МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

ВІСНИК

НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"

Серія: "Нові рішення в сучасних технологіях"

№ 26(999)2013

Збірник наукових праць

Видання засновано в 1961 р.

Харків
НТУ «ХПІ», 2013

Вісник Національного технічного університету "ХПІ"
Збірник наукових праць. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х.: НТУ „ХПІ» – 2013р. - №26(999) –212с.

Державне видання
Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики України
КВ №5256 від 2 липня 2001 року

Збірник виходить українською та російською мовами.

Вісник Національного технічного університету «ХПІ» внесено до «Переліку наукових Фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук», затвердженого постановою президії ВАК України від 26 травня 2010 р. №1 – 05/4. (Бюлетень ВАК України №6, 2010 р., стор. 3, №20).

Координаційна рада:
Л. Л. Товажнянський, д-р техн. наук, проф. **(голова);**
К. О. Горбунов, канд. техн. наук, доц. **(секретар);**
А. П. Марченко, д-р техн. наук, проф.; Є. І. Сокол, член-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.; Є. Є. Александров, д-р техн. наук, проф.; А. В. Бойко, д-р техн. наук, проф.; Ф. Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф.; М. Д. Годлевський, д-р техн. наук, проф.; А. І. Грабчснко, д-р техн. наук, проф.; В. Г. Данько, д-р техн. наук, проф.; В. Д. Дмитриєнко, д-р техн. наук, проф.; І. Ф. Домнін, д-р техн. наук, проф.; В. В. Єпіфанов, канд. техн. наук проф.; Ю. І. Зайцев, канд. техн. наук, проф.; П.О. Качанов, д-р техн. наук, проф.; В.Б. Клепіков, д-р техн. наук, проф.; С. І. Кондрашов, д-р техн. наук, проф.; В. М. Кошельник, д-р техн. наук, проф.; В. І. Кравченко, д-р техн. наук, проф.; Г. В. Лісачук, д-р техн. наук, проф.; О. К. Морачковський, д-р техн. наук, проф.; В. І. Ніколаєнко, канд. іст. наук, проф.; П. Г. Перерва, д-р екон. наук, проф.; В. А. Пуляев, д-р техн. наук, проф.; М. І. Рищенко, д-р техн. наук, проф.; В. Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.; Г. М. Сучков, д-р техн. наук, проф., Ю. В. Тимофієв, д-р техн. наук, проф., М. А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.

Редакційна колегія серії:
Відповідальний редактор: Є. І. Сокол, член-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.
Відповідальний секретар: А. В. Івахненко, ст.викладач, Т. Л. Коворотний, асист.
Члени редколегії: Л. Л. Брагіна, д-р техн. наук, проф.; В. Г. Данько, д-р техн. наук, проф.; В. Т. Долбня, д-р техн. наук, проф.; В. Я. Заруба, д-р техн. наук, проф.; В. Б. Клепіков, д-р техн. наук, проф.; Б. В. Кліменко, д-р техн. наук, проф.; О. С. Куценко, д-р техн. наук, проф.; Г. І. Львов, д-р техн. наук, проф.; Н. Н. Олександров, д-р техн. наук, проф.; П. Г. Перерва, д-р екон. наук, проф.; М. І. Погорелов, канд. екон. наук, проф.; Л. Г. Раскін, д-р техн. наук, проф.; Р. Д. Ситнік, д-р техн. наук, проф.; В. Я. Терзіян, д-р техн. наук, проф.; В. І. Тошинський, д-р техн. наук, проф.; В. І. Шустіков, д-р техн. наук, проф.

У квітні 2013 р. Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія «Нові рішення в сучасних технологіях» включений у довідник періодичних видань бази даних **«Ulrich's Periodicals Directory"** (New Jersey, USA)
Рекомендовано до друку вченою радою НТУ „ХПІ"
Протокол №:5 від « 31 » травня 2013 р.

