостей вязкости изопропилового спирта с наночастицами  $Al_2O_3$  от температуры и концентрации наночастиц.



1 – изопропиловый спирт, 2 – изопропиловый спирт с объемной концентрацией наночастиц  $Al_2O_3$  0,03%, 3 – 1,19%, 4 – 2,64%

Рисунок 1 – Зависимость вязкости изопропилового спирта с наночастицами  $\text{Al}_2\text{O}_3$  от температуры



$\nu_0$  – вязкость изопропилового спирта,  $\nu$  – вязкость изопропилового спирта с добавками наночастиц.

Рисунок 2 – Зависимость влияния  $(\nu/\nu_0)$  наночастиц  $\text{Al}_2\text{O}_3$  на вязкость изопропилового спирта от концентрации наночастиц

Образец наножидкости для исследования (основной компонент – изопропиловый спирт, наночастицы -  $\text{Al}_2\text{O}_3$  размером 50 нм с параметрами: нормальная точка кристаллизации  $12^\circ\text{C}$ , нормальная точка кипения  $82^\circ\text{C}$ , плотность  $790 \text{ кг/м}^3$ ) был произведен фирмой ALDRICH. Все измерения проводились как на чистом изопропиловом спирте (содержание основного компонента 99,8%), так и на системах содержащих наночастицы при объемных концентрациях 0,03%, 1,19% и 2,64%. Следует отметить, что конгломерация наночастиц и их выпадение в осадок в процессе опытов не наблюдалась. Вероятно, изопропиловый спирт для этой системы играет роль поверхностно активного вещества. Анализ приведенных на рисунках 2 и 3 результатов измерений показывает, что присутствие наночастиц существенно увеличивает вязкость исследованной системы. Так при температуре  $30^\circ\text{C}$  и концентрации наночастиц 2,64% вязкость системы изопропиловый спирт – наночастицы  $\text{Al}_2\text{O}_3$  увеличивается приблизительно в 2,6 раза по сравнению с вязкостью чистого изопропилового спирта.

Следует отметить, что изопропиловый спирт растворим как в минеральных так и синтетических холодильных компрессорных маслах. Таким образом следующий этап работы будет заключаться в исследовании взаимной растворимости некоторых компрессорных масел и озонобезопасных хладонов путем добавки в эти системы изопропилового спирта с наночастицами  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и использования этих добавок вместо присадок, корректирующих вязкость реальных рабочих тел холодильных машин.

## **ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЧАСТИЦ ЦЕМЕНТА В ВОЗДУХЕ В ОКРЕСТНОСТИ ОДЕССКОГО ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА**

*Зеленина А.О., студентка, ОГАХ, Щекатолина С.А., доцент, ОГАХ,  
Контуш С.М. – доц. ОНУ им.И.И. Мечникова*

Длительное воздействие повышенных концентраций пыли приводит к тяжелым профессиональным заболеваниям органов дыхания - пневмокозиозам и пылевым бронхитам. Нозологическая форма пневмокозиозопределяется вещественным составом аэрозолей. При накоплении пыли в легких развивается пневмокозиоз - стадийный прогрессирующий процесс формирования фиброза с комплексом воспалительных и компенсаторно-приспособительных реакций в бронхах и легочной ткани. Результатом этих изменений является дыхательная, а на поздних тяжелых стадиях заболевания- сердечная недостаточность.

Фактически развитие заболеваний органов дыхания зависит от количества пыли, накопившейся в легких. Основными факторами, влияющими на поступление пылевых частиц в организм и их задержку в органах дыхания, является концентрация пыли во вдыхаемом воздухе, время ее воздействия, дисперсный состав частиц, их плотность, растворимость, объем дыхания в зависимости от тяжести труда, а также индивидуальная чувствительность организма.

Механизм первичной задержки частиц в органах дыхания в основном определяется инерционным и гравитационным осаждением, а также диффузией. Задержка частиц в различных отделах органов дыхания в основном определяется их дисперсностью и аэродинамическим диаметром, т.е. необходимостью знания функции распределения.

Известно, что в северо-западной части города Одессы одним из потенциальных источников воздушных загрязнений является Одесский цементный завод, вырабатывающий до 360 тыс. тонн в 2011 году. Высокодисперсная фракция изготавливаемого цемента в соответствии с производственной технологией поступает из печей в дымовую трубу после прохождения цементной аэровзвеси через электрофильтры. Однако, не всегда степень ее улавливания является полной, и поэтому некоторая доля частиц цемента распространяется в воздухе вблизи цементного завода. Наряду с прямыми измерениями эффективности работы электрофильтров представляет интерес определения степени загрязнения в зоне вокруг цементного завода, что в настоящее время может быть оперативно выполнено с помощью современных приборов – лазерных счетчиков частиц. В этом приборе воздух с частицами пропускается через тонкий лазерный луч, и по рассеянию света отдельными частицами можно в режиме on – line определить концентрацию и размеры частиц в потоке воздуха.

Измерение, проводилось с помощью лазерного счетчика частиц изготовленного в Одессе фирмой «Новотек – электро» с участием ОГАХ. Скорость протяжки воздуха через счетчик составляет 2 л/мин. В нем использовали красный полупроводниковый лазер с длиной волны 650 нм и выходной мощностью 5 мВт. Воздух протягивается через трубку диаметром 5 мм с помощью вентилятора типа FD5215В СД 12 мВт. Сечение рабочего объема образованного пересечением лазерного луча с помощью воздуха составляло 0,2-0,1 мм<sup>2</sup>. В настоящей работе приведены некоторые данные по соответствующим измерениям. Изменение загрязнения воздуха проводились в радиусе 200 м от территории цементного завода на расстоянии 50, 100, 150, 200 м. Измерялась функция распределения частиц по размеру в области размеров от 0,3 до 3 мкм. При этом учитывалась температура воздуха, влажность, а также скорости направления ветра. На основе полученных измерений определялась общая счетная концентрация аэрозоля в зависимости от выше перечисленных факторов, а также весовая концентрация аэрозоля в воздухе в мг/м<sup>3</sup>. Каждое измерение проводилось 20 раз, после чего определялся средний результат по числу частиц в рабочем объеме счетчика. Статистическая ошибка менялась в области до 20 %.

Результаты измерений показали, что в окрестности цементного завода концентрация увеличена приблизительно на 15- 20 %. Средняя плотность частиц пыли пересчитывалась с учетом соответствующей добавки цементной пыли.

В области температур от -5 до + 14 °С концентрация пыли менялась приблизительно в 2–2,2 раза. А в области влажности 54- 93 % концентрация пыли уменьшается приблизительно в 2,5–3 раза. По-видимому, за счет укрупнения частиц пыли и их коагуляции. Оба эти процесса связаны с увеличением концентрации паров воды в воздухе.

Таким образом, показано, что используемые на Одесском цементном заводе электрофильтры не представляют достаточной защиты для жителей ул. Хуторской и жителей других окрестных улиц.

Результаты измерений приведены на рис. 1.

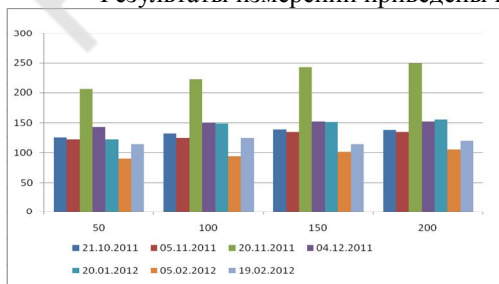


Рис. 1. Гистограмма зависимости концентрации аэрозольных частиц размером 0,3- 1 мкм от расстояния за период 21.10.2011 - 19.02.2012.

НТБ ОНАХТ

## ПОПУЛЯЦИИ ТРЕБНЕВИКОВ МНЕМИОПСИС-БЕРОЕ В ЧЕРНОМ МОРЕ КАК ПРИМЕР КЛАССИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ХИЩНИК-ЖЕРТВА ЛОТТКИ-ВОЛЬТЕРРА

*Игнатова Т.Ю., студентка, ОГАХ, Цыкало А. Л., проф., ОГАХ*

Проблема вселения чужеродных видов не нова. В последние годы интерес к этой проблеме резко возрос, особенно в отношении пресноводных водоемов и прибрежных зон морей, что вызвано гигантскими расходами на борьбу с последствиями появления новых видов.

Морские суда, по мере увеличения их количества, водоизмещения и скорости, становятся все более значимым агентом стихийного пополнения фауны и флоры морей и океанов. Черное море не составляет в этом отношении исключения. Отправляясь без груза, судно набирает в балластные цистерны заборную воду для увеличения посадки и устойчивости. Вместе с водой в цистерны попадают населяющие её организмы, а также взвешенные частицы ила. Если продолжительность плавания невелика, а температура и другие характеристики воды удовлетворяют условиям жизни морских организмов, многие из них выживают до прихода судна в порт назначения. Там балластные воды выкачиваются, и их обитатели попадают в новое для них море. Если и в нем условия жизни приемлемы для данного вида, он способен прижиться на новом месте. Кроме того, подводная часть корпуса судна обрастает различными видами водорослей, моллюсков, ракообразных, червей и других организмов, ведя “прикрепленный” образ жизни. Осевшие на судно в одном море, они могут достичь в живом виде другого водоема и там начать размножаться, выделяя в воду споры, яйца или личинки. На корпусе судна путешествуют также кладки яиц, из которых личинки выклеваются далеко от места прикрепления яиц к судну. Таким образом, морской флот становится фактором активного воздействия на жизнь морей, в первую очередь, их прибрежных зон.

Конечно, из тысяч и тысяч случаев (попыток), лишь немногие виды приживаются на новом месте и лишь часть из них способна оказать существенное влияние на местные виды.

В Черном море уже произошел ряд экологических взрывов, связанных с вселенцами. Последний и наиболее известный пример - *Mnemiopsis leidyi*

Мнемиопсис — гребневик, обитающий в морской воде в тёплых краях и напоминающий медузу, однако, он передвигается при помощи гребных пластин, расположенных по бокам. Это - хищник питающийся фитопланктоном. Очень красив: на свету переливается яркими цветами.

Родина *Mnemiopsis leidyi* - воды Атлантического океана, омывающие Флориду. Однако вместе с торговыми и другими судами представители вида перебираются через международные воды, попадая в Черное море.

В Черном море впервые этот вид был обнаружен в 1982 г. Постепенно увеличиваясь, общая биомасса популяции гребневика достигла в 1989 г. около 1 млрд. т, причем плотность его в юго-западной части моря составляла 4000-5000 г/м<sup>3</sup> (был момент, когда этот вид составлял 90% массы всех живых организмов в Черном море, при этом резко снизилась прозрачность воды, поскольку уничтоженный зоопланктон более не поедал мелкие водоросли). На протяжении 90-х годов состоялось определенное сокращение с последующей относительной стабилизацией биомассы гребневика в Черном море. По данным специалистов, общая масса в течение последних лет не превышает нескольких десятков миллионов т, достигая плотности 110-370 г/м<sup>3</sup>. Это означает, что вид надежно закрепился в планктонной группировке Черного моря. Последствия: По оценкам международных экспертов, на Черном море убытки от падения уловов рыбы составляют около 240 млн. долларов США в год, а от простоя рыбного флота, рыбных портов, рыбзаводов и другой инфраструктуры отрасли – еще около 500 млн. долларов в год. Гребневик, как имеющий меньшую смертность и потребляющий большее количество пищи, почти полностью вытеснил медузу аурелию. Также резко сократилась численность рыб, питающихся планктоном: хамсы, ставриды и шпрота. Пострадали и некоторые другие виды рыб, потому что мнемипсис поедает их личинок. Однако британские ученые больше склоняются к мнению, виновником обеднения ихтиофауны является человек: функционирование рыболовной индустрии на всех этапах процесса способствовало заселению Черного моря медузами. Без этого медузы не могли бы размножиться в таких количествах, а тем более вытеснить рыб.

Как и в случае с рапаном, причиной массового развития этих вселенцев стало отсутствие хищников, способных контролировать их численность: мнемипсиса никто не ел. Но в 1997 - 1999 гг. произошла инвазия в Черное море нового гребневика - берое (*Beroe ovata*). Предположительно гребневик берое попал с теплыми водами из Средиземноморского бассейна или был завезен подобно мнемипсису с балластными водами. Гребневик берое питается гребневиком мнемипсис. Внедрение и развитие берое привело к резкому уменьшению биомассы мнемипсиса и, как следствие, к росту зоопланктона и личинок рыб, а позднее и запасов пелагических рыб. Тело у гребневика берое студенистое и прозрачное, как у медузы. Вдоль меридианов пузыря тянутся ряды ресничек. Берое не может переварить зоопланктон, медуз аурелий и мальков рыб и питается исключительно гребневиками, в первую очередь - наиболее доступным и легко усваиваемым мнемипсисом, проглатывая его целиком. Хищника не смущают и крупные экземпляры жертвы. В этом случае берое либо затягивает мнемипсиса в себя постепенно, либо заглатывает сразу через широко открытое ротовое отверстие, при этом все тело хищника вздувается. Через 3-5 часов берое переваривает жертву и сразу может

заглатывать следующую. Берое появился в 1997 - 1999 годах в некоторых прибрежных районах Черного моря. Во второй половине августа 1999 года он распространился уже по всей северо-восточной части моря, а в 1999 г. он проник в Каспийское море. Теперь, каждый год можно наблюдать такую картину - мнемииопсисы появляются в прибрежных водах в апреле; к середине лета их становится много. Но когда становится много мнемииопсисов, появляется берое - ему уже есть, на кого поохотиться. В результате, к октябрю мнемииопсисов в море практически не остается, но наблюдается много наевшегося и размножившегося берое. Таким образом, можно считать, что динамика популяций мнемииопсиса и берое вполне отвечает классической модели «хищник-жертва» Лоттки-Вольтерра.

В случае берое можно говорить о полезном вселении нового вида. Очень заметно, что в Черном море увеличилось количество медуз (в годы вспышки численности мнемииопсиса - их было в несколько раз меньше); рыбаки говорят о начале восстановления стада хамсы, замечен прирост ставриды. Данные гидробиологов Института океанологии свидетельствуют: с начала 2000-х годов, концентрация зоопланктонных ракообразных (это, преимущественно, веслоногие раки - *Soropoda*) - в соответствующие сезоны года - вернулась к уровню до вторжения мнемииопсиса. Все это показывает, что природа нашла для вселенцев место в пищевой цепочке моря, они уже стали нормальной частью планктонного сообщества.

Как дальше будет развиваться ситуация с этими гребневиками, предположить пока сложно, но вероятнее всего, со временем установится биологическое равновесие, и проблема, по крайней мере, частично будет решена.

### **Литература**

1. Kideys, Ahmet E. (2002): Fall and Rise of the Black Sea Ecosystem. *Science* 297(5586): 1482—1484
2. Zaitsev Yu.P., Vorobyova L.V., Alexandrov B.G. A northern source of replenishment of the Black Sea fauna // *Doklady AN Ukr.SSR*, 1988, 11, P. 61-63 (in Russian).
3. Vinogradov M.E., Shushkina E.A., Nikolaeva G.G. Mass bloom of the comb jelly *Mnemiopsis* as an anthropogenic influence on marine ecosystems / In: *Practical ecology of the marine regions, Black Sea.* - Kiev: Naukovadumka, 1990, P. 94-102 (in Russian).

## ПОЛИМЕРНЫЕ ОТХОДЫ

*Козыт Н.В., студент., ОГАХ*

Среди изобилия самых разнообразных по строению и свойствам органических соединений есть особый класс - полимеры (от греческого «поли» - «много» и «мерос» - «часть»). Для этих веществ, прежде всего, характерна огромная молекулярная масса - от десятков тысяч до миллионов атомных единиц массы, поэтому часто их ещё называют высокомолекулярными соединениями. К молекулярным гигантам относятся, например, важнейшие природные полимеры (белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды), синтетические материалы (полиэтилен, поливинилхлорид, каучук и т.д.). Поэтому высокомолекулярные соединения играют важную роль как в биологических процессах, так в практической деятельности человека. Органические полимеры построены из элементарных звеньев – многократно повторяющихся и связанных между собой остатков молекул низкомолекулярных веществ (мономеров). Длину макромолекул выражают средним числом звеньев мономера, которое называют степенью полимеризации. Полимеры могут иметь линейное, разветвлённое и сетчатое строение. [1] По своему происхождению все полимеры делятся на природные - биополимеры (например, крахмал и целлюлоза) и синтетические (полиэтилен, полистирол и др.). Природные полимеры синтезируются клетками растительных и животных организмов, а синтетические человек научился получать из проектов переработки природного газа, каменного угля. Полимеры могут быть кристаллическими или аморфными. Для кристаллизации высокомолекулярных веществ необходимо упорядоченное строение достаточно длинных участков молекулярной цепи. Высокомолекулярные соединения не имеют четкой температуры плавления. При нагревании многие полимеры не плавятся, а лишь размягчаются, что позволяет формовать из них изделия методами пластической деформации - прессованием, выдавливанием, литьём. Такие полимеры называют пластическими массами (пластмассами, пластиками). У пластмасс низкая плотность, они легче самых лёгких металлов (магния, алюминия) и потому считаются ценными конструкционными материалами. По прочности некоторые пластики превосходят чугун и алюминий, а по химической стойкости - почти все металлы. Они могут быть устойчивы к действию воды, кислорода, кислот и щелочей. Обычно пластмассы - диэлектрики (не проводят электрический ток), и отдельные их сорта известны как лучшие изоляционные материалы из всех используемых в современной технике. [1] Благодаря уникальным физико-химическим, конструкционным и технологическим свойствам полимерные материалы (ПМ) на основе различных пластмасс и эластомеров находят широкое применение в различных областях народного хозяйства и медицине. Мировое производство

полиэтилена составляет свыше 30 млн. т. Для контакта с пищевыми продуктами допускается только полиэтилен высокого давления, так как полиэтилен низкого давления может содержать остатки катализаторов-вредные для здоровья человека соединения тяжелых металлов. Около 70% полиэтилена выпускается для этих целей в виде пленки и листового материала, который идет на упаковку пищевых продуктов. Необходимость такой упаковки составляет не более 2 часов. Далее эта упаковка попадает на полигоны твердых бытовых отходов. Полиэтилен впервые изготовлен в 20-е годы прошлого столетия. Этот полиэтилен находящийся в земле до сих пор не разложился. Полимерные материалы, как правило, являются многокомпонентными системами, так как для их создания используют кроме полимера различные компоненты (ингредиенты). Получение полимерных материалов, удовлетворяющих эксплуатационным требованиям применительно любой отрасли - является задачей технологии производства ПМ. Многокомпонентность ПМ часто приводит к тому, что производство ПМ, а также их практическое использование в ряде случаев осложняется нежелательным процессом выделения из материала вредных низкомолекулярных веществ. В зависимости от условий эксплуатации их количество может составлять до нескольких массовых процентов. В контактирующих с ПМ средах можно обнаружить десятки соединений различной химической природы. Создание и применение ПМ непосредственно или опосредованно связано с воздействием на организм человека, на окружающую производственную среду и среду обитания человека, а также на окружающую среду в целом. Последнее особенно важно после использования ПМ и изделий из них, когда отработанные материалы подвергаются захоронению в почве, а вредные вещества, высвобождающиеся при разложении полимерного материала, загрязняют почву, сточные воды, ухудшая тем самым состояние окружающей среды. В этой связи необходимо обеспечить контроль экологической безопасности процесса создания полимеров и полимерных материалов, их эксплуатации и уничтожения отходов ПМ после их использования человеком. Проблема утилизации и переработки полимеров в наше время очень актуальна. Утилизация полимерных отходов оказалось не менее сложным и дорогостоящим делом, чем производство изделий из полимеров. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от литья пластмасс загрязняют окружающую среду из-за устаревшего очистного оборудования или по причине его неисправности и , почти повсеместно, человечество идет по наиболее простому пути - складировать отходы вместе с другим мусором на грандиозных свалках. [2]