©Національний технічний університет „ХПІ", 2013

УДК 621.791

М. А. КАЛІН, канд. техн. наук, доц., УІПА, Харків;
А. О. ЕМДІН, студент, УІПА, Харків

СПОСІБ ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНУ

Розроблений спосіб зварювання чавуну електричною дугою, який відрізняється тим, що дуга горить між вугільним електродом і виробом, а зварювальний дріт подають через отвір у вугільному електроді, який живиться струмом прямої полярності.

Ключові слова: дуга, чавун, зварювання, вугільний електрод, дріт.

Вступ. Розроблений спосіб відноситься до області зварювання, зокрема до способів холодного електродугового зварювання чавуну, і може бути використаний для виправлення дефектів чавунного литва і виготовлення зварних конструкцій з чавуну.

Відомі різні способи електродугового зварювання чавуну, наприклад сталевими електродами [1]. Проте при зварюванні сталевими електродами важко уникнути появи тріщин унаслідок утворення в шві і навколошовній зоні цементиту і мартенситу.

До способів, що забезпечують одержання в наплавленому металі низьковуглецевої сталі, можна також віднести механізоване зварювання короткими ділянками електродним дротом марок Св-08ГС або Св-08Г2С діаметром 0,8-1 мм у вуглекислому газі.

Сила зварювального струму становить 50...75 А, напруга дуги 18...21 В, швидкість зварювання 10...12 м/год [1].

Недоліки відомих способів холодного зварювання чавуну. При зварюванні чавуну низьковуглецевими електродами загального призначення і механізованому зварюванні сталевим дротом найбільш слабке місце звареного з'єднання - навколошовная зона в границі сплавлення. Крихкість цієї зони й наявність у ній тріщин нерідко приводять до відшаровування шва від основного металу.

Відомий спосіб холодного зварювання чавуну [2], при якому оброблення кромок виконують ступінчастого з максимальною шириною оброблення 0,5-0,7 товщини зварюваного металу і додатковим поглибленням усередині оброблення на 0,1-0,15 товщину зварюваного металу з подальшим наплавленням підготовчих шарів на всю поверхню оброблення паралельними валами, при цьому між підготовчими шарами залишають зазор, рівний 1,07-1,1 діаметру електроду, а після наплавлення валиків одержаний зазор заплавляють.

Недоліком вказаного способу є необхідність застосування спеціальних електродів для наплавлення підготовчих шарів, а також практична неможливість витримати в процесі зварювання зазор між підготовчими шарами у вузькому діапазоні, заданому у формулі винаходу 1,07-1,1 діаметру електроду, що для електродів діаметром 3 мм складе всього 3,21-3,3 мм. Крім того, ступінчаста форма оброблення з додатковим поглибленням усередині оброблення вимагає спеціального устаткування і інструменту для її виконання, що не завжди можливо при заварюванні дефектів в реальних виробничих умовах.

Труднощі здійснення даного способу не дозволяють широко використовувати

© М. А. КАЛІН, А. О. ЕМДІН, 2013

його при ремонті устаткування і заварці дефектів чавунного литва.

Найбільш близьким по технічній суті до описуваного винаходу є спосіб зварювання чавуну [3], при якому в зону дуги, що горить між порошковим дротом і виробом подають вугільний електрод, який розташовують поряд з мундштуком для подачі порошкового дроту і разом з ним живлять струмом зворотної полярності. Вугільна дуга зворотної полярності забезпечує навуглецювання металу шва за рахунок вуглецю, що переноситься дугою з вугільного електрода.

Недоліком вказаного способу зварювання є низька технологічність способу, що полягає в необхідності постійного контролю и подачі вугільного електрода в зварювальну дугу. Даний спосіб зварювання не може бути використаний при зварюванні мало вуглецевим зварювальним дротом через перехід вуглецю у наплавлений метал, що призводить до утворення мартенситних структур і тріщин в металі шва.

Технічна новизна і завдання нового способу зварювання чавуну. Завдання досідження – підвищення якості зварного шва і зниження твердості наплавленого металу при холодному електродуговому зварюванні чавунного литва сталевим електродним дротом.