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Колобков Е.Н., аспирант, ОГАХ*

Целью работы является моделирование диэлектрических характеристик плотного слоя сыпучего (зернового материала) – диэлектрической проницаемости  $\varepsilon'$  и тангенса диэлектрических потерь  $tg\delta$ . Целесообразность определения эффективных методов оценки диэлектрических характеристик связана с развитием микроволновых технологий сушки. Диэлектрический нагрев основан на смещении зарядов и связанных с ними молекул при воздействии на материал переменного электромагнитного поля [1, с.9]. Мощность, выделяющаяся в виде тепла в единице объема материала, определяется следующей известной формулой [2, с.2]:

$$P_{yo} = 0.556 \cdot 10^{-10} \varepsilon' tg\delta \cdot f \cdot E^2, \text{ Вт/м}^3$$

Из формулы видно, что диэлектрические характеристики материала определяют величину энергии микроволнового электромагнитного поля, которая будет преобразована в теплоту. Таким образом, эффективность применения микроволнового поля непосредственно зависит от вида материала, его влагосодержания и формы. Знание диэлектрических характеристик позволит оценить, насколько целесообразно применение микроволнового нагрева. Однако из-за сложности проведения экспериментов, диэлектрические характеристики недостаточно изучены. Вследствие этого возникла задача моделирования, основанная на физических представлениях этих величин. Одним из важнейших параметров диэлектрических материалов является диэлектрическая проницаемость. Различают относительную диэлектрическую проницаемость  $\varepsilon'$  и абсолютную диэлектрическую проницаемость  $\varepsilon' \cdot \varepsilon_0$  ( $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$  Ф/м – электрическая постоянная или диэлектрическая проницаемость вакуума). По физическому смыслу диэлектрическая проницаемость – количественная мера интенсивности процесса поляризации. Поляризация представляет собой смещение связанных зарядов под действием внешнего электрического поля. Основными видами поляризации являются электронная, ионная и дипольная. Электронная поляризация – упругое смещение электронных орбит относительно ядер в атомах и молекулах под действием внешнего электрического поля. Ионная поляризация – это упругое смещение противоположно заряженных ионов в узлах кристаллической решетки. Ионная и электронная поляризации происходят без потерь энергии. Дипольная поляризация характерна для полярных диэлектриков. Полярные молекулы имеют несимметричное строение. Центры тяжести разноименных зарядов у них не совпадают, и поэтому в отсутствие внешнего

электрического поля эти молекулы представляют собой диполи. Характерным представителем дипольных диэлектриков является вода. При помещении диэлектрика во внешнее электрическое поле за счет ориентации диполей вдоль силовых линий на противоположных сторонах диэлектрика образуются нескомпенсированные заряды, которые создают внутреннее поле, по направлению обратное приложенному. В результате суммарное поле в диэлектрике оказывается меньше, чем поле в свободном пространстве, при прочих равных условиях. Таким образом, диэлектрическую проницаемость можно рассматривать как меру, характеризующую степень снижения напряженности электрического поля в диэлектрике по сравнению с вакуумом. Поляризация диэлектрика приводит к изменению напряженности электрического поля не только внутри него, но и снаружи. Еще одним важным параметром диэлектрических материалов являются диэлектрические потери. Они служат для определения электрической мощности, затрачиваемой на нагрев диэлектрика, находящегося в электрическом поле. В литературе для характеристики способности диэлектрика поглощать энергию переменного электрического поля используют тангенс угла диэлектрических потерь, физический смысл которого состоит в следующем: в случае диэлектрика без потерь ток в емкостной цепи опережает напряжение на угол  $90^\circ$ . Наличие потерь приводит к сдвигу фазы между током и напряжением, и угол между ними становится меньше  $90^\circ$  на величину  $\delta$ . Количественно потери оказываются пропорциональны  $\operatorname{tg} \delta$ , отсюда и удобство использования этой величины. Идеализируя структуру сыпучего материала, можно получить данные, дающие общее представление о свойствах в зависимости от различных факторов, учитывающих физико-механические характеристики.

Идеализация определяется следующей системой допущений:

- сыпучий материал является гетерогенным двухкомпонентным, распределение влаги по частице равномерное;
- сыпучее вещество в момент нахождения его электрических параметров можно охарактеризовать как капиллярнопористое тело. Между частицами существует некое поровое пространство, наполненное средой со своими электрофизическими свойствами, причем пористость структуры сыпучего материала определяется соотношением геометрических размеров частиц;
- поверхности частиц в направлении вектора напряженности электрического поля эквипотенциальны;
- линии тока в частицах параллельны в направлении вектора и распределяются в частицах равномерно.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПИРАЛЬНОГО НАСОСА ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ ВУТ

*Коротаяев Б. А., аспирант, ОНПУ, Буров А. А., проф., ОНПУ*

На территории Украины находится более 100 млн. т угольных шламов, которые не находя широкого практического применения, являются постоянным источником загрязнения окружающей среды. Содержащийся в отходах обогащения уголь может быть полезно использован, если отходы перерабатывать в промышленную продукцию — водоугольное топливо (ВУТ).

ВУТ обладает большей реакционной способностью, чем исходный уголь, меньшей температурой воспламенения, высокой степенью выгорания горючей массы топлива. Считается более экологически чистым, поскольку при его сжигании происходит восстановление окислов азота и серы, в результате чего сокращаются выбросы в 1,5 – 2 раза по сравнению со сжиганием угля в пылевидном состоянии.

Для использования в качестве топлива ВУТ должно обладать рядом специфических свойств, в том числе высокой текучестью (низкой вязкостью), устойчивостью к расслоению и высокой концентрацией твердой фазы.

В процессе использования температура ВУТ может меняться, что приведет к изменению его свойств. К примеру, при увеличении температуры происходит снижение вязкости ВУТ (при увеличении температуры топлива на 10° С вязкость снижается на 1,5-2 %) [1]. Кроме того, при предварительном подогреве ВУТ происходит деструкция органического вещества топлива с образованием промежуточных горючих соединений, что благоприятно отразится на последующем процессе термической переработки.

ВУТ является частным случаем дисперсной системы. Дисперсную фазу водоугольной суспензии (ВУС) составляет уголь, а дисперсионную среду – вода. Одним из основных свойств суспензий является седиментационная устойчивость – способность её сохранять неизменным во времени распределение частиц по объему системы, т. е. способность системы противостоять действию силы тяжести.

При использовании перемешивания для интенсификации химических, тепловых и диффузионных процессов в гетерогенных системах создаются лучшие условия для подвода вещества в зону реакции, к границе раздела фаз или к поверхности теплообмена.

В процессах тепло – и массообмена скорость переноса будет тем выше, чем выше интенсивность перемешивания, т.к. при этом увеличивается поверхность контакта фаз. Цель перемешивания определяется назначением процесса. При приготовлении суспензий для интенсивного дробления дисперсной фазы необходимо создавать в перемешиваемой среде значительные срезающие усилия, зависящие от величины градиента

скорости. В тех зонах, где градиент скорости жидкости имеет большое значение, происходит наиболее интенсивное дробление диспергируемой фазы. Увеличение степени турбулентности системы, достигаемое при перемешивании, приводит к уменьшению толщины пограничного слоя, увеличению и непрерывному обновлению поверхности взаимодействующих фаз.

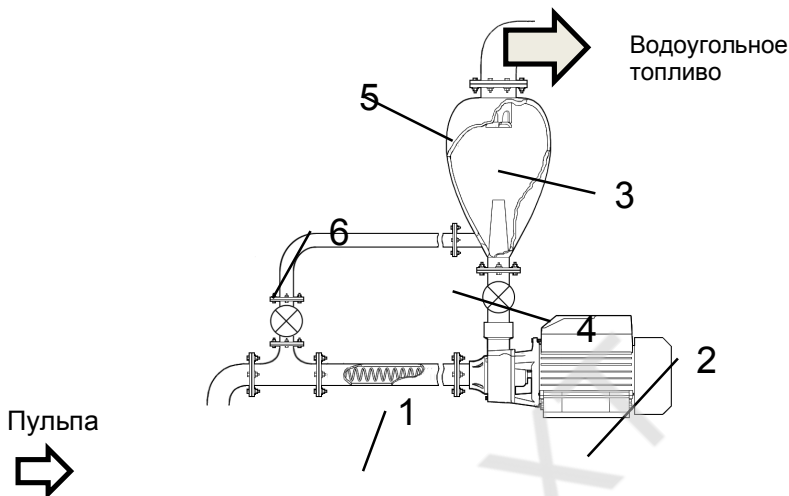
Результаты математического моделирования перемещения воды, угольной пыли и их смесей в трубе с вращающейся пружиной, измельчения взвеси пружиной в сухой и орошаемой трубе; диссипация механической энергии закрученного потока вязкой жидкости предполагают к рассмотрению применение спирального насоса в качестве завершающего элемента в процессе приготовления ВУС в топливо.



Рис.1 Графическое представление среза температурного баланса канала трубы.

На рис.1 представлен результат компьютерного моделирования (программа SOLIDWORKS и программа-приложение COSMOSFLOWWORKS) процесса нагрева потока неньютоновской жидкости в системе труба-пружина. В связи с тем, что каждый виток спирали можно представить как отдельно взятый насос, становится очевидным, что повышение температуры происходит с возрастанием по всей длине трубы вследствие кавитации. В таком случае ротор насоса, или пружина (спираль) может служить как устройством для помола ВУС, так и выступать в роли кавитационного завихрителя, что также делает возможным осуществлять нагрев водоугольной смеси до необходимых температур в процессе рециркуляции в замкнутом контуре.

На рис.2 рассматривается применение спирального насоса в качестве завершающего элемента в процессе приготовления ВУС в топливо, а также как средства для его транспортировки по трубопроводу. Данный способ использования спирального насоса для приготовления ВУТ экономически целесообразен, так как он прост в изготовлении, в своей конструкции содержит легкозаменяемые детали, истирающиеся в процессе помола, способен заменить собой большую часть применяемых гидродарных устройств мокрого помола при меньших затратах энергии.



1 – система «труба-пружина», 2 – электродвигатель, 3 – корпус сепаратора, 4 – сужающая насадка, 5 – тарельчатый отбойник, 6 – замкнутый контур.

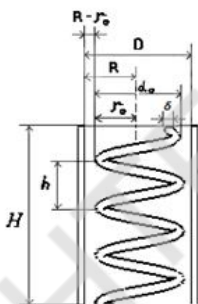


Рис 2. Приготовление и транспортировка ВУТ с помощью спирального насоса.

Формулы, описывающие эффективность действия спирали:

$$\beta = \frac{(\ln 3\pi/\gamma)}{(\ln 3\alpha(1-\alpha)/\alpha) \ln 3(1-\alpha)},$$

$$\alpha = \frac{r_0}{R}, \gamma = \frac{h}{R}, N = 3\pi\omega^2 r_0^2 \sqrt{\frac{2r_0 \delta h N}{h}} \sqrt{1 + \left(\frac{h}{2\pi r_0}\right)^2}.$$

$$Q = \frac{\omega h}{r_0^6} \int_0^R \frac{r^{6+1} (R-r)^{\frac{\delta(r-r_0)}{r_0}}}{(R-r_0)^{\frac{\delta(R-r_0)}{r_0}}} r dr r_0$$

$$P = R(r, 0) + \mu \omega \frac{h R^2}{(R-r_0)^2} \left( \frac{R}{r_0} \right)^{\frac{\omega(\alpha r_0 - R)}{R-r_0}} \left[ 2 + \frac{R}{r_0} \left( 1 + \frac{r_0}{R} \right)^2 \frac{R}{r_0} + 2 \left( \frac{R}{r_0} \right)^2 \right] H.$$

где  $\alpha, \beta, \gamma$  – геометрические параметры спирали,  $Q$  – объемный расход,  $\text{дм}^3/\text{с}$ ,  $P$  – давление на стенку трубы, Па,  $N$  – необходимая мощность двигателя, кВт/ч,  $H$  – длина спирали,  $R$  – радиус внутр. стенки трубы,  $r_0$  – радиус спирали,  $h$  – шаг спирали,  $\delta$  – толщина прутка.

Спиральный насос один из немногочисленных видов насосов, способных успешно справляться с возложенными на него функциями в различных средах. В зависимости от специально рассчитанных геометрических параметров спираль насоса становится нужным инструментом для перемещения, перемешивания и даже нагрева, наделяя спиральный насос высокой производительностью и напором для перемещения жидкости или способностью перемешивать и транспортировать даже очень вязкие смеси. К примеру диаметр трубы или кожуха насоса зависит от необходимой пропускной способности насоса, угол закрутки спирали может устанавливается в зависимости от типа рабочего тела и оптимальных параметров работы насоса, толщина спирали от степени ее износа при работе.

### Литература

- 1 Попов В. И. Реологические и теплофизические свойства водоугольных суспензий В. И. Попов, Ю. А. Коваленко, А. А. Борисов Теплоэнергетика. – 1995. – № 8. – С. 39–43.
2. Шарабуря Т.А., Пинчук В.А., Шевченко Г.Л. Влияние температуры подогрева водоугольного топлива на его свойства и состав. Металлургическая теплотехника. Сборник научных трудов. Днепропетровск. «Новая идеология». –2010. –Выпуск 2 (17). – С. 204 – 211.
3. Борук С.Д. Отримання водо-угільного палива на основі бурого вугілля. Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2011.– Т. 24 (63), № 1. – С. 185-189.
4. Зайденберг, В.Е. Производство и использование водоугольного топлива.— М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. — 176 с.
5. Коротаев Б.А. Методы расчётов производительности пружинных насосов / Б.А. Коротаев, А.А. Буров, В.Я. Гамолич // Еколого-енергетичні проблеми сучасності / Збірник наукових праць всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, Видавництво ОДАХ. — 2011. — С. 164 — 167.

## ПОСИЛЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНСЬКІЙ ЕКОНОМІЦІ

*Куріч А.В., студентка ОДАХ*

Необхідність переходу до якісно нового рівня використання природних ресурсів виступає об'єктивно і незаперечною умовою підвищення ефективності суспільного виробництва. Особливо це стосується збереження енергетичних ресурсів, що визначається рядом причин:

- більшість видів паливно-енергетичних ресурсів є невідтворюваними, а динаміка їх споживання в останні десятиріччя свідчить про прискорення вичерпання розвіданих запасів цих ресурсів. Водночас ускладнюються умови видобутку первинних ресурсів: збільшуються глибини видобутку, здійснюється перехід до промислової розробки бідніших родовищ, що веде до підвищення вартості ресурсів;

- частка енергетичних витрат у загальній собівартості промислової продукції надзвичайно велика, тому економія їх значною мірою впливає на підвищення ефективності виробництва;

- обтяжлива залежність національної економіки від зовнішніх джерел енергопостачання, яка залишається високою. Це одна з причин утворення дефіциту платіжного балансу, що веде до зростання зовнішньої заборгованості;

- додаткове введення в господарський обіг паливно-енергетичних ресурсів призводить до погіршення екологічної ситуації, яка в сучасних умовах вкрай складна і вимагає негайного здійснення радикальних заходів;

- без досягнення якісно нового рівня ресурсоспоживання вихід вітчизняної економіки з кризи і її інтеграція в європейську і світову економічні системи неможливі. Марнотратство паливно-енергетичних ресурсів у процесі виробництва продукції робить її неконкурентоспроможною.

Вихід на якісно новий рівень використання природних ресурсів можливий лише за умови здійснення ресурсозбереження шляхом ефективного використання ринкових важелів та державного регулювання ресурсозбереження. Об'єктивно необхідним і нагальним стає вирішення проблеми посилення ресурсозбереження в українській економіці, яка характеризується особливо високою ресурсоемністю. Вирішення вказаних вище проблем дозволить зробити процес ресурсозбереження більш ефективним, що значно покращить ситуацію в економіці країни.

Це зокрема: комплексний підхід до визначення соціально-економічної природи ресурсозбереження як процесу (діяльність з ресурсозбереження), результату (результати ресурсозбереження) і системи (ресурсозбереження як організаційно-економічна система, сфера діяльності суб'єктів

ресурсозбереження); необхідність розгляду ресурсозбереження у вузькому і широкому розумінні;

подальший розвиток теоретичного положення, за яким функціональна роль ресурсозбереження в забезпеченні розширеного відтворення визначається не стільки ресурсним потенціалом, скільки соціально-економічними умовами його активного й ефективного використання та реалізації, що, в свою чергу, потребує постійного вдосконалення як внутрішнього механізму господарювання у сфері ресурсозбереження, так і зовнішніх зв'язків між сферою ресурсозбереження та середовищем;

подальший розвиток обґрунтування основних параметрів формування нового механізму економічного управління ресурсозбереженням, а саме: переосмислення керівної ролі держави у сфері ресурсозбереження, яка, поряд з посиленням функцій планування і контролю, має передбачати децентралізацію управління ресурсозбереженням, урізноманітнення інструментарію здійснення організаційно-економічного впливу держави, її органів на діяльність у сфері ресурсозбереження з одночасним широким використанням можливостей ринкового механізму його регулювання;

вдосконалення економічного стимулювання ресурсозбереження на основі використання різних методів та інструментів, що дозволить більш ефективно використовувати ресурси в практиці господарювання, а саме: вдосконалення нормативного підходу до фінансування ресурсозбереження, запровадження гнучкої системи організаційно-економічної підтримки залучення коштів різних суб'єктів з одночасними механізмами пом'якшення податкового тиску.

Для стабілізації та поліпшення стану справ в енергетичному комплексі держава має вжити заходів, які стосуються не тільки сфери ресурсозбереження, а й усієї національної економіки.

До них належать:

поліпшення інвестиційного клімату, забезпечення захисту капіталів та прозорість механізмів приватизації, створення системи страхування інвестиційних ризиків; приведення законодавчої бази і системи стандартів України у відповідність з вимогами європейських держав; спрощення системи оподаткування; створення рівноправних конкурентних умов для всіх суб'єктів економічної діяльності та недискримінаційний захист вітчизняного виробника; розробка і впровадження механізмів, які припинили б зростання і забезпечили ліквідацію взаємної заборгованості між підприємствами України; розробка концептуальних засад розвитку ресурсозбереження в Україні у відповідності до наявних економічних реалій, узагальнення практики ресурсозбереження і вдосконалення механізму збереження природних ресурсів на основі досягнень науки.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА РЕКУПЕРАТИВНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА ПО ОБРАТНОМУ ЦИКЛУ ЛИНДЕ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО СМЕСИ РАБОЧИХ ТЕЛ

*Кушнир Л. В., студентка, ОГАХ, Рожнецев А. В., проф., ОГАХ*

В цикле Линде на индивидуальных веществах работа сжатия сравнительно мало зависит от свойств криоагента. Поэтому величина КПД, в основном определяется его изотермическим дроссель-эффектом, который возрастает при увеличении критической температуры. Если бы она составляла 200К, а нормальная температура кипения находилась на уровне 78К, то в идеальных условиях эксергетический КПД цикла можно было бы повысить до 80%. Однако, отношение критической температуры всех известных простых веществ и соединений к нормальной температуре кипения находится в пределах 1,1-1,85. Поэтому возможность синтеза пригодного для использования в дроссельных системах химического соединения с указанными выше теплофизическими свойствами представляется маловероятной. Альтернативным и весьма эффективным решением стало предложение использовать в цикле Линде смеси известных хладагентов, формируемые так, чтобы при значительном росте изотермического дроссель-эффекта удовлетворялись требования к температуре криостатирования. Поиски в этом направлении в определенной степени стимулировались успехами, достигнутыми подобным методом в установках сжижения природного газа.

С позиций эксергетического анализа применение смесей позволяет сблизить тепловые эквиваленты прямого и обратного потоков, уменьшить температуру перед дросселем, в пределе до температуры криостатирования, и в несколько раз увеличить его эксергетический КПД, а значит, термодинамическую эффективность цикла в целом.

Главным элементом смесевой криогенной установки считается рекуперативный теплообменник, назначение которого состоит в понижении температуры прямого потока за счет внешнего охлаждения обратного потока. Такое охлаждение приводит к уменьшению затрат энергии.

При проектировании теплообменных аппаратов выполняются следующие виды расчетов: тепловой, конструктивный и гидравлический. Цель теплового расчета: определить площадь поверхности  $F$ . Величина  $F$  вычисляется на основании основного уравнения теплопередачи:  $Q = kF \Delta T_{cp}$ .

Цель конструктивного расчета – определить необходимые данные для создания конструкции выбранного типа теплообменника. Гидравлический расчет заключается в определении потерь давления по прямому и обратному потоку.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

*Лашин Л., студент, Сали М., студент, ОГАХ, Туснолобов В.К., доцент,  
ОГАХ*

Решение задач повышения эксплуатационной надёжности магистрального газопровода (МГ) требует прогнозирования аварийных или близких к ним ситуаций, исследования прочностного ресурса трубопроводов в условиях воздействия внешних факторов и эксплуатационных режимов.

Учитывая значительный физический и моральный износ газотранспортной системы Украины и ограниченные возможности реконструкции действующих и строительства новых трубопроводов, вопросы обеспечения надёжной работы МГ являются весьма актуальными.

Последовательность работ по оптимизации обслуживания МГ представляется следующая:

- проведение внутритрубной дефектоскопии МГ на базе современных технических средств и технологий;
- анализ и систематизация результатов дефектоскопии;
- расчёт величины давлений, допускающих эксплуатацию газопровода при существующих дефектах;
- построение графика расположения дефектов и допустимых для них давлений по длине трубопровода;
- компьютерное моделирование параметров транспортируемого газа при различных режимах работы компрессорной станции;
- наложение результатов компьютерного моделирования (график распределения давления по длине трубопровода) на график допустимых давлений;
- отбор наиболее опасных дефектов и определение очерёдности их устранения;
- установление допустимых давлений на выходе КС до устранения опасных дефектов;
- разработка оптимального плана технического обслуживания с учетом стоимости и периодичности диагностических обследований, затрат на проведение ремонтных работ и ликвидацию аварийных ситуаций.

Основное внимание в работе уделено методам и средствам приборной внутритрубной диагностики и коррозионного мониторинга действующих газопроводов. На основе анализа отечественного и зарубежного опыта сформулированы практические рекомендации по повышению прочности ресурса эксплуатационной надёжности МГ.

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ УТИЛІЗАЦІЇ ГУМОВОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ

*Лицкан Н.С., студентка ОДАХ, Зацеркляний М.М., доцент ОДАХ*

Проблема переробки й використання зношених шин автотранспортних засобів має важливе економічне й екологічне значення. Зношені шини, що вийшли з експлуатації, є джерелом забруднення, навколишнього середовища. Вони не піддаються біологічному розкладанню, вогнебезпечні і, у випадку загоряння, погасити їх досить важко. При горінні в повітря викидаються шкідливі продукти згоряння і у тому числі канцерогени. При складуванні шини служать ідеальним місцем для розмноження гризунів і інших переносників інфекційних захворювань. У житлових районах, що перебувають поруч із шинними смітниками, часто спостерігається зростання рівня таких захворювань, як енцефаліт і лихоманка Денге. Це особливо помітно в країнах з теплим кліматом, що ідеально підходить для розмноження москітів і комарів — переносників цих хвороб.

Основними напрямками утилізації зношених шин автотранспортних засобів можуть бути: зміцненні берегів рік, виготовленні штучних нерестовищ, буферів у портах, сидінь для гойдалки, і композиційних діжок для квітів; одержання регенерату для шинної промисловості і виробництва гумовотехнічних виробів; виготовлення виробів з гумової крихти: покрівельного матеріалу, бордюрів для автодоріг, плитки для спортивних і дитячих майданчиків, залізничних переїздів, злітно-посадочних смуг; використання при дорожнім будівництві у вигляді гумової крихти, для підсипання доріг під асфальтове покриття тощо.

Основні технологічні напрями утилізації гумовотехнічних виробів з отриманням гумової крихти.

При низькотемпературній переробці відпрацьованих шин подрібнення проводиться при температурах  $-60^{\circ}\text{C}$  ...  $-90^{\circ}\text{C}$ , коли гума знаходиться в псевдохрупком стані. Результати експериментів показали, що подрібнення при низьких температурах значно зменшує енерговитрати на подрібнення, покращує відділення металу та текстилю від гуми, підвищує вихід гуми. У всіх відомих установках для охолодження гуми використовується рідкий азот.

Вихід кінцевого продукту до кількості вихідної сировини:

- гранулят – 65%;
- текстильний корд – 10%;
- металевий корд – 23%;
- технічні втрати – 2%.

Кріогенний спосіб утилізації на базі турбодетандера заснований на поєднанні двох способів переробки: механічного подрібнення з одержанням гумової крихти з розмірами часток до 20 мм - блок попереднього

подрібнення, і кріомеханіческого подрібнення з одержанням високодисперсного гумового порошку з розміром часток 100-500 мкм - блок тонкого подрібнення.

Особливістю технології є використання в блоці тонкого подрібнення турбодетандерної техніки низькотемпературного холоду для отримання крихкої гуми. На відміну від технологій, які застосовують для цієї мети турбохолодильні машини, в даній технології використовується відкритий детандерний цикл, що забезпечує більш ефективне використання холоду.

Вихід кінцевого продукту до кількості вихідної сировини:

- гранулят – 64%;
- текстильний корд – 10%;
- металевий корд – 23%;
- технічні втрати – 3%.

Бародиструкційна технологія переробки автопокришок заснована на явищі «псевдозрідження» гуми при високих тисках та витікання її через отвори спеціальної камери. Гума та текстильний корд при цьому відділяються від металевго корду та бортових кілець, подрібнюються та виходять із отворів у вигляді первинної гумо-тканевої крихти, яка направляється на подальшу переробку.

Вихід кінцевого продукту до кількості вихідної сировини:

- гранулят – 62%;
- текстильний корд – 16%;
- металевий корд – 18%;
- технічні втрати – 4%.

Механічна переробка відпрацьованих автомобільних шин. В основі цієї технології закладено механічне подрібнення шин до невеликих шматків з послідовним механічним відділенням металевго та текстильного корду, заснованому на принципі «підвищення крихкості» гуми при високих швидкостях зіткнення, й отримання тонкодисперсних гумових порошоків розміром до 0,2 мм шляхом екструзійного подрібнення отриманої гумової крихти.

Вихід кінцевого продукту до кількості вихідної сировини:

- гранулят – 64%;
- текстильний корд – 10%;
- металевий корд – 22%;
- технічні втрати – 4%.

На рис 1 представлена порівняльна характеристика методів утилізації відпрацьованих шин, кінцевими продуктами яких є гранулят, текстильний корд та металевий корд.

Аналізуючи гістограму можна зробити висновок, що найбільш перспективним з цих чотирьох методів є низькотемпературний метод з

використанням рідкого азоту. При здійсненні утилізації цим методом найбільший вихід грануляту та найменший відсоток втрат.

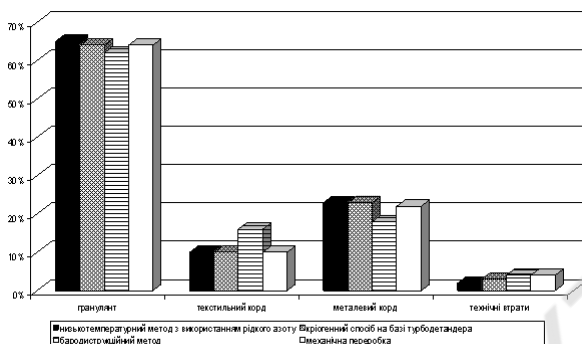


рис. 1 Порівняння на характеристики розглянутих методів

Нами також був проведений економічний аналіз цих методів, результати якого приведені в таблиці 1.

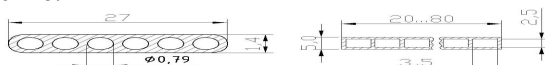
Метод переробки	Капітальні вкладення, грн	Експлуатаційні витрати, грн	Приведені витрати, грн	Сумарний економічний ефект, грн
Низькотемпературний метод з використанням рідкого азоту	11158200	2237942,8	3911672,8	7438800
Кріогенний спосіб на базі турбодетандера	16423200	3791484,1	6254964,1	10948800
Бародиструкційний метод	12232800	2771464,1	4606384,1	8155200
Механічна переробка	15807600	3760385,8	6131525,8	10538400

Проведений аналіз показав, що найбільш доцільним методом утилізації відпрацьованих шин за зведеними показниками є низькотемпературний метод з використанням рідкого азоту.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ СУГ В МИКРОКАНАЛЬНЫХ ТРУБАХ

*Лопушанский Л.А., студент, ОГАХ, Коба А.Л., доцент, ОГАХ.*

В последние годы специалисты-теплоэнергетики все большее внимание уделяют возможностям использования систем автономного обеспечения потребителей энергоресурсами, в частности, сжиженным природным газом (СПГ) и сжиженными углеводородными газами (СУГ). Переход промышленных и коммунальных потребителей, переработчиков сельхозпродукции на автономное газообеспечение сулит существенные выгоды, т.к. газификация на СПГ и СУГ снижает в 2,5...3 раза капитальные затраты в сравнении с газификацией на сетевом газе [1]. Получение и регазификация СПГ и СУГ в промышленных масштабах весьма энергоёмкий процесс. Для сжижения 10 миллиардов м<sup>3</sup>/год природного газа необходимы холодильные установки (ХУ) с установленной мощностью 500 МВт, а на обеспечение работы таких ХУ будет использовано примерно 12...15% начального количества газа (при использовании газового двигателя в качестве привода ХУ). Поэтому большое значение имеют работы, направленные на повышение эффективности процессов сжижения и регазификации СУГ [2]. Известно, что более половины металлоемкости и почти половина стоимости завода по сжижению углеводородов приходится на основное теплообменное оборудование – испарители и конденсаторы [2]. Применение более эффективных, с точки зрения теплопередачи, теплообменных поверхностей в испарителях и конденсаторах позволит существенно снизить их металлоемкость, габариты, стоимость, повысить надежность оборудования. В лабораториях ведутся работы по исследованию различных методов интенсификации теплообмена при кипении и конденсации низкокипящих теплоносителей: нанесение на поверхность капиллярно-пористых структур; структурирование поверхности путем нанесения крупноразмерных шероховатостей, продольных или поперечных микроканалов резервуарного типа, мелкокоразмерного оребрения; организация кипения в условиях стесненного отвода паровой фазы и т.п. Одним из перспективных способов повышения интенсивности теплоотдачи при кипении и конденсации низкокипящих теплоносителей является применение в качестве теплообменных поверхностей микроканальных прессованных алюминиевых плоских труб, форма и размеры которых показаны на рис.1. Такие плоскоовальные прессованные алюминиевые микротрубчатые профили применяют с 80-х годов прошлого века в автомобильной и аэрокосмической отрасли для создания высокоэффективных теплообменных аппаратов с уникальными массогабаритными характеристиками и высокой надежностью.



### Рис.1. Форма и размеры сечений микроканальных труб

Цельноалюминиевые теплообменные аппараты на основе микроканальных алюминиевых труб обладают следующими достоинствами по сравнению со стандартными аппаратами с медными трубами и алюминиевыми ребрами:

меньшими на 25...30% габаритами за счет более развитой поверхности;

уменьшенным внутренним объемом на 30...70%;

- повышенной коррозионной стойкостью за счет монометаллической конструкции;

- пониженной массой на 50% ;

- увеличенной механической прочностью.

Однако в настоящее время в литературе отсутствуют результаты исследований теплоотдачи при кипении и конденсации в микроканальных теплообменных аппаратах, необходимые для их расчетов и рационального конструирования. Для исследования теплообмена при кипении СУГ, в частности н-бутана и пропана, будет применена экспериментальная установка, описанная в [3], где в качестве испарительного участка ДТС использованы секции микроканальных теплообменных аппаратов длиной 300...400 мм, размерами и формой сечения каналов, показанных на рис.1. Применение такой установки позволяет проводить экспериментальные исследования кипения пожароопасных теплоносителей с минимальным объемом их заправки в контур ДТС – всего 60...80 мл и воспроизводить тепловую и гидродинамическую обстановку в микроканалах, соответствующую работе реальных испарителей. Экспериментальная установка позволяет исследовать теплоотдачу при кипении при ГУ 2-го рода ( $q=\text{Const}$ , электрический нагрев), при ГУ 3-го рода ( $\alpha=\text{Const}$ ) и при ГУ 1-го рода ( $\alpha \rightarrow \infty$ ,  $t_{\text{ст}} \rightarrow t_{\text{ж}}$ ;  $t_{\text{ст}} \approx \text{Const}$ ) с использованием нагрева теплообменной поверхности скоростными струями горячей воды. На этой установке предполагается провести исследования теплообмена и гидродинамики при кипении н-бутана и пропана, как модельных низкокипящих углеводородов. Полученные данные по теплоотдаче будут обработаны в виде эмпирических зависимостей:  $\alpha = f(q, P_{\text{нас}}, d_3)$  и в обобщенной критериальной форме:

$$Nu = \alpha \cdot D_0 / \lambda = f(Re^*, Pr, K_s, K_g, \dots)$$
 где:  $d_3$ - эквивалентный диаметр микроканала;  $D_0 = \{\sigma / g(\rho^{\square} - \rho^{\square\square})\}^{0,5}$  - отрывной диаметр парового пузыря. Проведенные экспериментальные исследования позволяют получить надежные результаты по зависимости интенсивности теплоотдачи от основных режимных характеристик процесса кипения и геометрических особенностей микроканальных труб.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ (ВЭР) ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ (ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ)**

*Студент II курса - Александр Мансарлийский Руководитель:  
Никишин Владимир Павлович - техникум газовой и нефтяной  
промышленности ОГАХ*

Добыча газа в Украине по итогам 2011г. составила порядка 20 млрд.м<sup>3</sup>. Газотранспортная система Украины обеспечивает 80% транзита российского газа на экспорт странам Европы.

Количество подземных хранилищ газа (ПХГ) - 13. Украина занимает 2 место в Европе по активной емкости ПХГ - 32,0 млрд. м<sup>3</sup>. А в перспективе возможно сооружение ПХГ в Одесской области, например пгт Сарата (в водоносном слое).

По видам энергии вторичные энергоресурсы (ВЭР), в том числе и ВЭР компрессорных станций (КС), подземных хранилищ газа (ПХГ) разделяются на горючие, тепловые и ВЭР избыточного давления.

Наибольшим энергетическим потенциалом располагают уходящие газы газоперекачивающих агрегатов (ГПА).

В настоящее время, учитывая технологические нужды компрессорных станций (КС) и ПХГ в различных видах энергии и возможную выработку ВЭР, определились следующие основные направления их использования: выработка дополнительной механической, электрической энергии; охлаждение транспортируемого газа; теплоснабжение промышленных и сельскохозяйственных объектов. При этом основной задачей использования ВЭР ПХГ является - экономия природного газа.

Для реализации перечисленных направлений использования тепловых ВЭР КС необходимо эффективное утилизационное оборудование, отвечающее современным требованиям, которые предъявляются к источникам теплоты.

Следует отметить, что в системах утилизационного теплоснабжения (СУТ) в качестве теплоносителя используется, как правило, вода.

Значительное улучшение использования тепловых ВЭР КС и ПХГ может быть достигнуто путем разработки и использования для нужд отрасли и всей промышленности высокоэффективного теплоутилизационного оборудования с применением традиционных теплоносителей - воды и водяного пара.

В результате исследования был разработан и испытан в ОАО «Укргазпром» УТ с продольно - оребренными трубами для ГМК типа 10 ГКНА, установленных на Червонопартизанском, Олишевском и Солоховском ПХГ Украины. Применение продольно-оребранных поверхностей представляется оптимальным, так как они обладают большей тепловой

эффективностью по сравнению с гладкими и меньшей склонностью к образованию отложений, чем поперечно- оребренные.

Схема теплообменника представлена на рисунке 1. Он устанавливается на выхлопной трубе агрегата 7 и состоит из теплообменного блока 2 и тройника 5 с двумя газорегулирующими заслонками 6 и взрывным клапаном для защиты конструкции от возможных хлопков при пуске ГМК (на схеме не показан). Теплообменный блок содержит объемный трубный пучок 3, состоящий из 64 труб диаметром 38 x 2,5 с приварным продольным оребрением (по 12 ребер на трубе). Системой коллекторов трубы соединены в восемь секций; установленными в коллекторах перемычками обеспечивается четырех-ходовая схема движения теплоносителя - в каждом ходе вода движется по 16 трубам. Тройник вваривается в выхлопную трубу за пределами укрытия 4. Дополнительная механическая нагрузка на трубу воспринимается опорной конструкцией 1.

Установка теплообменника на байпасе выхлопной трубы позволяет регулировать расход выхлопных газов ГМК через него в широких пределах. Габаритные размеры теплообменника 3,3 x 0,67 x 0,67 м<sup>3</sup>, масса - 1,2т.

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ У ВОДАХ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ ЧОРНОГО МОРЯ ТА ПРИБЕРЕЖНИХ ВОДОЙМ

*Матвійчук О.О., студентка, ОГАХ, Цикало А.Л, проф., ОГАХ*

Північно-західне Причорномор'я та, зокрема, південна частина Одеської області характеризуються певними особливостями. Так, відносно велика кількість водойм і водних джерел, з одного боку, поєднується з гострою нестачею якісної питної води (оскільки води водних об'єктів солоні або солонуваті, або ж дуже забруднені продуктами техногенної діяльності). Це особливо характерне для південно-західної частини Одеської області, Придунайської зони. Отож, могутня ріка Дунай (друга в Європі), яка тече по територіям кількох європейських країн, несе до Одеського регіону і Чорного моря забруднену воду, очищення якої у необхідних кількостях являє дуже серйозну інженерно-технологічну проблему. Кліматичні умови та досить потужний рекреаційний потенціал (сприятливі метеорологічні умови, густа мережа курортних, оздоровчих установ) поєднується тут з великою кількістю промислових та промислово-транспортних об'єктів, у тому числі, екологічно напружених та потенційно небезпечних (порти, термінали, перевантажувальні комплекси нафти, мастил, газу, хімікатів, сховища небезпечних речовин, магістральні трубопроводи тощо).

Основні екологічні особливості Чорного моря визначаються тим, що воно майже замкнене, із Середземним морем сполучається лише через вузьку Босфорську протоку, що суттєво утруднює водообмін. Саме цей чинник призводить до надзвичайної вразливості чорноморської екосистеми до забруднювачів. Потрапивши у морський басейн, поллютанти залишаються у ньому на довгий час, тому що обмін водою із Мармуровим морем відбувається раз на 280 – 430 років [1;2].

У море впадає низка повноводних річок: Дунай, Дніпро, Дністер, Буг, Дон, Кубань, Ріоні, що приносять значні об'єми прісної води, тому солоність у верхньому горизонті водної товщі в середньому становить 17‰, тобто удвічі нижча порівняно зі Світовим океаном (37‰). Така знижена солоність має два важливі наслідки:

- відносно низьке видове різноманіття;
- висока продуктивність екосистеми моря.

Винос у море із стоками річок поживних речовин призводить до евтрофікації.