Це досягається тим, що дуга горить між вугільним електродом і виробом, а зварювальний дріт подають через отвір у вугільному електроді, який живиться струмом прямої полярності.

При цьому вугільний електрод одночасно являється струмопідводом до зварювального дроту і речовиною, що утворює вуглекислий газ у дузі при зварюванні на прямій полярності.

Вуглекислий газ виконує захист зварювальної ванни від атмосферного повітря і служить додатковим окислювачем вуглецю, що надходить у зварювальну ванну із основного металу - чавуну.

Зварювання виконують шарами, до заповнення розробки на литві. Кожен з них охолоджують до температури не більше 70°C, перш ніж буде нанесений наступний. На рис. 1 зображена принципова схема виконання зварного з'єднання при використанні способу зварювання чавуну [4], де 1 – основний метал; 2 - вугільний електрод; 3 – мідний наконечник; 4- корпус пальника для зварювання; 5 – зварювальний дріт; 6 - дуга між вугільним електродом і основним металом; 7 – зварний шов; 8 – зварювальна дуга між дротом і основним металом на постійному струмі прямої полярності, 9 – джерело постійного струму.

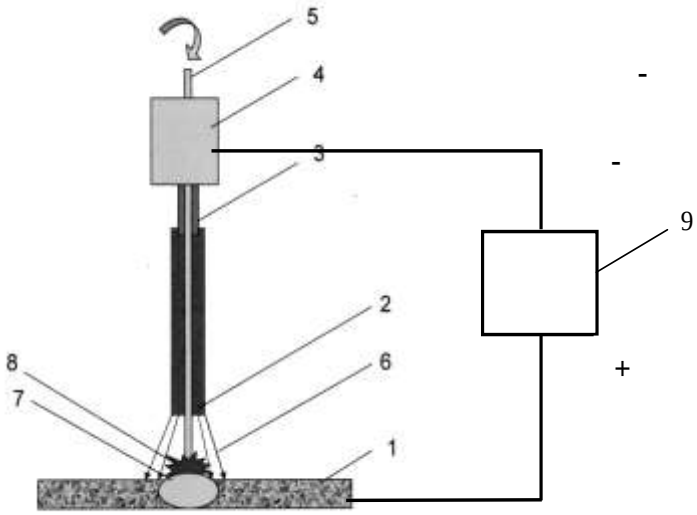


Рис.1 - Схема виконання способу зварювання чавуну

Приклад виконання способу. Приступаючи до підготовки під зварку різних дефектів на чавунних деталях і відливках, необхідно виявити кордони їх поширення (візуальний огляд через 4-х кратну лупу, гасова проба і тому подібне) і встановити форму оброблення. При появі тріщин слід зробити наскрізну засверловку їх кінців на відстані 5 мм від видимого кінця тріщини свердлом діаметром 5-6 мм.

Видалення дефектних ділянок проводиться механічними способами, а саме фрезеруванням, свердлуванням, вирубкою зубилом або абразивним каменем.

Поверхня деталі або відливки, прилегла до місця заварки на ширину 10-20 мм довкола нього зачищається абразивним каменем, або щіткою до металевого блиску.

Оброблення кромок тріщин, спаїв і тому подібних дефектів проводиться шляхом зняття фасок уздовж краю. Якщо для заварки доступна лише одна сторона деталі, а також при товщині стінки до 15 мм, робиться оброблення кромок із загальним кутом розкриття 60-70°. У місцях, доступних заварці і при товщині стінки деталі понад 15 мм, проводиться двостороннє Х - подібне оброблення з тим же кутом розкриття.

Усадкові, газові і земляні раковини обробляються до здорового металу до тих пір, поки не буде досягнута можливість виконання заварки вибраним діаметром дроту. При цьому найкращою формою оброблення подібних дефектів вважається напівсфера.

Наскрізні отвори, недоливи, відбиті частини чавунних деталей можуть бути відновлені за допомогою чавунних або сталевих вставок. Для зменшення напруги, що виникає при заварці, рекомендується дати попередній вигин, а їх краям надати округлу форму.