Куяльницький лиман знаходиться на північно-західному узбережжі Чорного моря, його площа становить 56-60 км<sup>2</sup> з середньою глибиною 3 м. Лиман відокремлений від моря піщаним пересипом шириною до 3 км. Середня солоність води в даний час близько 75‰. В лиман впадає річка Великий Куяльник. Єдині, окрім бактерій, живі організми, які на даний момент мешкають в лимані, це – зяброногий рачок артемія і личинки комара

мотиль. Екологічна обстановка Куяльницького лиману знаходиться в несприятливому стані. Одна з важливих проблем – забруднення вод лиману різними добривами. Основна маса забруднень надходить в лиман із стоком річки Великий Куяльник і зі стоком з навколишніх полів. Висока зарегульованість Великого Куяльника веде до штучного зменшення стоку, що призводить до обміління лиману. Другою, не менш актуальною проблемою, є незаконний видобуток піску на його схилах. Річка Малий Куяльник, що впадає в лиман, перекрита насипом, по якому їздять самоскиди. Біля села Адамівка в руслі річки вириті величезні котловани. Як наслідок, існує висока загроза руйнування схилів та втрати рекреаційних ресурсів [3;4].

Лиман Хаджибей — знаходиться на північно-західному узбережжі Чорного моря, на північний-захід від м. Одеси. Його площа складає приблизно 70 км<sup>2</sup>, з глибиною до 15 м (середня до 2,5 м). Лиман закритого типу, від моря відокремлений Куяльницько-Хаджибейським пересипом завширшки близько 4,5 км. Дно лиману на глибині від 2 м вкрите шаром чорного мулу. Гідрологічний режим лиману також залежить від скиду вод із Станції біологічного очищення "Північна", які складають 150-170 млн. м<sup>3</sup> на рік (чверть об'єму лиману). Завдяки скиданню прісних вод солоність води лиману за останні десятиліття знизилась з 20-25‰ до 5-6‰ [3].

Актуальність досліджень фізико-хімічних і гідрологічних властивостей прибережних вод Чорного моря та причорноморських водойм як показників екологічного стану обумовлена великим господарським значенням північно-західного шельфу Чорного моря і прибережної зони та, з іншого боку, значною уразливістю водного середовища цього регіону щодо впливу техногенного навантаження.

Серед властивостей вод важливе місце займає рівень прозорості, з котрим пов'язані освітленість вод та можливість життя і розвитку водних рослин, а також життя представників іхтіофауни та інших гідробіонтів. Цю властивість вимірювали лазерним приладом для визначення прозорості зразків вод (чи інших рідин) [5]. Дія приладу заснована на ефекті розсіяння світла лазера у воді зваженими частинками (у складі яких, чи на яких в значній мірі знаходяться різноманітні полутанти та шкідливі мікроорганізми). Прозорість була виміряна в 3-х точках берегової лінії Чорного моря, в річці Дунай та лиманах Хаджибей і Куяльник. Найпрозоріші зразки води, за даними вимірів, відібрані на береговій смузі Чорного моря (а саме пляжу Ланжерон), та найбільш мутна вода належить Куяльницькому лиману.

Також було застосовано прилади: The Hach Model 44600 Conductivity/TDS Meter яким були виміряні солоність та провідність вод, Hanna Instruments WATER TEST також вимірювалися провідність, а також рН (кислотно-лужний водневий показник), Eh (окисно-відновний потенціал) і температуру. За результатами нещодавніх аналізу найбільш солоні вода у

Куяльницькому лимані (приблизно 130 г/л), у ньому ж більша провідність (до 298,164 мS/см); а більш прісна вода у річці Дунай (0,26 г/л – за мінералізованістю відповідає вимогам до питної води), в неї ж найменша провідність (0,531 мS/см). рН переважно слабо лужний (до 9,5). Eh переважно нижче нуля (окрім Дунаю (56 мВ), в цій воді відбувається перехідні окісно-відновні процеси), що свідчить про наявність відновних процесів у водах, що характерно для підземних вод чи вод з наявністю сірководню [6].

Завдяки капілярному вискозіметру було виміряно і розраховано динамічну в'язкість вод, найбільша в'язкість характерна для вод Куяльницького лиману завдяки його великій солоності. Це – важливий показник, який також впливає на видове різноманіття флори і фауни водойм.

На базі виконаних досліджень можливо зробити висновок, що водойми потребують більше уваги, оскільки показники екологічного стану прибережних вод Чорного моря та причорноморських водойм обумовлені великим господарським впливом.

### Література

1. Зайцев Ю.П. Введение в экологию Черного моря./ - Одесса: «Эвен», 2006. – 224 с.
2. Зайцев Ю.П. Чорноморські береги України. – К.: Академперіодика, 2008. – 242 с.
3. Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья. Географические основы хозяйственного освоения / Под ред. Швевса Г.И. : Ленинград.: «Наука», 1988. - 300 с.
4. Лиманы Северного Причерноморья / Полищук В.С., Замбриборщ Ф.С.,Тимченко В.М. и др.; Отв. ред. Миронов О.Г.; АН УССР, Ин-т гидробиологии. - Киев : Наук.думка, 1990. – 204 с.
5. А.Л. Цыкало, Ю.Д. Котюков, О.А. Матвейчук, В.В. Радева/ Комплект приборов для изучения физико-химических свойств вод природных и искусственных водоёмов / Холодильна техніка і технологія, №4 – Одеса, 2010. – 126с.
6. Леонов Б.И., Прилуцкий В.И., БахирВ.М. Физико-химические аспектыбиологического действия электрохимическиактивированной воды. - М.: ВНИИИМТ, 1999. - с. 244.

## ПАССИВНЫЕ ГЕЛИОСИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЙ ЗДАНИЙ

*Мельник Е.Н., студентка, ОГАХ, Якуб Л.Н, доцент, ОГАХ.*

В настоящее время перед Украиной, как и перед всем миром, остро стоят две взаимосвязанные проблемы: экономия топливно-энергетических ресурсов и уменьшение загрязнения окружающей среды. Одним из эффективных путей экономии топливно-энергетических ресурсов является использование экологически чистых нетрадиционных возобновляемых источников энергии, а именно - солнечной энергии. Пассивные солнечные здания - это здания, проект которых разработан с максимальным учетом местных климатических условий, и где применяются соответствующие технологии и материалы для обогрева, охлаждения и освещения здания за счет энергии Солнца. Концепция «Пассивного дома» представляет собой комплексный подход к экономичному, экологически чистому и энергосберегающему строительству зданий различного назначения (от частных коттеджей до общественных зданий). Очевидным экологическим преимуществом пассивного дома является экономия топлива и сокращение выбросов вредных веществ, продуктов горения, попадающих в атмосферу. Во всём мире к 2006 году построено более 6000 пассивных домов, офисных зданий, магазинов, школ, детских садов. Большая их часть находится в Европе. На Украине первый пассивный дом был построен в 2008г.: «Пассивный дом в Киеве» в базе данных Института пассивного дома в Дармштадте. Это авторский проект архитектора Татьяны Эрнст. Для отопления зданий используются следующие типы пассивных гелиосистем:

- С прямым улавливанием солнечного излучения или открытые системы; где солнечные лучи проникают в помещения через оконные проемы (обычно увеличенных размеров) и нагревают строительные конструкции, которые становятся приемниками и аккумуляторами тепла.

- С непрямым (косвенным) улавливанием солнечного излучения или закрытые системы, где поток солнечной радиации непосредственно в помещение не проникает, а поглощается приемниками солнечной радиации, совмещенными с наружными ограждающими конструкциями, которые являются, как правило, и аккумуляторами теплоты, например теплоаккумулирующей стеной, расположенной за остеклением южного фасада; В работе обсуждается также экологический аспект пассивного дома. Известно, что комфортная среда обитания, формируемая в пассивных домах, способствует продлению жизни человека. Например, микроклимат такого здания целебно влияет на аллергиков. Неудивительно, что именно эти особенности пассивных домов стали причиной их быстро растущей популярности в последние годы.

## **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ДОБЫЧИ ГАЗА ИЗ МОРСКИХ ЗАЛЕЖЕЙ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ**

*Мирончак О.Д., студентка, ОГАХ, Цыкало А.Л., проф., ОГАХ*

Газовые гидраты являются важным и весьма перспективным энергоносителем. Углеводородные газы, которые можно извлечь из газогидратных отложений, способны решить актуальные энергетические проблемы ряда регионов и отдельных государств, что особенно важно в условиях современного мирового энергетического кризиса.

Добыча метана и других углеводородных газов из газовых гидратов донных морских отложений по необходимости связана с проведением достаточно масштабных разведывательных работ, осуществлением бурения с целью создания пробных и производственных скважин.

Можно выделить следующие пункты в качестве основных потенциальных экологических факторов риска для развития газогидратной промышленности: (1) утечек метана из морского дна вокруг добывающих скважин, (2) сброс неочищенных производственных вод в океан, (3) просадка грунта морского дна, и (4) подводные оползни.

Чтобы лучше понять потенциальный характер каждого из экологических факторов риска, проводятся морские исследования, экологический мониторинг до, во время, и после морских производственных испытаний. Так, для выпуска очищенных производственных вод японские ученые в рамках проекта LAPAN'S METHANEHYDRATER&D PROGRAM разработали 3-D модель, на основе которой возможно исследование их распространения.

На основе этих результатов были разработаны основные конструкции необходимых очистных сооружений с тем, чтобы предотвратить или свести к минимуму воздействие на окружающую среду до приемлемого уровня.

Утечки метана трудно отследить путем периодического отбора проб воды, потому что метан способен распространяться в морской среде в разбавленных, низких концентрациях. Поэтому, была разработана специальная система мониторинга утечки метана (MLMS). Она применяется в относительно мелководных зонах: 100-350 м ниже уровня морского дна.

Цель проведения мониторинга - обнаружить любое увеличение растворенного метана во время/после испытаний производственной скважины, которая будет сопровождаться образованием пузырей газа (метана). Эта система мониторинга включает датчик температуры, датчик солености, и измеритель тока. Места установки должны быть приняты с учетом текущей скорости и направлении нижнего течения воды.

Термобарические условия существования газовых гидратов находятся вблизи границ пределов устойчивости, поэтому даже относительно

небольшие их изменения могут привести к разложению гидратов и в результате – к неконтролируемым выбросам газа в атмосферу, взрывам, пожарам, многократному усилению парникового эффекта, а также могут стать причиной механической неустойчивости инженерных сооружений.

Таким образом, принято считать, что производство метана из газовых гидратов очень опасно ввиду того, что газовые гидраты весьма нестабильны, и после диссоциации процесс может стать неуправляемым. Однако, это не так. Диссоциация газовых гидратов является эндотермической реакцией, а это означает, что при диссоциации газовых гидратов в отложениях температура окружающих отложений снижается.

Существует самоограничение, и вместо того, чтобы процесс ускорялся, на самом деле он нуждается в постоянном подведении энергии, чтобы продолжиться. Другими словами, цепной реакции диссоциации происходить не будет. Если бы газовые гидраты было настолько легко отделить, то коммерческие разработки уже проводились бы, потому что, на данном этапе основная проблема, с которой сталкивается промышленная разработка газовых гидратов, это - "как реализовать эффективную диссоциацию газовых гидратов в природных условиях".

## МОНІТОРІНГ ПОБУТОВОГО ВИКОРИСТАННЯ ГАЗУ У ОДЕСЬКОМУ РЕГІОНІ.

*Науменко А., студент, ОГАХ, Кравченко М.Б., доцент, ОГАХ*

Для вивчення особливостей побутового використання природного газу простіше всього було б встановити окремі лічильники газу на кожен з побутових приладів, який використовує природний газ та регулярно знімати показання цих лічильників на протязі терміну дослідження. Але такий підхід практично не може бути реалізований з двох причин: по-перше, для цього потрібно було б встановити сотні додаткових лічильників газу. А, по-друге, при використанні двоконтурних котлів практично не можливо відокремити витрату газу на опалення та на гаряче водопостачання.

Тому у цій роботі був використаний інший підхід, основна ідея якого полягає у тому, що витрата газу на опалення житлових приміщень повинна залежати від температури оточуючого повітря і бути не залежною від температури водопровідної води. Складова витрати газу на гаряче водопостачання, навпаки, буде залежати від температури водопровідної води і майже незалежною від температури оточуючого повітря. Тому отримавши данні про витрату газу різними користувачами, шляхом відповідної математичної обробки газу можливо відокремити складову яка залежить від температури навколишнього середовища, від складової витрати газу, яка залежить від температури водопровідної води. Таким чином. можна проаналізувати залежність від температури навколишнього середовища витрати газу на опалення житлових приміщень, витрату газу на гаряче водопостачання, та прийнявши, що витрата газу на приготування їжі не залежить від температури води та повітря, оцінити її величину.

Основна перевага такого підходу полягає у тому, що для реалізації такого дослідження можна використовувати інформацію про поточну витрату газу різними користувачами, яка надходить до організацій, які здійснюють газопостачання населенню та використовується при оплаті за використаний газ. Це дозволяє використовувати надзвичайно велику базу даних, яка вже існує.

Для проведення цього дослідження Одесгаз надав данні про витрату газу на декількох багатоквартирних домах, в яких встановлена електронна система контролю витрати газу. Ця система щоденно направляє данні про витрату газу в комп'ютер Одесгазу. Це дає дуже детальну картину використання газу його споживачами протягом року.

Для проведення дослідження потрібно мати данні про температури водопровідної води і повітря протягом терміну спостереження витрати газу. Температура повітря, та інші метеорологічні параметри регулярно вимірюються і доступні через мережу Інтернет. Температура

водопровідної води не спостерігається жодною з відомих служб. Тому в даному дослідженні проведене вимірювання температури водопровідної води з жовтня 2011 р. по березень 2012 р.

Для того, щоб знайти хід температури водопровідної води за термін спостереження витрати газу, який не співпадає з періодом вимірювання температури води, було прийняте припущення про те, що хід температури водопровідної води залежить тільки від температури оточуючого повітря. При чому, швидкість зміни температури води пропорційна різниці температур води і повітря. Ця умова аналогічна граничним умовам третього роду, які використовуються у задачах нестационарного теплообміну.

В роботі показано, що таке припущення добре відповідає результатам вимірів, та була знайдена відповідна константа теплообміну. Це дозволило розраховувати температуру водопровідної води по відомому ходу температури повітря.

Знайшовши хід температур повітря та водопровідної води, був проведений аналіз витрати газу на побутові потреби. Аналіз проводився шляхом апроксимації витрати газу по методу найменших квадратів двома функціями, одна з яких залежить тільки від температури повітря, а інша залежить тільки від температури водопровідної води. В результаті апроксимації вдалося знайти функції, які майже точно відтворюють витрату газу протягом року у багатоквартирному будинку у Шампанському пров. 2.

Аналіз отриманих функцій та співставлення з існуючими нормами витрати газу на побутові потреби говорить про те, що існуючі нормативи дають сильно завищену витрату газу на побутові потреби. По опаленню у 3-4 рази по, витраті на приготування їжі та гарячому водопостачанню у 4-5 разів. Це розходження може бути пояснено, як наслідок того, що протягом останніх 20-30 років суттєво покращилися технології будівництва, з'явилися нові теплоізоляційні матеріали, тощо. Крім того, змінився спосіб життя багатьох людей у нашому місті. Мешканці Одеси стали більше використовувати полуфабрикати, мікрохвильові печі і т.п. Ці призвели до суттєвого зменшення витрати газу на приготування їжі.

Висновком роботи є те, що норми витрати газу на побутові потреби застаріли й потребують вдосконалення.

# ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ В ЕНЕРГЕТИЧНОМУ ЦИКЛІ

*Овченецька К.П., студентка, ОДАХ, Геллер В. З., проф, ОДАХ*

Проведений еколого-енергетичний аналіз деяких харчових виробництв на основі методики розрахунку повної еквівалентної емісії парникових газів (ПЕЕПГ) на повному життєвому циклі процесу. Вивчені можливості використання вторинних енергоресурсів харчових підприємств в енергетичному циклі. Розглянута можливість виробництва енергії за рахунок вторинних енергоресурсів шляхом вживання паросилової установки, що реалізовує цикл Ренкіна. Для такої паросилової установки запропоновано використовувати циклогексан як робочу речовину.

Ефективність роботи будь-якої енергетичної системи у значній мірі залежить від вибору робочого тіла. Як відомо, найбільш ефективним робочим тілом для енергетики є вода і водяна пара, оскільки ця речовина має найбільшу приховану теплоту пароутворення. Однак, для наших умов, коли максимальна температура вторинних енергопотоків не перевищує 230-250°C, найбільш прийнятні термодинамічні властивості води не можуть бути використані у повному обсязі. В даній роботі розглянута можливість використання вуглеводнів в якості робочих тіл у циклі Ренкіна. Слід зазначити, що деякі вуглеводні в останні роки успішно застосовуються в холодильних компресорних системах, не дивлячись на їх можливу пожежо- і вибухонебезпечність. В зв'язку з цим, був проведений порівняльний аналіз циклу Ренкіна, що використовують в якості робочого тіла різні речовини, в тому числі деякі вуглеводні, метанол і етанол. Вихідні дані для аналізу приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 Початкові дані для аналізу ефективності циклу Ренкіна

Робоче тіло	Хімічна формула	Тиск, бар	
		При $t=30^{\circ}\text{C}$	При $t=230^{\circ}\text{C}$
Декан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	0,03	3,5
Гептан	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	0,1	15,9
Циклогексан	$\text{C}_6\text{H}_{12}$	0,16	21,0
Гексан	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	0,25	28,4
Етанол	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	0,10	50,7
Метанол	$\text{CH}_3\text{OH}$	0,22	68,9

Аналіз показав, що в найбільшій мірі вказаним потребам відповідає циклогексан ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ). Ця речовина має найбільш підходящі для вирішення даної проблеми термодинамічні властивості (нормальна точка кипіння = 80,74°C, критична температура = 280,5°C, критичний тиск = 40,7 бар).

Для розрахунку і аналізу циклу Ренкіна необхідний набір даних по термодинамічним властивостям робочої речовини, в тому числі термодинамічне рівняння стану, що потребується для побудови термодинамічних діаграм і, в першу чергу, діаграм температура – ентропія, тиск – ентальпія. У зв'язку з цим, отримані експериментальні термодинамічних властивостей циклогексану в області перегрітого пару при температурах 100-250°C і тисках 1-20 бар і рівняння стану циклогексану було представлено у вигляді модифікованого рівняння Бенедикта – Вебба – Рубіна (БВР)

$$P = \sum_{n=1}^9 a_n \rho^n + \exp \left[ \left( \rho / \rho_c \right)^2 \right] \sum_{n=10}^{15} a_n \rho^{2n-17} ,$$

де  $a_i$  – підгінні параметри;  $\rho$  – щільність;  $\rho_c$  – критична щільність.

Рівняння (5.27) використано для розрахунку термодинамічних властивостей (ентропії, ентальпії і т. д.) для циклогексану у стані перегрітої пари. Термодинамічні діаграми дозволили проаналізувати ефективність робочої речовини. Результати розрахунку і порівняльні дані подані у таблиці 2.

Таблиця 2. Результати розрахунку термічного коефіцієнту корисної дії.

Робоче тіло	ККД, %
Вода	16,7
Метанол	21,7
Етанол	26,4
Циклогексан	29,6

По отриманим даним можна зробити висновок, що циклогексан має доволі високий термічний ККД, порівняно із традиційними робочими речовинами, тому вуглеводні можуть бути використані в якості робочих тіл в енергетичних циклах.

## ИСКУССТВЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЭСНОЙ ВОДЫ

*Орлов В.А., студент, ОГАХ, Смирнов Л.Ф., проф., ОГАХ*

Развитие человечества сопровождается увеличением населения Земли, а также растущими запросами в отношении природных ресурсов. Одним из таких ресурсов является пресная вода, нехватка которой достаточно остро ощущается в ряде регионов Земли. В частности, постоянного доступа к питьевому ресурсу не имеет более трети населения планеты, то есть более двух миллиардов человек. Ожидается, что в 2020 году нехватка воды будет выступать в качестве одной из основных глобальных проблем человечества. В Украине же одним из наиболее сложных в воднохозяйственно-экологическом плане регионов является Одесская область. Она занимает последнее место в Украине по объемам водных ресурсов местного стока на одного жителя (0,14 тыс. куб. м) и имеет чрезвычайно высокий уровень антропогенной нагрузки на водозаборы основных рек. Прогнозные эксплуатационные запасы пресных и слабосоленых подземных вод составляют около 270 млн. куб. м/год, а эксплуатационные – всего 150 млн. куб. м/год. Следовательно – на одного жителя области приходится 0, 297 куб. м/сутки прогнозных ресурсов подземных вод (по Украине –1,1 куб. м/сутки). Вероятно, что по мере обострения дефицита пресной воды важным станет вопрос об экономии и восполнении её запасов. Этого можно достичь с помощью улучшения водоснабжения, очистки воды, гигиены и эффективного управления водными ресурсами. Помимо поверхностных и ископаемых источников питьевой воды существует также возможность получать её из вод морей и океанов. Высокая концентрация солей делает морскую воду непригодной для питья и для многих других целей. Содержание солей в водопроводной воде, согласно требованиям органов здравоохранения, не превышает 0,05%. Это намного меньше по сравнению с их 3,5%-ным содержанием в нормальной морской воде или с 0,5%-ным содержанием в соленых подземных водах. Снижение содержания солей в морской воде или соленых водах до уровня, при котором вода становится пригодной к использованию, производится путём опреснения. В результате анализа существующих методов опреснения соленых вод выявлено, что из всего объема получаемой в мире опресненной воды на долю дистилляционных опреснительных установок приходится 96%, электродиализных - 2,9%, гиперфильтрационных - 1% и на долю остальных (замораживающих, ионообменных) - 0,1%. Любой из названных способов опреснения воды, может лечь в основу постройки больших производственных предприятий.

# ПРОЕКТ ГЕЛІСВОЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ В ІНДИВІДУАЛЬНОМУ ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ.

*Перетятко В.В. студент, ОДАХ*

Для опалення в індивідуальному будинку можливо використовувати альтернативні джерела тепла, а саме сонячне світло і низько потенціальне джерела тепла. Для використання сонячної енергії і акумуляції потрібні гелієві системи. Теплові насоси використовуються при використанні низько потенціального тепла. Будинок з гелієвою системою опалення з використання теплового насосу може повністю себе забезпечувати теплом, для роботи системи потрібна тільки сонячний колектор енергія, яка забезпечує роботу електричних двигунів і блоку управління і автоматики. Принципіальна схема гелієвої систем опалення в індивідуальному житловому будівництві з використання теплового насосу представлена на малюнку.



В даній системі наявні сонячні колектора, два бака акумулятора теплоти, піковий догрівач, тепловий насос. Для роботи системи потрібні водяні насоси (Н1, Н2), Воняний насос «Н1» в гелієвому контурі, а водяний насос «Н2» в циркуляційному контурі опалення. Компресора (К) забезпечує циркуляцію агента в тепловому насосі. Дросель (Д) дросилує пари агента в контурі теплового насоса. Ціль цієї системи підвищити продуктивність гелієвого контуру за рахунок зниження температури води в баку акумуляторі гелієвого контуру шляхом використання теплового насоса, випарник якого в монтований в бак акумулятор гарячої води сонячного контуру, а конденсатор в бак акумулятор системи опалення. За рахунок зниження температури в сонячному контурі зменшуються теплові втрати в оточуюче середовище. На основі розрахунків було встановлено що комбінована схема сонячного колектора і теплового насоса дає можливість зменшити витрати на забезпечення гарячою водою і опалення будівлі, за рахунок зменшення капітальних витрат.

# МОНИТОРИНГ ПОТЕРЬ НЕФТИ ОТ ИСПАРЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВАЛКЕ ИЗ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРН

Подгорный К.В., студент ОГАХ, Кологривов М.М., доцент, ОГАХ

Борьба с потерями нефтепродуктов - один из важнейших путей экономии топливно-энергетических ресурсов, которые играют ведущую роль в развитии экономики. Существенный источник экономии нефтяных ресурсов – устранение потерь при их добычании, переработке, транспортировке и хранении.

Испарение легких фракций приводит к изменению физико-химических свойств нефти и нефтепродуктов, уменьшению выхода светлых нефтепродуктов при переработке нефти, ухудшению эксплуатационных характеристик двигателей. Легкие углеводороды, которые теряются, загрязняют окружающую среду и повышают пожароопасность предприятий.

Проведен расчет потерь нефти при сливе и наливке железнодорожных вагонов-цистерн, поступающих на нефтебазу. В качестве примера выбрана база ОАО «Одеснефтепродукт». Рассматриваются потери от «больших дыханий» при сливе и наливке.

При сливе нефти и нефтепродуктов на железнодорожной эстакаде из вагонов-цистерн нефть сливается в коллектор, расположенный по всей длине эстакады. Коллектор снабжен патрубком открытым во время его заполнения нефтью. Пары нефтепродукта, находящиеся в коллекторе до начала слива, уходят в атмосферу.

Для расчёта потерь паров нефти из коллектора при сливе на железнодорожной эстакаде используется формула:

$$\dot{m}_{\text{А.А.}}^{\text{н.п.}} = \rho \cdot F_{\text{Кол}} \cdot L_{\text{Кол}} \cdot n_{\text{Кол}} \quad (1)$$

где  $\rho$  - плотность паров нефтепродукта, кг/м<sup>3</sup>;  $F_{\text{Кол}}$  - площадь поперечного сечения коллектора, м<sup>2</sup>;  $L_{\text{Кол}}$  - длина коллектора, м;  $n_{\text{Кол}} = 2$  - количество коллекторов на одной двухсторонней эстакаде,

Потери от «больших дыханий» при анализе цистерн определяются по формуле [1, с. 75]:

$$M_{\text{Б.Д.}}^{\text{н.п.}} = k_{\tau} \cdot V_{\text{зак}} \cdot (p_s / P_s) \cdot \rho \quad (2)$$

где  $P_{\tau}$  — абсолютное давление в газовом пространстве (ГП), Па;  $p_s$  — давление насыщенных паров нефти, Па;  $V_{\text{зак}}$  — объем наливаемого нефтепродукта или нефти, м<sup>3</sup>;  $t_{\text{н}}$  - среднемесячная температура нефти, °С.

Данные потерь при сливе приведены в табл. 1, при наливке в табл. 2.

Таблица 1 – Количество потерь нефти из коллектора на эстакаде за 2008-2010 год.

	2008	2009	2010
Кол-во вагонов	91378	87930	95690
Масса потерь, кг	548688,3	527984,5	574580,2
Стоимость потерь, долл.США	175580,3	168955	183865,7

Таблица 2 – Потери отпри наливе железнодорожных цистерн.

Месяц	$t_n, ^\circ\text{C}$	$P_s, \text{Па}$	$M_{\text{Б.Д.}}^{\text{Ц}}$ , кг	$M_{\text{м}}, \text{кг}$	$\$, \text{долл.США}$
Январь	-4,8	$8.033 \cdot 10^{-3}$	9.341	4670,5	1494,56
Февраль	-0,7	$9.178 \cdot 10^{-3}$	10.673	4336,5	1707,68
Март	4,1	$1.073 \cdot 10^{-4}$	12.475	6237,5	1996
Апрель	12,3	$1.4 \cdot 10^{-4}$	16.284	8142	2605,44
Май	17,2	$1.642 \cdot 10^{-4}$	19.095	9547,5	3055,2
Июнь	23,3	$2.002 \cdot 10^{-4}$	23.282	11641	3725,12
Июль	26,6	$2.229 \cdot 10^{-4}$	25.918	12959	4146,88
Август	27,7	$2.31 \cdot 10^{-4}$	26.862	13431	4297,92
Сентябрь	18,8	$1.73 \cdot 10^{-4}$	20.115	10057,5	3218,4
Октябрь	13,8	$1.47 \cdot 10^{-4}$	17.098	8549	2735,68
Ноябрь	7,6	$1.202 \cdot 10^{-4}$	13.977	6988,5	2236,32
Декабрь	-0,25	$9.313 \cdot 10^{-3}$	10.83	5415	1732,8
Всего		-	-	101975	32632

Полученные результаты позволяют в дальнейшем разработать эффективную установку для улавливания паров лёгких фракций нефти.

### Литература

1. Борьба с потерями нефти нефтепродуктов при их транспортировке и хранении/ Абузова Ф. Ф., Броштейн И. С., Новоселов В. Ф. и др.— М. Недра, 1961, 248 с.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА РЕКУПЕРАТИВНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА ПО ОБРАТНОМУ ЦИКЛУ КЛИМЕНКО ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО СМЕСИ РАБОЧИХ ТЕЛ**

*Полукошная Е.П.; студентка, ОГАХ, Рожнецев А.В., проф., ОГАХ*

В современном мире при работе холодильных машин на традиционных хладагентах, энергетические показатели дроссельных систем оказываются чрезвычайно низкими. Новое направление совершенствования дроссельных систем открыла идея применения многокомпонентных рабочих тел выдвинутая Бродяньским В.М., Грезиным А.К., и другими в начале 70-х годов прошлого века. Эти работы открыли новый этап в развитии дроссельных систем, что помогло значительно улучшить энергетические и массогабаритные характеристики холодильных машин, и заметно снизить их стоимость. Количество компонентов смеси зависит от того до какой температуры нам нужно охлаждать. Многокомпонентность значительно осложняет расчет всех элементов системы, а прежде всего рекуперативного теплообменника. В рекуперативном теплообменнике дроссельной системы, при работе на смесевом хладагенте, в прямом и обратном потоках происходит конденсация и кипение смеси, соответственно. Из опыта создания и эксплуатации систем на смесях, известно что одна из главных проблем при использовании многокомпонентных рабочих тел, это высокие гидравлические потери в рекуперативном теплообменнике. Рекуперативный теплообменник- это сердце смесевой холодильной машины, так как за счет охлаждения в нем прямого потока за счет обратного получаем значительную экономию затрат энергии. Термодинамический конструктивный расчет является главным этапом машиностроения. Проведен термодинамический расчет, основной целью которого является расчет в каждой точке схемы термодинамических свойств, которые нужны для дальнейшего конструктивного этапа проектирования. Эти расчеты проводят на основе термодинамическая модель, которая отображает законы термодинамики. Для того чтоб математическая модель стала термодинамической необходимо задать некоторые значения величин (теплопритоки с окружающей среды, гидравлические сопротивления). Была построена q-T диаграмма для того чтоб проверить работоспособность теплообменника. Подобрали соответствующие критериальные уравнения для высокоэффективных теплообменников Хемпсинского типа (труба в трубе). Проведена оценка площадей теплообмена и рассчитаны гидравлические сопротивления. Гидравлические потери- это потери давления по прямому и обратному потокам. Для цикла Клименко был проведен расчет низкотемпературной части рекуперативного теплообменника.

## АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ОЗЕРА ЯЛПУГ

*Радева В.В., студентка, ОГАХ, Грандов А.А., доцент, ОГАХ*

В реальний час проблема забруднення водних об'єктів особливо водойм є найбільш актуальною. Без води людина не може прожити більше трьох діб, але навіть розуміючи всю важливість ролі води в його житті, він все одно продовжує жорстко експлуатувати водні об'єкти, безповоротно змінюючи їх природний режим скидами і відходами. Води на Землі багато, але 97% - це солоня вода океанів і морів, і лише 3% - прісна. Насамперед невичерпний ресурс - прісна чиста вода – стає вичерпанним. Сьогодні води, придатної для пиття, промислового виробництва і зрошення, не вистачає в багатьох районах світу.

У даній роботі розглянута проблема забруднення найбільшого прісноводного озера в Україні - Ялпуг. Озеро знаходиться на південному заході країни, поряд з містом Болград, в Одеській області. За величиною Ялпуг - друге озеро Європи.

У далекому минулому, через прозору воду Ялпуга висвічувалося пісочне дно, а риби було стільки, що можна було ловити руками. Сьогодні це здається фантастикою, бо озеро у верхів'ї нагадує пересихаючу калюжу, що віддає болотною тиною, узбережжя озера суцільно заросло очеретом, щорічно спостерігається замор риби, а якість питної води на стільки погіршилася, що не може відповідати ніяким стандартам. І це все - що залишилося с «золотого нашого озера».

В останні десятиліття йде деградація і погіршення екологічної обстановки на озері Ялпуг. Основними ознаками того є:

- 1.Замулення озера і водоподаючих каналів.
- 2.Збільшення мінералізації води в озері, особливо в його вершині.
- 3.Погіршення водообміну.
- 4.Зниження рибних запасів і гибель риби.
5. « Цвітіння» води.

Основною причиною погіршення екологічного стану озера є людський чинник.

В середині 50-х років водообмін між Ялпугом і Кугурлуєм був сильно обмежений через побудову дамби, через яку проходила дорога, для кращого доступу від міста Ізмаїла до міста Рені. Отвори під мостом, що розділяє дві водойми були занадто малі для того, щоб забезпечити належний водообмін. Це призвело до зменшення води в озері при сезонних паводках, припинилося щорічне промивання озера. За даними і попередніми дослідженнями, мінералізація води в річці Ялпуг почала зменшуватися і в даний час складає 0,96-1,45 г / л.

Порівнюючи хімічний склад води озера Ялпуг і стандартів ЄС якість питної води за окремими параметрами можна сказати, що лиманська

вода не може вважатися питною, навіть після обробки на очисних спорудах станцій водопостачання.

Товстолобики в недавньому минулому склали основу промислу на водоймах. Починаючи з 1986 р. Тут спостерігалися випадки масової загибелі товстолобика білого. Після 1988 загибель товстолобика в озері Ялпуг відбувається періодично і знаходиться в прямій залежності від потужності дунайського паводку. Випадки масової загибелі в 1988, 1995-1998 рр. і зниження обсягів зариблення в наступні роки привело до падіння вилуви товстолобика з 194,0 т в 1997 р. до 14,8 т в 2002 р. Основу уловів товстолобика складають чотирирічки середньою масою 1,8-2,6 кг[2].

На сьогоднішній день, діяльність людини, одна з головних складових екологічного дисбалансу. І в результаті ми маємо яри, наповнені сміттям, відкриті скотомогильники, отрутохімікати. І все це „добро„ в період дощів і паводків змивається в озеро, воду якою ми п'ємо, в річечки, що впадають в нього. Надмірне застосування мінеральних добрив, розорювання, зрошення і замулювання прибережної смуги, а також масова загибель риби, спричинило за собою збільшення більш ніж в 10 разів біомаси фітопланктону з помітним посиленням ролі синьо-зелених водоростей, почастішали випадки „цвітіння„ води в літні і осінні місяці, збільшення біомаси зообентосу.

Проблема найбільшого озера України повинна бути вирішена, і як можна швидше. Адже вода Ялуга застосовується не тільки в сільському господарстві, промисловості, зрошенні та місць відпочинку. Озеро є єдиним питним джерелом міста- Болград, без якого в цій місцевості життя немислиме, але ж озеро просто висихає, заростає очеретом і замулюється. Проведені автором спостереження та визначення параметрів якості води озера, свідчать про подальше погіршення його стану, у зв'язку з тим пропоную деякі шляхи вирішення проблеми, на основі тих, які вже пропонували раніше.

**По-перше**, необхідно розробити і винести в натуру зони санітарної охорони питних водозаборів, а також проектів прибережних смуг та водоохоронних зон озера Ялпуг-Кугурлуй і ліквідувати стихійні звалища побутових та виробничих відходів на берегах озера і припинити надходження забруднень в 2км санітарно-захисну зону.

**По-друге**, за допомогою населення сіл розташованих по берегах озера Ялпуг, проводити періодично, чотири рази в році, очищення прибережної смуги від сміття, сухої рослинності, водоростей та проводити берегоукріплювальні роботи.

**По-третє**, щорічно висаджувати прибережні лісові насадження. І головне активувати контрольні функції у питаннях припинення фактів вирубки дерев в прибережній смузі, розведення багать.

**Четвертий крок – це вирішення проблеми водообміну**, розчистити барові частини озера Кугурлуй та підвідних каналів. Збудувати на каналах

пастки для мулу. Забезпечення 100% пропускну здатність шлюзів і поліпшення водообміну озер річок. Розчищення русел малих річок , що живлять озеро від замулу, сміття з метою зменшення його мінералізації і покращення водності. Временно заборонити подачу води з оз. Ялпуг на зрошення, що дозволить виключити накопичення і скидання агресивних дренажних стоків в озеро.

Література:

1. Причорноморський екологічний бюлетень/Науково-практичний журнал. Одеса, червень 2002р.-Одеса,Видавництво Одеського державного центру науково-технічної та економічної інформації,-2002р.-177с.

2. Режим рыбохозяйственной эксплуатации специализированного товарного рыбного хозяйства(СТРХ) озер Ялпуг-Кугурлуй (2004-2013 гг.).-13с.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ И ВТОРИЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

*Рачинская О.И., студентка, ОНПУ, Денисова А.Е., профессор, ОНПУ*

Низкопотенциальная энергетика представляет собой новое научно-техническое направление, которое стало широко развиваться в последние 20 лет. Оно связано с проблемами экономии топливно-энергетических ресурсов и защиты окружающей среды от теплового загрязнения и базируется преимущественно на использовании для получения холода, теплоты и электроэнергии нетрадиционных источников тепловых ресурсов. К таким источникам относятся вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) и так называемые возобновляемые источники теплоты — недр Земли (геотермальной энергии), Солнца и окружающей среды. Само понятие низкопотенциальной энергетике связано с температурным уровнем нетрадиционных источников тепловых ресурсов, который в зависимости от вида источника и времени года может иметь пределы от 0 до 400 °С. Этот диапазон температур источников условный, так как некоторые новые виды источников теплоты, например теплота сгорания биогаза, также относят к нетрадиционным материальным ресурсам, позволяющим получить теплоту с высоким температурным уровнем.

Промышленные потребители используют в настоящее время свыше 60% всего добываемого топлива и около 70% всей вырабатываемой электроэнергии. Коэффициент полезного использования энергии в технологических процессах остается все еще невысоким и составляет лишь 35-40%. Утилизация ВЭР в промышленности за последние годы улучшилась, однако в наши дни фактическая экономия топлива за счет теплоты ВЭР по отношению к возможной составляет 30-32%.

Для более полной утилизации низкопотенциальных ВЭР и выбора наиболее рациональных решений необходим, прежде всего, детальный анализ использования и отвода теплоты на каждом предприятии. Широкое распространение получил эксергетический метод термодинамического анализа. Он учитывает не только количество, но и качество (температуру, давление и др.), используемых в системе энергоносителей, помогает решить вопросы рационального использования топлива и тепловой энергии. Решение этого метода в основном сводится к определению термодинамической эффективности теплогенерирующих установок без проведения соответствующего термодинамического анализа всей системы генератор-потребитель теплоты. Для расчета удельной молярной эксергии для каждого потока можно воспользоваться формулой [1]:

$$e = \Delta h - T_0 \Delta s, \text{ кДж/кмоль} \quad (1)$$

где  $\Delta h$  - изменение энтальпии вещества при охлаждении его температуры  $T$  до температуры окружающей среды  $T_0$ ;

и  $\Delta s$  - изменение энтропии вещества.