Для зменшення утворення метастабільних структур (цементит, мартенсит) в зоні сплаву і отримання якісного зварного з'єднання проплавлять зварюваний чавун слідує мінімально. Наплавлення виконують паралельними валиками з перекриттям кожного попереднього валика на 1/2-2/3 його ширину, в 2-3 шари. При наплавленні другого і третього шару зварювальний струм, у разі потреби, збільшують на 15-20 %.

Наплавлення сірого чавуну з пластинчастим графітом ведуть короткими валиками завдовжки 25-35 мм, шириною, що перевищує в 4-5 разів діаметр електроду. При наплавленні високоміцного чавуну з кулевидним графітом, а також ковкого чавуну довжина валиків може бути збільшена до 80-100 мм.

Переміщення електроду в процесі наплавлення проводять за схемою півмісяця з нахилом осі електроду у бік руху на 65-80°. Дугу при цьому направляють на раніше наплавлений метал.

При закінченні наплавлення кожного валика не слід різко обривати дугу, залишаючи тим самим відкритий кратер. Закінчення заварки проводять шляхом повторного (дво-трикратного) запалення дуги до повного заповнення кратера.

При остаточному заповненні оброблення не допускається виводити дугу на основний метал, що не має наплавленого шару.

При одношаровому наплавленні або заварці дефекту для повної гарантії механічної оброблюваності місця заварки рекомендується накладати на раніше наплавлений метал (не заходивши на основний) відпалюючі валики.

При заварці металу великої товщини, в цілях зменшення напруги в зварному з'єднанні, при остаточному заповненні оброблення рекомендується:

- наплавлений метал піддавати легкому проковуванню ударним інструментом, яке проводиться безпосередньо після накладення кожного валика, коли метал знаходиться в гарячому стані;
- застосовувати відомі технологічні прийоми заварки, такі як зварювання «гіркою», обратноступінчатим способом і тому подібне.

При заварці дефектів в тонкостінних фасонних відливаннях (блоки автомобільних циліндрів і тому подібне), виготовлених з фосфористих чавунів, не слід перегрівати основний метал більш ніж на 50-70°С, оскільки перегрів може

привести до утворення гарячих і холодних тріщин в ділянках, прилеглих до шва. Найкращі результати при зварці подібних виробів досягаються при прискореному заповненні оброблення дефекту з примусовим охолоджуванням місця заварки. Для виконання останнього рекомендується занурювати виріб у воду до рівня заварюваного дефекту.

Дослідження проводили при холодному зварюванні сірого чавуну марки СЧ21 завтовшки 25 мм сталевим зварювальним дротом марки Св08Г2С на постійному струмі прямої полярності. Діаметр дроту складав 1,6 мм. Сила струму при наплавленні складала 180-200А, напруга на дузі 26-28 В і швидкість подачі зварювального дроту 120-150 м/год. Швидкість зварювання 7-8 м/год.

Зварювання проводили без попереднього підігріву (рис. 2). В процесі зварювання контролювали температуру основного металу в навколошовній зоні, не допускаючи нагріву деталі вище 70° С. В результаті досліджень зварних швів пор, тріщин і інших дефектів в зварних швах і зоні термічного впливу не виявлено.

Рис. 2 - Приклади ремонтного зварювання чавунних деталей

Твердість металу шва не перевищувала 230-250 НВ і дозволяла проводити механічну обробку зварних швів звичайним металоріжучим інструментом.

В результаті металографічних досліджень и вимірювання твердості основного металу і зони термічного впливу (рис. 3) встановлено, що мікроструктура основного металу типова для сірого ферито-перлітного чавуну. По лінії сплавлення спостерігається смуга шириною 0,2 мм, що має структуру перліт + ледебурит + голки цементиту.

Твердість ≤ 65 HRC. Далі вглиб наплавленого металу - перліт + ділянки крупноголкового мартенситу + аустеніт + графіт відпалу. Твердість цієї зони ≤ 50 HRC.