Большое влияние на величину эксергии оказывает температура окружающей среды. Это особенно заметно, когда температура потока рабочего тела незначительно отличается от температуры окружающей среды. Так, эксергия воды с температурой  $30\text{ }^\circ\text{C}$  летом при температуре наружного воздуха, также равной  $30\text{ }^\circ\text{C}$ , равна нулю. Однако зимой при температуре наружного воздуха минус  $30\text{ }^\circ\text{C}$  эксергия этой воды уже существенна, и вода представляет собой определенную энергетическую ценность. Она может быть использована, например, для начального подогрева наружного воздуха. Степень термодинамического совершенства установки (эксергетический к. п. д.) рассчитывается по формуле [2]:

$$\eta_{\square} = \square e_o / e_n \quad (2)$$

Фактически к. п. д. представляет собой отношение отводимых из устройства потоков эксергии  $\square e_o$  к подводимым  $e_n$ . Общая эффективность системы зависит не только от эффективности теплогенерирующих и теплоиспользующих установок, но и от их взаимного термодинамического соответствия, что позволяет свести к минимуму потери от необратимости в процессах передачи теплоты от источника к потребителю.

Использование вторичных энергоресурсов снижает общий расход первичных энергоресурсов и уменьшает размеры энергопотребления, покрываемого централизованным путем от энергоснабжающей системы. Поэтому использование внутренних ресурсов промышленных предприятий и возобновляемых источников теплоты должно производиться возможно более полно.

### Литература

1. Григорьев В. Г., Экономия топлива и электроэнергии. Утилизация низкопотенциальных тепловых вторичных энергоресурсов на химических предприятиях. М., «Химия», 1987.- 238 с.
2. Бродянский В. М., Эксергетический метод термодинамического анализа. М., «Энергия», 1973.-296 с. с ил.

## ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА РАЗМОРАЖИВАНИЯ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Сагала Т.А., аспирант ОГАХ, Кологривов М.М., доцент, ОГАХ*

Размораживание влажных зернистых (сыпучих) материалов, в отличие от размораживания однородных материалов, это процесс нестационарной теплопроводности с изменением агрегатного состояния одного из компонентов материала (фазовый переход лед - вода). В литературе эта задача первоначально была известна как задача Стефана. В большинстве работ представлено решение данной задачи на базе физической модели процесса, показанной на рис. 1а. На поверхности полуограниченного массива толщиной  $\delta$  устанавливается некоторая температура  $t_n$ , которая выше температуры таяния льда  $t_s$ , в результате образуется талый слой  $\xi$ . На идеально тонкой границе происходит переход компонента материала из одного состояния в другое, при этом поглощается теплота фазового перехода  $r$ . В модели размораживаемого

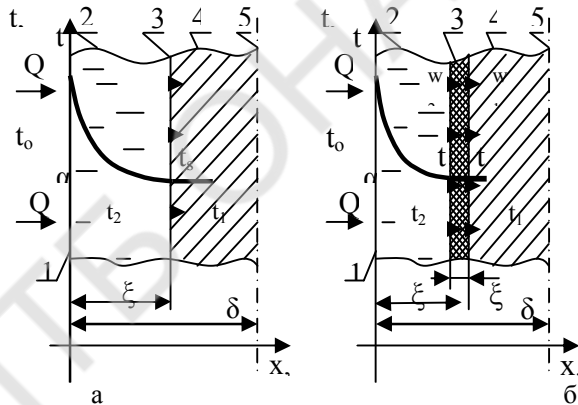


Рисунок 1 – Общая схема распределения температуры в разрезе размораживаемого массива: 1 – поверхность массива, 2 – талая зона, 3 – зона протаивания ( $w_1$  – скорость движения первой границы зоны протаивания,  $w_2$  – скорость движения второй границы), 4 – мерзлая зона, 5 – центр массива,  $Q$  – подводимая теплота.

материала имеется две зоны – мерзлая с температурой  $t_1$  и талая с температурой  $t_2$ ,  $t_{oc}$  – температура окружающей среды.

Задача о размораживании [1; 2; 3; 4] была сформулирована как задача о сопряжении двух температурных полей при наличии особого граничного условия на движущейся идеально тонкой границе раздела (поглощение теплоты фазового перехода) (рис. 1а). Вследствие анализа экспериментальных данных по размораживанию влажного кварцевого песка,

полученных авторами, выявлено следующее. Мерзлая и талая зоны материала разделены четко выраженной зоной, так называемой зоной протаивания, с постоянной температурой  $t_s$  и переменной толщиной  $\xi_s = \psi(\tau)$ , т.к. скорость движения двух ее границ различна ( $w_1 > w_2$ ).

Отличием реальной физической модели процесса размораживания зернистых материалов от физической модели, используемой при решении данной задачи, объясняются расхождения значений времени полного размораживания, полученных экспериментально и расчетным путем по известным моделям. При этом практическая проблема восстановления сыпучести насыпных материалов представляется более сложной. Неизвестно в какой точке по глубине сравнительно широкой зоны протаивания можно считать, что сыпучесть груза восстановлена.

Целесообразно формулировать задачу о размораживании зернистых материалов как задачу о сопряжении трех температурных полей с двумя движущимися границами (рис. 1б).

### Литература

1. Богданов С.Н., Бучко Н.А., Гуйго Э.И. и др. Теоретические основы хладотехники. Тепло-массообмен / Под ред. Гуйго Э.И. – М.: Агропромиздат, 1986. – С.191.
2. Вейник А.И. Приближенный расчет процес-сов теплопроводности. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1959. – С.136.
3. Календерьян В.А. Методы исследования процессов теплообмена (конспект лекций). Часть первая. Расчетные методы. – Одесса: ОГАХ, 2002.
4. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – С.421.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА С ПРИМЕСЯМИ НАНОЧАСТИЦ $\text{SiO}_2$

*Сыч И.В. студентка, ОГАХ*

В настоящее время включение наночастиц в состав рабочего тела холодильной установки рассматривается как один из перспективных методов повышения показателей энергетической эффективности компрессорной системы. Позитивный эффект влияния наночастиц на холодопроизводительность, холодильный коэффициент компрессорной системы достигается как за счет изменения теплофизических свойств рабочего тела, так и за счет уменьшения коэффициента трения в сопрягаемых деталях компрессорной системы, а также интенсификации теплообменных процессов в испарителе. В свою очередь, увеличение коэффициента теплоотдачи в испарителе обусловлено не только изменениями теплофизических свойств кипящего нанохладагента, но и образованием дополнительных центров парообразования. Наиболее часто наночастицы добавляют в компрессорные масла, которые, в свою очередь, являются необходимым компонентом реального рабочего тела (раствора хладагент/масло) в холодильном оборудовании.

Одним из наименее изученных свойств нанофлюидов является давление насыщенных паров. Вместе с тем, именно давление насыщенных паров рабочего тела в картере компрессора определяет его массовый расход, а, следовательно, удельную холодопроизводительность и холодильный коэффициент.

С целью изучения влияния наночастиц на давление насыщенных паров и критические параметры чистых жидкостей была создана экспериментальная установка, которая реализует статический метод. В докладе рассмотрена конструкция экспериментальной установки, методика проведения эксперимента, анализируются полученные термодинамические эффекты.

В качестве объекта исследования выбрана модельная система – суспензии наночастиц  $\text{SiO}_2$  в изопропиловом спирте. Исследование давления насыщенных паров было проведено при нескольких концентрациях наночастиц в интервале температур от  $20^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$ . Выполненные исследования позволили изучить температурную и концентрационную зависимость давления насыщенных паров суспензий (изопропиловый спирт/ наночастицы  $\text{SiO}_2$ ) и провести предварительную оценку влияния наночастиц на значения критических параметров чистых жидкостей.

## СОЛНЕЧНЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫЕ АППАРАТЫ СПОДВИЖНОЙ НАСАДКОЙ

*Трофименко Н.В., студентка, ОГАХ, Дорошенко А.В., проф., ОГАХ*

Альтернативой парокомпрессионной техники является солнечная система, основанная на использовании открытого абсорбционного цикла и солнечной энергии для регенерации абсорбента.

Одной из серьезных проблем, характеризующей надежность абсорбционных систем является опасность отложений на рабочих поверхностях теплообменной аппаратуры, при работе на водных растворах, жидких сорбентов [2]. Накопленный ранее в ОГАХ опыт использования трехфазных псевдооживленных насадочных слоев для организации теплообменных аппаратов может быть использован для решения этой задачи (аппараты осушительного и охладительного контуров солнечных холодильных систем). В работе были использованы теоретические и экспериментальные материалы, полученные ранее в ОГАХ при создании воздухоохладителей (ВПН) и вентиляторных градирен с подвижной насадкой (ГПН), а также опыт инженерной реализации таких аппаратов в энергетических системах и схемах оборотного водоснабжения [5].

В качестве основных элементов подобные схемы, как правило, включают адсорбер или абсорбер, где осушается воздушный поток, испарительный охладитель и десорбер прямого (солнечный регенератор СК/Р), либо непрямого типов, где процессы осушения и регенерации адсорбента протекают в переключающихся аппаратах, либо в одном и том же аппарате, выполненном в виде «desiccant-wheel» – вращающегося с небольшой скоростью «осушительного колеса», то есть в виде барабана с насадкой из гранулированного адсорбента), а также системы теплообменников, необходимость в которых обусловлена малыми температурными градиентами. В процессе осушения воздуха снижается его влагосодержание, а, следовательно, и величины пределов испарительного охлаждения – температур мокрого термометра и точки росы, что обеспечивает возможность последующего глубокого охлаждения в испарительном охладителе газа или жидкости. Как будет показано в работе, для ССКВ это означает принципиальную возможность обеспечения комфортных термовлажностных параметров воздуха с использованием только методов испарительного охлаждения, не прибегая к парокомпрессионным охладителям.

Применительно к ССКВ и СХС основные схемы могут быть вентиляционными и рециркуляционными (ventilationmode, VM; recirculationmode, RM), когда часть покидающего помещение воздушного

потока используется, в той либо иной степени, для организации основного процесса кондиционирования воздуха, либо просто смешивается со свежим воздушным потоком, поступающим в помещение. Обычно количество воздуха, рециркулирующее в такой системе, составляет 10-20%.

В адсорбционных системах используются твердые сорбенты (силикагель – silicagel, цеолиты – zeolites, гидриды – hydrides) и жидкие сорбенты на основе растворов  $\text{LiBr} - \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiCl} - \text{H}_2\text{O}$  и др. причем количество и разнообразие рабочих сред, как адсорбентов, так и абсорбентов, непрерывно возрастает. Для организации непрерывного процесса в случае применения твердых сорбентов (solsorption systems) используют либо переключающиеся адсорберы, либо вращающиеся с определенной малой скоростью барабаны, секции которых заполнены гранулированным адсорбентом, при непрерывной и одновременной прокачке через различные секторы барабана осушаемого и регенерирующего (нагретого) потоков воздуха, то есть оба этих процесса проходят одновременно в одном и том же аппарате. Адсорбер характеризуется малыми габаритами и высокой интенсивностью процесса поглощения влаги, но обладает большим сопротивлением движению теплоносителей и требует значительно более высоких температур регенерации, что сдерживает применение в таких схемах солнечной энергии для организации непрерывного процесса регенерации абсорбента и поддержания непрерывности цикла.

#### Литература

1. Горин А.Н. Альтернативные холодильные системы и системы кондиционирования воздуха / А.Н. Горин, А.В. Дорошенко/ 2-е изд., перераб. и доп. – Донецк.: Норд-Пресс, 2007. – 362 с. ,

2. Горин А.Н. Солнечная энергетика. (Теория, разработка, практика) / А.Н. Горин, А.В. Дорошенко/ – Донецк: Норд-Пресс, 2008. 374 с.

3. АА. да Роза. Возобновляемые источники энергии (физико-технические основы). Долгопрудный-Москва.: Изд. Дом «Интеллект» и изд. Дом «МЭИ», 2010. 704 с.

4. Дорошенко А.В. Компактная теплообменная аппаратура для холодильной техники (теория, расчет, инженерная практика): дис. д-ра.техн. наук/ А.В. Дорошенко/, Одесса, 1992. – т. 1. – 350 с., т. 2. – 260 с.

5. А.В. Дорошенко, Б.Е. Молчанский, Солнечные системы кондиционирования воздуха осушительно-испарительного типа и теплообменной аппаратурой с подвижным трехфазным слоем. Холодильная техника и технология. 2008, №5(115), стр. 15-23

## ИССЛЕДОВАНИЕ КРИВЫХ РАССЛОЕНИЯ БИНАРНЫХ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ И НАНОФЛЮИДОВ

*Трушин А.В., студент, ОГАО, Борзенков П.В., аспирант, ОГАО*

Взаимная растворимость масла с хладагентами оказывает существенное влияние на характеристики и работу холодильной машины. Основное противоречие при выборе масла для компрессионной холодильной машины заключается в том, что лучшие условия смазки и уплотнение компрессоров достигаются при использовании масел с низкой растворимостью, в то время как нормальная циркуляция масла в системе обеспечивается в результате хорошей взаимной растворимости. При достижении критической температуры расслоения раствор разделяется на два слоя имеющих различные концентрации. Растворенный в масле холодильный агент улучшает подвижность кипящих растворов хладагент/масло, что особенно важно при удалении примесей масла из испарителя.

Одним из возможных механизмов измерения параметров кривой расслоения РХМ является включение в состав рабочего тела наночастиц. Кроме влияния на растворимость хладагент/масло, примеси наночастиц в рабочем теле приводят к увеличению параметров энергетической эффективности и интенсифицируют теплообмен в испарителе. Однако вопросы применения нанотехнологий в холодильной технике остаются еще недостаточно изученными.

Целью настоящей работы является изучение растворимости модельных систем и оценка влияния наночастиц на параметры равновесия жидкость-жидкость. Для решения указанных задач была спроектирована и создана экспериментальная установка, которая позволяет производить изучение кривой расслоения в диапазоне температур от  $-40\text{ C}^{\circ}$  до  $+100\text{ C}^{\circ}$ . В качестве объекта исследования была выбрана хорошо экспериментально изученная модельная система метанол-циклопексан. В докладе анализируются методы приготовления стабильных нанофлюидов. Выполненные исследования показывают, что примеси наночастиц  $\text{TiO}_2$  в компонентах раствора приводят к изменению температур расслоения.

В работе проведена оценка возможностей применения принципов расширенного скейлинга для описания кривых расслоения сложных термодинамических систем.

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

*Фирсов В.А., Чендев И.И. Техникум ГНП ОГАХ*

Проблемы испарения легких углеводородов при хранении являются весьма актуальными, особенно сейчас, при постоянно уменьшающихся запасах нефти.

Основная доля потерь при транспортировке и хранении приходится на емкости для хранения и перевозки нефтепродукта. В качестве таких емкостей служат автомобильные и железнодорожные цистерны (для перевозки нефтепродуктов), резервуары (для длительного хранения).

В резервуарных парках происходят потери от испарения (до 75 % всех потерь), утечек и аварии. Потери от испарения приводят к уменьшению количества и ухудшению качества, так как испаряются главным образом наиболее легкие и ценные фракции горючего. По этой причине ко всем конструкциям резервуаров предъявляются, помимо всех прочих (прочность, долговечность и др.), требования по снижению потерь от испарения. Так, при хранении темных нефтепродуктов эти потери незначительны. И наоборот, при хранении легкоиспаряющихся нефтепродуктов с потенциалом бензина 5% и более они могут быть более 2 кг в месяц с 1 м<sup>2</sup> поверхности испарения.

Плавающие покрытия (металлические и неметаллические понтоны, плавающие крыши) могут сокращать потери до 80—90% по сравнению с резервуарами без покрытий.

Изложенными причинами, а также стремлением к большей экономичности, технологичности сооружения и надежности и объясняется многообразие резервуарных конструкций.

Опыт использования резервуаров с понтона или плавающей крыши показал, что резервуары стали дорогостоящими, а эффективность применения резервуаров с понтом, достигается при коэффициенте оборотистости резервуара более 30, что характерно для перевалочных складов сырой нефти и нефтепродуктов. Кроме того, применение микро шариков, как средство сокращения потерь в обычных атмосферных резервуарах без их переоборудования, не является универсальным методом.

Для сокращения потерь от испарения при наливке автобензавозов, железнодорожных цистерн и танкеров, рассмотрена схема газоуравнительной системы с резервуарами-газгольдерами МР-Г-3 и системой ожигения легких фракций нефтепродуктов. На рисунке показана схема обвязки наземных резервуаров оборудованных газоуравнительной системы с резервуарами-газгольдерами МР-Г-3 и системой ожигения легких фракций нефтепродуктов.

Комплекс для резервуарного парка включает в себя газоуравнительную систему с использованием мягких резервуаров – газгольдеров, изготавливаемых из газо- и жидкостно-непроницаемого антистатического материала. Газгольдеры размещаются на любом пригодном для этих целей участке резервуарного парка.

Принцип работы комплекса заключается в том, что при повышении температуры окружающей среды, давления в парогазовой фазе резервуара повышается (малые дыхания) и в газгольдеры поступает расширяющаяся парогазовая смесь. При понижении температуры окружающей среды (в ночное время), за счет разности давления в парогазовой фазе резервуара и газгольдера пары возвращаются в резервуар. При заполнении или опорожнении резервуара (большие дыхания), принцип работы комплекса аналогичен. Подобные системы могут использоваться как на складах нефти и нефтепродуктов, так и на АЗС.

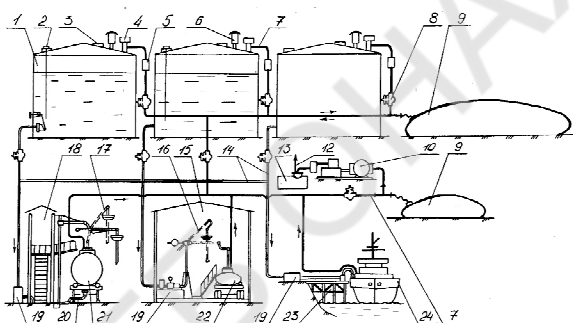


Рисунок 1. Схема обвязки наземных резервуаров оборудованных газоуравнительной системы с резервуарами-газгольдерами МР-Г-3 и системой ожигения легких фракций нефтепродуктов.

1-резервуар РВС; 2-компьютерная система управления и учета нефтепродуктов;

3-замерный люк; 4-клапан дыхательный; 5-огнепреградитель; 6-клапан предохранительный; 7- трубопровод газовой обвязки; 8-запорная арматура; 9-резервуар-газгольдер МР-Г-3; 10-установка утилизации паров нефтепродуктов; 11-теплообменники, сливные устройства; 12-возврат сконденсированных паров в резервуар; 13-емкость наполнения конденсата; 14-трубопроводы продукта; 15-автоналив; 16-стояк для верхнего герметизированного налива автоцистерны; 17- стояк для верхнего герметизированного налива ж.-д. цистерны; 18-железнодорожная сливно-

наливная эстакада; 19-насосный агрегат; 20-устройство нижнего слива; 21-ж.-д. цистерна; 22-автоцистерна; 23-нефтеналивной причал; 24-танкер.

Наряду с газовыми уравнительными системами используются установки улавливания легких фракций, обеспечивающие утилизацию паров, которые образуются при заполнении (опорожнении) ж.-д. цистерн, автомобилей, танкеров. Эти установки работают на основе компрессорных агрегатов и мягкого резервуара-газгольдера МР-Г-3. Установка снабжена теплообменниками со сливными устройствами, автоматической системой отвода конденсата, емкостью для накопления конденсата и системой его отвода. Принцип действия основан для ступенчатом сжатии паро-воздушной смеси с последующим охлаждением. Конденсат собирается в накопительной емкости, из которой закачивается в резервуар под слой продукта. Применение данной установки позволяет на 98% сократить потери нефтепродуктов при сливно-наливных операциях на СНН и заправки автомобилей на АЗС. По мнению специалистов затраты на установку газоуравнительной системы окупаются через 0,5...1,5 лет. Данный комплекс, может стать альтернативой резервуарам с понтоном.

#### **Литература**

1. Пархоменко В.В. Инновационный метод сокращения потерь от испарения легких углеводородов при хранении в герметичной емкости. М. Энергоатомиздат. 2007
- 2.Кабанов В.И. Взаимосвязь безопасности нефтепродуктообеспечения и потерь нефтепродуктов. Санкт-Петербург. 2002
3. Система улавливания и рекуперации паров нефти и нефтепродуктов на объектах нефтегазового комплекса. ООО НПИК «Зирка». Запорожье. 2011

## PLANTBOOK – НОУТБУК-РАСТЕНИЕ

*Хома И., студентка, ОГАХ, Губанов С.Н., доцент, ОГАХ*

Наконец-то экология дошла и до компьютерной техники и, мало того, экотренд также помогает сберегать энергию. Дизайнеры из Южной Кореи Сенджи Бек (Seunggi Baek), а также Хайерим Ким (Hyuerim Kim) сделали для человечества сюрприз, разработав новый концепт ноутбука под названием Plantbook (от англ. plant – растение).

Это чудо-изобретение работает аналогично росту бамбука, который поглощает воду. Внешний вид ноутбука напоминает цилиндр, в середине которого находятся водный резервуар и блок питания. В этот цилиндрический корпус вкручиваются два листа, выполненных со специальных материалов. Один лист – это дисплей, а второй – сенсорная клавиатура.

В топливном (водном) резервуаре вода распадается на кислород и водород. Как известно, именно водород может служить источником питания, а кислород выпускается наружу и делает воздух чище. На торце цилиндра можно увидеть зеленый ремешок, он сделан из силикона. Его используют во время поездок с чудо-ноутбуком, аналогичные ремешки есть на зонтах и на фотоаппаратах. После того, как вы закончите работу, просто сворачиваете в трубочку Plantbook и помещаете в стакан с водой, и на сколько зарядится батарея, на столько и будет зеленеть ремешок. Ремешок сделан в виде листочка – это символ чистоты и экологичности.

Как ни странно, но новые изобретения, так или иначе, всё чаще связаны с природой. Тем боле актуальной становится мысль, что природу нужно оберегать всеми возможными методами, ведь если мы ее по-настоящему полюбим, то сможем смотреть на мир по-другому. Сможем жить по-настоящему счастливо.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД**

*Цитрин А.П., студент ОГАХ, Туснолов В.К., доцент ОГАХ*

Для очистки нефтесодержащих вод, применяются механические, физико-химические и биологические способы очистки. Каждый из этих видов очистки работает в определенном диапазоне концентраций загрязнений на входе и выходе и использует множество разнообразных технических установок.

Проектирование систем очистки требует решения ряда задач оптимизации различного уровня (выбор конструктивных параметров установок, выбор оптимального состава и последовательности установок, оптимизация технологических режимов).

Принятие решения об оптимальном варианте схемы осложняется тем, что все сооружения очистки взаимосвязаны, и оптимальное решение по отдельным блокам не обеспечивает оптимального решения для системы в целом.

Технологический процесс очистки вод можно представить как систему последовательных воздействий на нефтесодержащие воды с целью получения на выходе системы заданной степени очистки. Поскольку каждая технологическая стадия процесса может выполняться несколькими способами, результат процесса очистки определяется как исходным состоянием системы, так и выбором технологии на каждом шаге.

В качестве критерия оптимальности при решении задач проектирования системы очистки обычно используются приведенные затраты. Однако в условиях нестабильности цен, инфляции и других факторов рыночной экономики в ряде случаев целесообразно использовать энергетические характеристики процессов, включающие как эксплуатационные, так и "овеществленные" в оборудовании и материалах энергозатраты.

Количество возможных вариантов определяется не столько количеством ступеней и видов установок, сколько шагом дискретизации при выборе степени очистки. Уменьшение шага повышает точность расчета, но ведет к резкому увеличению размерности задачи.

Большая размерность задачи, как правило, не позволяет найти оптимальный вариант посредством простого перебора возможных технологий и требует использования методов динамической оптимизации.

В результате решения задачи определяется последовательность технологических процессов, обеспечивающих заданную степень очистки с минимальными суммарными затратами.

# ІОНІЗАТОР-ОЗОНАТОР ПОВІТРЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Черниш Б.Б., студент, ОДАХ

Озонація – в процесі газового розряду поблизу активного електроду, який має негативний потенціал відносно землі, до нейтральних молекул кисню приєднуються електрони, утворюючи негативні іони кисню (озон). Відомо, що основою „живого” повітря є негативно заряджені іони кисню. Основою джерела іонів являється електричний генератор високої напруги.

Тема роботи вибрана через можливість покращення характеристик двигуна внутрішнього згорання за рахунок озонування повітря на вході фільтра, а також через можливість використання озонатора в багатьох сферах людської діяльності.

Наукову розгадку секрету „живого” повітря дав відомий радянський учений Чижевський О. Л. Позитивний полюс виходу генератора заземляється, а негативний підводиться до активного випромінювача. При напруженості електричного поля приблизно  $25 \text{кВ/см}^3$  в повітрі при нормальних умовах здійснюється „коронний” розряд, який характеризується дуже малою силою струму і майже частковим світінням. В процесі газового розряду поблизу активного електроду, який має негативний потенціал відносно землі, до нейтральних молекул кисню приєднуються електрони, утворюючи негативні іони кисню. Ці іони відштовхуються від негативно зарядженого електроду і переміщуються в напрямку позитивного електроду потрапляють в оточуюче повітря.

Дослідження, проведені ученими-медиками, показали, що зкупчення в повітрі позитивних аероіонів, тобто атомів або молекул, що втратили електрони, викликає напружені відчуття, роздратування слизових оболонок дихальних шляхів, запаморочення, зниження здатності концентрувати увагу. Незначне переважання легких негативних аероіонів відіє на організм людини сприятливо: полегшується дихання, стимулюються біологічні процеси в організмі, нормалізується кров'яний тиск, покращується настрій.

Оскільки всі проблеми, що пов'язані з озонуванням, опити неможливо було обрано задачі яких вирішується застосування іонізатора-озонатора повітря конструкція якого передбачає встановлення ще однієї іонізуючої трубки, а також дослідження медично-санітарного застосування пристрою потребують окремих умов

увагу було зосереджено на вирішенні задачі покращення роботи ДВЗ. Конкретно на встановленні іонізатора - озонатора перед повітряним фільтром. При цьому, як зазначають інформаційні джерела на вході фільтра має затриматись до 75% пилу, та покращити процес згорання в ДВЗ, що

очевидно покращить його роботу. Також були проведені дослідження які пов'язані зі збільшенням концентрації озону за рахунок одночасного використання лампи з ультрафіолетовим випромінюванням (кварцової лампи), що дало гарні результати.

Даний прилад спеціально розроблений для використання в автомобілях, тому він може працювати в агресивному середовищі, а саме:

Робоча напруга (10в-18в), а також можлива робота від мережі через блок живлення (220в).

Робоча температура 223К-368К

Вологість повітря до 96%.

Цей пристрій маловідомий в Україні та в інших країнах, хоча в ньому є велика потреба. Отже метою став пошук застосування іонізатор повітря в покращенні показників роботи ДВЗ. Опіраючись на вище сказане пропонується: Випробувати озонатор повітря для ДВЗ. Прилад «Іонізатор повітря» не потребує великих затрат для виробництва та експлуатації зібраний по простій та практичній схемі. Досліди (які проведено за допомогою пристрою) Застосування приладу – разом з двотактним двигуном внутрішнього згорання. Застосування приладу дало такі результати.

При проходженні повітря через іонізатор утворюється нова сполука  $O_3$  та  $N_2O$ , яка при змішуванні з паливом потрапляє в камеру згорання і не дає утворюватись нагару.

Результати дослідів

Збільшилась потужність двигуна приблизно на 5%-9%.

Зменшилась витрата палива майже на 5%-8%.

Зменшилось спрацювання стінок циліндра та кілець.

Зменшилась кількість нагару на клапанах, верхній частині поршня та головки блока циліндрів, системі випуску на 90%.

Збільшився час використання повітряного фільтра.

Описаний пристрій створює достатню концентрацію озону, що дає можливість проводити дослідження.

## ЛІЧИЛЬНИК АЕРОЗОЛЬНИХ ЧАСТОК У ПОВІТРІ

*Черниш Б.Б., студент, ОДАХ, Контуш С. М., доц., ОНУ*

Атмосферне повітря містить дисперговані в ньому частки так звані аерозолі, частки, що утворилися в результаті як природних процесів, так і діяльності людини. У природі аерозольні частки утворюються в ході атмосферних процесів, при вітровій ерозії, при виверженнях вулканів, лісових пожежах і через інші численні причини. У природних аерозолях переважно дрібні частки: концентрація часток діаметром 0,1 мкм в 1000 разів перевищує концентрацію часток діаметром 1 мкм.

Промислове виробництво й щільність населення істотно впливають на концентрацію часток у повітрі. Результатом дії всіх цих факторів є те, що залежно від таких факторів, як погода й щільність населення, в одному кубічному метрі атмосферного повітря утримується від 10 мільйонів до 10 мільярдів (а іноді й більше) часток з розмірами більше 0,5 мкм. Даний прилад був розроблений спільно з ОНУ і ПМ.

### Основні характеристики та суть розробки.

Найбільш перспективним вважається контроль кількості аерозольних часток в повітрі методом відбору проб дискретним оптичним лічильником часток, який працює на принципі розсіювання світла. До переваг методу можна віднести його відносну простоту, продуктивність і велику розповсюдженість. До недоліків методу слід віднести те, що даний метод дає можливість лише підрахувати кількість часток певного розміру (0,3-2,5-5 мкм і т.д.), проте не має можливості безпосередньо вимірювати розмір часток. Лічильники аерозолів, що використовуються для проведення контролю в чистих приміщеннях, зазвичай мають чутливість 0,1 мкм; 2,5 мкм; 5 мкм. Чим вища чутливість лічильника, тим більше малих часток він зможе зафіксувати, і відповідно підрахувати більшу кількість часток. Чим вища швидкість пробовідбору, тим більший об'єм проби буде прокачаний через лічильник, і відповідно більша кількість часток пройде через вимірювальний об'єм лічильника. Як наслідок, за певний період часу буде накопичено більше даних. Проте у випадку, коли концентрація часток занадто велика, це може призвести до того, що на промінь лазера може потрапити одночасно не одна, а декілька часток, і це може призвести до спотворення результатів вимірювання. **Принцип роботи.** У приладі використовується випромінювання лазерного діода (680 нм, 5 мВт), яке падає на вузьку щілину (товщина регульована, 100 або 200 мкм), позад якої розташований фотоприймач. Частинки аерозолію переносяться струмом повітря перпендикулярно до щілини. Коли частинка опиняється навпроти

щілини, вона частково відбиває світло, і фотоприймач сприймає це випромінення, через що його сигнал збільшується. Аналіз і обробка сигналу, здійснювані за допомогою ПК, що дозволяє судити про розмір частинки. В результаті вимірювань отримується повне число частинок, їх концентрація та розподіл по розмірах.

### **Порівняння зі світовими результатами.**

Технічні параметри та експлуатаційні характеристики розробленого рахівника частинок відповідають рівню сучасних зарубіжних приладів відповідного класу. Економічна привабливість розробки для просування на ринок, показники впровадження та реалізації, ціна. Завдяки спрощеній конструкції та

використанню комплектуючих переважно українського виробництва, ціна розробленого приладу становитиме близько \$1000. Це на порядок менше, ніж західні аналоги, що робить його привабливим на ринках не тільки України, але й країн СНД, Східної Європи та Близького Сходу. Галузі, міністерства, відомства, підприємства, організації, де можуть бути реалізовані результати розробки.

Прилад призначений для оперативного контролю та моніторингу повітряного середовища і може застосовуватись на підприємствах та закладах електронної, медичної та фармацевтичної промисловості (проблема "чистий кімнат"), а також для контролю шкідливих забруднень на підприємствах металургії, енергетики та в закладах екологічного спостереження.

### **Основні технічні характеристики:**

діапазон вимірюваних розмірів, мкм	0.3 – 10
точність вимірювання, %	10
мінімальна концентрація частинок, см <sup>3</sup>	1000
швидкість аспірації, л/хв	0,1 – 0,5
час вимірювання, сек	10-60
габаритні розміри, мм	50'150'200
повна маса, кг	1.0

**Висновки.** Аналіз систем контролю мікроклімату, показав що системи моніторингу та контролю параметрами мікроклімату приміщення можуть бути замінені більш раціональними, з точки зору технологічності та експлуатаційних характеристик, а також енергоємності і швидкодії системами. Таким чином, чітково визначається напрям наукових досліджень по розробці методів контролю та аналізу мікроклімату.

## **ВЫМОРАЖИВАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЖИДКИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

*Шимчук Н.А., студент, ОГАХ*

В данной работе проведен аналитический обзор существующих промышленных вымораживающих методов получения жидких продуктов с высоким содержанием сухих веществ, и их сравнительный анализ. Концентрирование вымораживанием основано на охлаждении продукта ниже температуры его замерзания. При этом часть воды замерзает и в виде кристаллов льда отделяется от концентрата. Конечная концентрация зависит от конечной температуры замораживания: чем ниже температура, тем выше содержание сухих веществ, и от содержания, сахара, кислот, коллоидных и других веществ в соке. Теоретически наиболее высокая степень концентрации – эвтектическая точка раствора, при которой невозможно отделить воду в виде льда. Величина потери сока является еще одним важным критерием, определяющим оптимальную степень концентрации: чем выше концентрация, тем выше потери сока. Максимальная концентрация определяется физико-химическим составом сока, и прежде всего его вязкостью. В полученных при концентрировании вымораживанием плодово-ягодных и овощных соков содержание растворимых сухих веществ составляет 40 – 50%. Основным преимуществом способа вымораживания является то, что процесс ведется при низких температурах и продукт претерпевает минимальные изменения. Концентрат после разведения водой дает продукт, по химическому составу и органолептическим свойствам близкий к свежему исходному соку. Энергозатраты при вымораживании меньше, чем при выпаривании, но стоимость оборудования выше. Сравнительно высокая стоимость способа, невозможность получения продукта высокой концентрации и неизбежные потери сухих веществ, сдерживают широкое промышленное внедрение этого способа. Процесс концентрирования с применением искусственного холода, осуществляется при пониженных температурах и возможен без потерь во вкусе, аромате, цвете и с меньшими тепловыми потерями. Вследствие низких температур обработки и высокой степени селективности способ концентрирования вымораживанием можно с успехом использовать для получения химических и медицинских препаратов и полуфабрикатов, обладающих высокими показателями качества. В настоящее время внедрение способа концентрирования вымораживанием следует осуществлять в пищевой промышленности для получения фруктовых соков, пива, в качестве предварительного процесса при полном обезвоживании при сушке из замороженного состояния кофейного экстракта, или для концентрирования ферментсодержащих жидкостей.

# ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ РОСТА ОКСИДНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ВОЛЬФРАМА В ВОЗДУХЕ

*Шевченко Ю.А., Дыгало Н.П., студенты, Шкоронадо М.С., м.н.с., Орловская С.Г., доцент, ОНУ им. И.И. Мечникова*

В современных условиях преобладает тенденция к снижению энерго-, материалоемкости и уровня загрязненности производства. Для развития таких базовых отраслей, как энергетика, машиностроение, микроэлектроника, требуются новые материалы с уникальными свойствами. Среди таких материалов ведущее место занимают материалы созданные на основе тугоплавких металлов (вольфрам, молибден, титан). Оксиды данных металлов обладают особыми физико-химическими свойствами. Оксиды вольфрама являются хорошими катализаторами, которые имеют большие перспективы использования в химической промышленности, в качестве газовых сенсоров для определения концентраций вредных газов. Также их применяют в микроэлектронике, в качестве покрытий для стеклянных, металлических, керамических поверхностей, в нефтяной промышленности. Целью данной работы является изучение кинетики и механизма роста, оксидных образований на поверхности вольфрамового проводника при различных температурных режимах нагрева.

Исследование проводилось на вольфрамовых проводниках (марка ВТ-1) диаметром 300 мкм, длиной 10 см, в нормальных условиях [1]. Нагрев проводника осуществлялся при помощи электротермографического метода, основу которого составляет программированное нагревание электрическим током тонких металлических проводников. Данный метод позволяет получать стационарные температурные режимы нагрева. Изучение кинетики роста оксидного слоя и оксидных образований на поверхности вольфрамового проводника, проводилось при помощи оптического микроскопа с увеличением в 135 раз и установленной на нем цифровой камеры. Это позволило в режиме реального времени следить за процессом образования оксида, а также вести видеосъемку. В дальнейшем проводилась раскадровка видео-файла и компьютерная обработка полученных фотографий. Эти фотографии позволяют отследить изменение размеров оксидного образования с течением времени и определить скорость их роста в продольном и поперечном направлении.

На рис.1. представлена зависимость изменения линейных размеров кристалла в процессе окисления вольфрамового проводника при температуре 950 К [2]. Начальные размеры кристалла по высоте  $h = 38$  мкм и по ширине  $l = 74,5$  мкм.

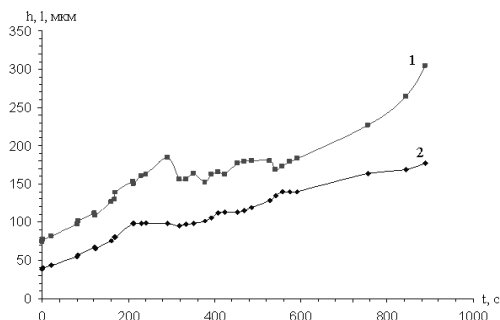


Рисунок 1 – Изменение линейных размеров кристалла с течением времени: 1 – l, 2 – h.

Из рис. 1 видно, что рост кристаллов происходит неравномерно, преобладает рост в ширину. Данные результаты, позволили определить, что скорость роста данного кристалла в высоту составляет 0,2-0,3 мкм/с и 0,5-0,6 мкм/с для роста в длину. Замечено, что некоторые кристаллы, достигнув определенных размеров, начинают испаряться и вскоре исчезают с поверхности вольфрама, другие могут объединяться между собой в крупное оксидное образование. Рентгеноструктурный анализ показал, что данные оксидные образования являются  $WO_3$ .

Таким образом, установлено, что изменение температурного режима нагрева, может влиять на геометрические размеры и на скорость роста оксидных образований.

### Литература

1. Орловская С.Г., Каримова Ф.Ф., Шкоропадо М.С., Закономерности образования оксидов на поверхности вольфрамовых проводников, нагреваемых электрическим током // Порошковая металлургия. 5/6. – Киев. 2010. С. 125 – 130.
2. Orlovskaya S.G., Karimova F.F., Shkoropado M.S. Peculiarities of oxide microstructure formation on the surface of molybdenum and tungsten filaments heated in air // European Aerosol Conference (EAC 2011), Manchester, UK, 4-9 September, 2011. P.408

## ОКСИДИ АЗОТУ І ЇХ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

*Шостік Д.І., ОДАХ*

Оксид азоту NO – безбарвний газ, слабо розчинний у воді. Не взаємодіє з водою, розчинами кислот і лугів.

N<sub>2</sub>O, безбарвний негорючий газ, що знижує чутливість до болю. При високих дозах може бути знеболюючим засобом. Добре переноситься, але менше потужний, ніж інші анестезуючі гази, часто застосовується в поєднанні з іншими препаратами, щоб знизити їх дозу.

Як і всі оксиди азоту (крім N<sub>2</sub>O), NO - токсичний, при вдиханні вражає дихальні шляхи.

Оксид азоту NO та діоксид азоту N<sub>2</sub>O в атмосфері зустрічаються разом, тому найчастіше оцінюють їх спільний вплив на організм людини. Тільки поблизу від джерела викидів спостерігається висока концентрація NO. При згорянні палива в автомобілях і в теплових електростанціях приблизно 90% оксидів азоту утворюється у формі монооксиду азоту. Решта 10% припадають на діоксид азоту. Проте в ході хімічних реакцій значна частина NO перетворюється на N<sub>2</sub>O - набагато більш небезпечну сполуку.

За два останніх десятиліття було встановлено, що оксид азоту має широкий спектр біологічної дії, який умовно можна розділити на регуляторний, захисний і шкідливий. NO діє як посередник у передачі клітинних сигналів усередині клітини і між клітинами.

В даний час встановлено, що оксид азоту в організмі людини безперервно продукується ферментативним шляхом і виконує функції універсального месенджера всередині і міжклітинної сигналізації. Цей високотоксичний у великих концентраціях газ має широкий спектр регуляторної дії в біологічних системах клітинних організмів різного ступеня складності. В оці ендогенний оксид азоту утворюється в рогівці, кон'юнктиві, епітелії кришталіка, ендотелії судин циліарного тіла і сітківки. Завдяки численним дослідженням, встановлено про участь оксиду азоту в патогенезі ряду захворювань очей.

Встановлено, що оксид азоту бере участь у загоєнні тканин при хірургічних і трофічних ранах, ультразвуковому опроміненні, сонячних опіках, у регуляції течії ряду шкірних захворювань, таких як псоріаз тощо. Показано, що при низькому вмісті оксиду азоту сповільнюється процес проліферації, а також відбувається утворення гіпертрофічних рубців.

Відзначено загальну тенденцію до уповільнення загоєння гострих хірургічних ран, трофічних хронічних діабетичних виразок і змін шкіри у пацієнтів з псоріазом при локальному зниженні концентрації оксиду азоту.

У ряді експериментальних робіт було показано, що низькі концентрації оксиду азоту підсилюють в шкірі проліферацію кератиноцитів,

а високі підвищують їх диференціацію. Відзначено, що такий тип реакції на NO характерний для кератиноцитів, але не для фібробластів.

Вважається, що NO є регулятором в рановому процесі, хоча його значення повністю не з'ясовано. За даними ряду авторів, цей тканинний регулятор впливає на перебіг репаративних процесів шляхом посилення ангиогенезу і проліферації клітин. Посилення ангиогенезу здійснюється за рахунок генної індукції васкулярного ендотеліального фактора росту (ЕФР). Цим пояснюють той факт, що при застосуванні інгібіторів синтезу оксиду азоту відзначається зниження генної експресії ендотеліального фактора росту до 50%.

В даний час ведуться інтенсивні розробки з отримання лікарських засобів у яких відіграє головну роль оксид азоту.

До таких препаратів належать нітрогліцерин і інші нітрати, що широко застосовуються для лікування серцево-судинних захворювань. Проте створення нових лікарських препаратів тривалий і трудомісткий процес, і в даний час єдиним новим препаратом на основі оксиду азоту залишається віагра. Наявні труднощі в розробці лікарських засобів, що містять оксид азоту, обумовлені коротким періодом життя цієї молекули.

Продовжується вивчення засобів, що містять молекулу оксиду азоту яка повільно вивільняється. Крім того, для екстреної терапії судинних захворювань легенів ідіопатичною легеневою гіпертензією новонароджених і нападу бронхіальної астми використовують інгаляцію оксиду азоту, отриманого хімічним шляхом.

Відкриття високоактивного міжклітинного посередника - NO дозволило прояснити значну кількість питань, пов'язаних з функціонуванням клітин в організмі людини і тварин. Проте подальше вивчення дії оксиду азоту на процеси життєдіяльності клітини дозволить вирішити головну проблему охорони здоров'я, своєчасне діагностування цілої низки хвороб.

# ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ОТРИМАННЯ ХОЛОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАРОЕЖЕКТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

*Янішевська Ю. С., студентка, ОДАХ, Геллер В. З., проф, ОДАХ*

Питання, пов'язані з енергозбереженням, є важливими як з екологічної, так і з економічної точок зору. Найменш витратним способом енергозбереження є утилізація вторинних енергоресурсів ВЕР (тепло викидається в навколишнє середовище з продуктами спалювання палива, що мають температуру від 100 до 250°C і вище). Джерелом низькопотенційної теплової енергії також можуть бути геотермальні води, сонячна енергія та ін. Метою цієї роботи є вивчення можливостей використання вторинних енергоресурсів та інших низькопотенційних джерел тепла для отримання холоду за допомогою пароежекторної холодильної машини (ПЕХМ).

Проведено короткий аналіз роботи ПЕХМ і показано, що ефективність роботи холодильної машини, що реалізує такий цикл, у великій мірі залежить від вибору робочої речовини. Ефективний холодильний агент для ПЕХМ повинен забезпечувати кипіння на рівні температур 15 ... - 10 ° С і конденсацію на рівні температур 30 ... 40 ° С. Найбільшою мірою зазначеним вимоги відповідає пентафторпропан (R245fa). Поряд з R245fa було обрано такі речовини як потенційні робочі тіла ПЕХМ: 1-хлор-1,1дифторетан (R142b), гексафторпропан (R236fa), октафторциклобутан (RC318) та ізобутан (R600a). Властивості цих речовин наведені в таблиці 1 (ODP - потенціал руйнування озонового шару, GWP - потенціал глобального потепління).

Таблиця 1— Властивості робочих речовин для ПЕХМ на ВЕР

Назва	Хімічна формула	Нормальна температура кипіння	DP	GWP (100 років)
R245fa	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	14,90	,00	950
R142b	$\text{C}_2\text{H}_3\text{ClF}_2$	-9,1	,06	2000
R236fa	$\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_6$	-1,4	0,00	9400
RC318	$\text{C}_4\text{H}_8\text{F}_{10}$	-6,0	0,00	9100
R600a	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	-11,7	0,00	0,001

Для розрахунку та аналізу циклу ПЕХМ необхідний набір даних по термодинамічним властивостям робочої речовини, у тому числі рівняння стану, яке необхідне для побудови термодинамічних діаграм, в першу чергу, діаграм температура - ентропія, тиск - ентальпія. Аналіз літературних даних показує, що наявна для R245fa інформація вкрай обмежена і не дозволяє вирішити поставлену задачу без додаткових експериментів. У зв'язку з цим,

нами була створена експериментальна установка, що реалізує метод п'єзометра постійного об'єму, і проведено експериментальне визначення термодинамічних властивостей хладону R245fa (тиск насиченої пари і густина рідини на лінії насичення) в діапазоні температур -20 ... 50 °С. Така експериментальна інформація є мінімально необхідною для складання рівняння стану.

Рівняння стану R245fa представлено у вигляді модифікованого рівняння Бенедикта - Вебба - Рубіна (БВР), яке в даний час прийнято в якості міжнародного стандарту для опису властивостей речовин. Це рівняння використано для розрахунку термодинамічних властивостей (тиску, густини, ентальпії і т. д.) для стану киплячої рідини та сухої насиченої пари, а також для побудови термодинамічних діаграм стану та визначення параметрів у вузлових точках циклу. Однією з головних характеристик роботи холодильної машини є питома масова холодопродуктивність. Порівняння результатів розрахунку холодопродуктивності  $q_0$  для досліджених нами речовин приведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати розрахунку холодопродуктивності

Речовина	$q_0$ , кДж/кг
пентафторпропан	197
1-хлор-1,1діфторетан	178
гексафторпропан	160
октафторциклобутан	128
ізобутан	216

Як видно з цієї таблиці, хладон R245fa має переваги з точки зору екологічної безпеки та енергетичної ефективності і, таким чином, може бути рекомендований для використання в якості робочої речовини пароежекторної холодильної машини.

## НАНОТЕХНОЛОГИИ И ОХРАНА ТРУДА

*Белая О.В., Столевич Т.Б., ОНПУ*

Своеобразные вопросы ставятся перед специалистами по охране труда и стремительно развивающимися технологиями, использующими ультрамелкие и нанозлементы (вещества и элементы в объемах менее 100 нанометров, что примерно в 500 раз меньше толщины человеческого волоса). Изучение их негативного воздействия на здоровье человека - настолько новое направление исследований, что до последнего времени оно даже не имело собственного терминологического обозначения. Лишь в 2004 г. на симпозиуме во Флориде специалисты придумали ему название - "нанотоксикология". Сегодня нанотехнологии применяются в производстве композитных материалов, косметической продукции, медицинского оборудования, химических катализаторов и др. Казалось бы, почему не применить к ним нормы по охране труда, действующие в отношении соответствующих веществ в их обычных объемах? Как ни странно, выяснилось, что это не решит проблему обеспечения производственной безопасности таких веществ. Наночастицы не только заметно активнее в химическом отношении, чем их более крупные аналоги, но и способны проникать в человеческий организм способами, недоступными для более крупных фрагментов. В настоящее время никаких специальных норм по безопасному обращению с наноматериалами не существует. Мир снова оказался не готов к новой угрозе, как в свое время он был не готов ни к радиационной опасности, ни к появлению столь печально известного нам сегодня асбеста. Специалисты сравнивают бездумное увлечение нанотехнологиями с восторгом, который вызывал асбест в начале XX века. Трудно представить, что несмотря на появление первых исследований этого вопроса уже в 1920-е годы, потребовалось около полувека, чтобы промышленность наконец признала необходимость специальных норм по безопасной работе с новым материалом. За это время от пагубного воздействия асбестовой пыли пострадали сотни тысяч людей. Этот пример должен послужить уроком на будущее не только в отношении нанотехнологий, но и в отношении любых новых технологий, использование которых следует всегда уравнивать специализированной и тщательно продуманной системой обеспечения безопасных и здоровых условий труда. Самостоятельный и сравнительно новый вид рисков представляют собой канцерогенные и мутагенные субстанции, а также репродуктивные токсины (в том числе и вещества, разрушающие эндокринную систему организма). Канцерогенные производственные факторы ежегодно приводят к смерти несколько сотен тысяч людей в мире. Более того, специалисты утверждают, что до 4% всех онкологических заболеваний имеют производственную природу. Однако ни работники, ни тем более работодатели часто даже не

задумываются, что причиной столь впечатляющего числа смертей становятся не только специфические канцерогенные субстанции, такие, как радон, кристаллы окиси кремния или бензолы, использующиеся лишь в отдельных отраслях (строительстве, горной промышленности и т.д.), но и табачный дым курящих сослуживцев, выхлопные газы автомобилей под окном офиса или же мелкая древесная пыль на деревообрабатывающих предприятиях. Выявление, детальное исследование и нормативное ограничение допустимости использования подобных веществ на производстве позволило бы существенно снизить или вовсе исключить их негативное воздействие на здоровье работников. Причем достичь этого можно как организационными методами, так и путем совершенствования производственного оборудования и производственных процессов. Сходная ситуация имеет место и в случае репродуктивных токсинов, к которым относятся тяжелые металлы, органические растворители, пестициды, гербициды, анестетические газы и некоторые антираковые препараты, используемые в здравоохранении. Однако в этом случае требуются еще более глубокие и долгосрочные исследования, так как до последнего времени никакой статистики в данной области не велось и ни медикам, ни юристам пока не ясен ни полный перечень таких токсинов, ни механизмы их воздействия на человека и возможной защиты от них, ни потенциальные группы риска. Отдельную категорию в составе первой группы физиологических проблем представляют собой биологические риски, связанные с распространением новых неизлечимых или трудноизлечимых инфекционных заболеваний (СПИДа, гепатитов, специфических лихорадок и др.), а также с возрождением некогда побежденных инфекций (сибирской язвы, чумы, туберкулеза и проч.), приобретших в наше время новые каналы распространения и новые, устойчивые к традиционным медикаментам формы. Наибольшему риску в этом случае подвергаются работники медицинских лечебных и исследовательских учреждений, фармацевтической промышленности, а также персонал любых организаций, осуществляющих обслуживание населения (среди которого могут оказаться переносчики инфекции) или принимающих большое количество грузов или почты (в которых также могут содержаться болезнетворные организмы и субстанции). Проблема негативного воздействия микроорганизмов на здоровье работников характерна и для производств, занимающихся переработкой отходов, а также для сельского хозяйства. Такие отрасли на сегодняшний день практически лишены единых рекомендаций, направленных на исключение подобных рисков, поэтому разработка соответствующих стандартов в этой области представляется одной из первоочередных задач и для отдельных государств, и для международного сообщества в целом.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА СУДАХ

*Иванова Е.И., Зацерклянный М.М., ОГАХ*

Изменяющееся водопотребление на судах (200 – 400 л на человека), при относительно постоянном качественном составе загрязняющих веществ хозяйственно – бытовых сточных вод, приводит к изменению концентрации загрязняющих веществ, поэтому при решении вопроса очистки сточных вод, следует учитывать это обстоятельство, и на входе очистных сооружений устанавливать усредняющее устройство расхода и концентрации.

Органические вещества, попадающие со сточными водами на биологическую очистку, могут:

- окисляться до воды, диоксида углерода и различных питательных веществ (в виде N-, P- и S- содержащих соединений);
- накапливаться в биомассе;
- проходить сквозь аппарат биологической очистки, не претерпевая изменений (биологически не разлагаемые в данных условиях, т.е. относительно инертные вещества);
- превращаться в другие органические вещества.

При обработке сточных вод следует оценивать общее количество подлежащих удалению органических соединений (только в особых случаях, например при удалении токсических веществ, таких как цианиды, фенолы, хлорированные углеводороды обращают внимание на отдельные конкретные компоненты). Органические вещества в сточной воде можно приблизительно

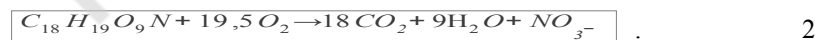
представить в виде следующего химического состава:  $C_{18}H_{19}O_9N$ .

В аэробных условиях это вещество окисляется под действием микроорганизмов в основном до оксидов (воды, диоксидов углерода, серы и азота), суммарную реакцию можно представить следующими уравнениями:

- без нитрификации

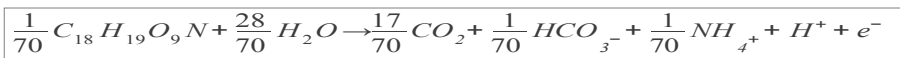


- с нитрификацией



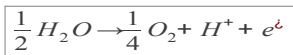
Потребление кислорода микроорганизмами, согласно уравнениям 1 и 2, составляет 1,42 и 1, 59 кг O<sub>2</sub>/кг органических веществ соответственно. Значение ХПК в обоих случаях равно 1,42 кг O<sub>2</sub>/кг органических веществ, так как аммоний при определении ХПК не окисляется.

Количество энергии, выделяющейся в ходе реакции окисления органических веществ, можно найти из уравнений двух следующих полуреакций:



$$\Delta G^\circ (W) = - 32 \text{ кДж / эл. экв}$$

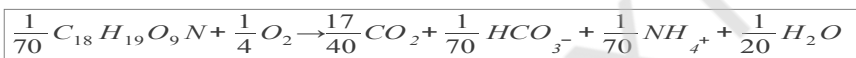
3



$$\Delta G^\circ (W) = - 78 \text{ кДж / эл. экв}$$

□ 4

При объединении уравнений 3 и 4 получаем общий энергетический выход реакции аэробного окисления органических веществ:



$$\Delta G^\circ (W) = - 110 \text{ кДж / эл. экв} \quad \square \quad \square$$

Органические вещества, содержащиеся в сточных водах, можно разделить на углеводы, жиры и белки. Эти вещества по массе находятся примерно в равной пропорции. В таблице приведены формулы веществ, потребление кислорода и процентное содержание углерода и азота в веществах этих трех групп. Из таблицы следует, что потребление кислорода для указанных групп субстратов сильно различается. Полученные аналитические данные позволяют определить количество воздуха (кислорода) необходимое для полного окисления органических соединений находящихся в очищаемой воде, и могут служить основой для расчета аэрируемых установок биологической очистки стоков.

Органические вещества, содержащиеся в сточной воде

Вещество	Усредненная формула	Потребление кислорода микроорганизмами, кг O <sub>2</sub> /кг вещества	Углерод, %	Азот, %
Углеводы	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	1,13	43	0
Жиры, масла	C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	2,03	72	0
Белки	C <sub>14</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub> N <sub>2</sub>	1,20 (1,60 <sup>1</sup> )	53	8,8
Усредненное органическое вещество	C <sub>18</sub> H <sub>19</sub> O <sub>9</sub> N	1,42 (1,59 <sup>1</sup> )	55	3,6

<sup>1</sup>В условиях нитрификации.

## Глоссарий

Абрамова Л.М. - 9  
Алипкалиев Т. Б. - 2  
Андерсон А. Ю. - 4  
Бабич А. - 6  
Белая О.В. - 96  
Біляев М.М. - 7  
Бовт В. В. - 9  
Борзенков П.В. - 79  
Будник М. В. - 11  
Бузовский В. П. - 13  
Буров А.А. - 39  
Быкова А. - 15  
Велитченко Е. В. - 17  
Волчок В. А. - 19  
Геллер В.З. - 28, 62, 94  
Герасимчук М. В. - 21  
Грандов А.А. - 69  
Грушко В. О. - 23  
Губанов С.Н. - 83  
Данилко Н. М. - 24  
Денисова А.Е. - 72  
Дорошенко А.В. - 77  
Дыгало Н. П. - 90  
Зайцев Д. В. - 26  
Зацеклянный М.М. - 47, 98  
Зброжек В. О. - 28  
Зеленина А. - 30  
Иванова Е.И. - 98  
Игнатова Т. Ю. - 32  
Касилов Ю.И. - 6  
Каштаков Ю.И. - 15  
Коба А.Л. - 50  
Когуг Н. В. - 35  
Колобков. Е. Н. - 37  
Кологривов М.М. - 2, 4, 13, 21, 66, 74  
Контуш С.М. - 30, 87  
Коротаев Б. А. - 39  
Кравченко М.Б. - 60  
Куріч А. В. - 43  
Кушнир Л. В. - 45  
Лашин Л. - 46  
Ліцкан Н. С. - 47  
Лобань В. - 15  
Лопушанский Л. А. - 50  
Мансарлийский А. - 52

Матвійчук О. О. - 54  
Мельник Е. И. - 57  
Мирончак О. Д. - 58  
Нагорная Е. - 7  
Науменко А. - 60  
Никишин В.П. - 52  
Нужный Н. - 15  
Овченецька К. П. - 62  
Орлов В. А. - 64  
Орловская С.Г. - 90  
Перетятко В. В. - 65  
Подгорный К. В. - 66  
Полукошна Е. П. - 68  
Радева В. - 69  
Рачинская О. И. - 72  
Редунов Г.С. - 6, 15  
Роженцев А.В. - 45, 68  
Сагала Т. А. - 74  
Сали М. - 46  
Силецкая С. - 6  
Синсгубенко Л.М. - 9  
Смирнов Л.Ф. - 64  
Столевич Т.Б. - 96  
Сыч И. В. - 76  
Трофименко Н. В. - 77  
Трушин А. В. - 79  
Туснолобов В.К. - 46, 84  
Титар С.С. - 26  
Хома И. - 83  
Цитрин А. П. - 84  
Цыкало А.Л. - 32, 54  
Цымбал Н. - 6  
Черниш Б. Б. - 85, 87  
Чендев И.И. - 80  
Фирсов В.А. - 80  
Хома И. - 83  
Шевченко Ю. А. - 90  
Щекаголіна С.А. - 11, 30  
Шимчук Н. А. - 89  
Шкоропадо М.С. - 90  
Шостік Д. І. - 92  
Якуб Л.М. - 17, 57  
Янішевська Ю. С. - 94

НТБ ОНАХТ

# **ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ**

## **ХІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ**

**(17 – 18 квітня 2012 р.)**

**Збірник наукових праць**

Підписано до друку 11.04.2012 р. Формат 60×84 1/16.

Умовн. друк. Арк 12,5 Наклад 50 прим.

Надруковано видавничий центр ОДАХ.

65082, Одеса, вул. Дворянська, 1/3