Мікроструктура на ширину 2 мм від лінії сплавлення, являє собою суміш мартенситу з троститом різної дисперсності. Твердість 46-50HRC. Біля самого сплавлення – крупні зерна тростито-мартенситу і грубі голки мартенситу. Твердість 54HRC. Далі на ширину 2,5 мм структура характеризується наявністю феритних зерен, невеликої кількості перлітних зерен і включень третичного цементиту. Твердість 250-274 НВ.

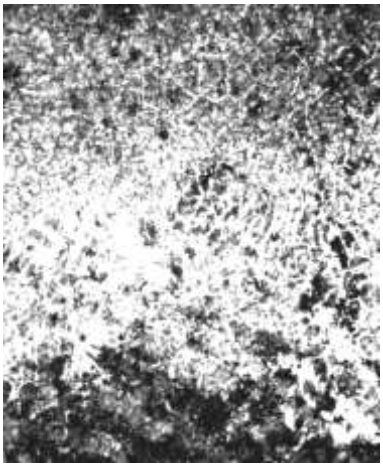


Рис. 3 - Мікроструктура зони сплавлення (х450)

Верхній шар – основа феритна. Незначні включення перліту і третичного цементиту. Твердість 170-206 НВ.

Висновки. В результаті досліджень зварних швів пор, тріщин і інших дефектів в зварних швах і зоні термічного впливу не виявлено. Твердість металу шва не перевищувала 180-200 НВ і дозволяла легко проводити механічну обробку зварних швів звичайним металоріжучим інструментом Багатошарове заповнення розробки приводить до відпалу зварного шва і зниженню твердості метала шва і навколо

шовної зони, що зменшує вірогідність утворення тріщин.

Впровадження способу зварювання чавуну в промисловість дасть значний економічний ефект за рахунок використання недефіцитних і відносно дешевих стальних дротів і відсутності захисних газів, при високій якості зварних з'єднань.

Список літератури: 1. *Иванов Б. Г, Журавицкий Ю.И., Левченков В. И.* Сварка и резка чугуна. М., «Машиностроение», 1977. стр. 56-65. **2.** Авторское свидетельство СССР №531694, кл. В23К33/00, 1976 (аналог). **3.** Авторское свидетельство СССР №523770, кл. В23К9/00, 1976 (прототип). **4.** Патент України на корисну модель №71145, кл. МПК[7] В23К 33/00, 2012.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 621.791

Спосіб зварювання чавуну/ М. А. Калін, А. О. Емдін // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.3 -7 . – Бібліогр.: 4 назв.
Разработан способ сварки чугуна электрической дугой, отличающийся тем, что дуга горит между угольным электродом и изделием, а сварочная проволока подается через отверстие в угольном электроде, который питается током прямой полярности.

Ключевые слова: дуга, чугун, сварка, угольный электрод, проволока.

Amethod of welding cast iron electric arc featuring the arc Burns between carbon electrode and the workpiece and electrode wire is fed through a hole in the charcoal electrode that is fed by a current straight polarity.

Keywords: arc, pig iron, welding, carbon electrode wire.

УДК 621.791.76:539.4.25

С. Н. ПОПОВ, д-р филос. наук, проф., ЗНТУ, Запорожье

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ НА ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ

В статье оптимизирован алгоритм получения адекватного количественного математического описания многофакторной технологической системы при рельефной сварке разнородных материалов. Представлено математическое описание новой технологии рельефной сварки титана со сталью, которая обеспечивает достаточно высокую работоспособность (прочность и пластичность) сварных соединений и полное отсутствие несплошностей в сварных точках.

Ключевые слова: физико-механические свойства, точечная рельефная сварка, оптимизация, деформация, интерметалидная фаза, поверхность отклика.

Введение. Важной проблемой в машиностроении является задача получения прочных сварных соединений при сварке разнородных материалов, в особенности титана со сталями. Главной мерой это связано с наличием интерметаллидов в сплаве титана с железом, что значительно повышает прочность соединения, но резко снижает его пластичность [1-6], что затрудняет применение сварки плавлением. Высокую работоспособность и характеристики сварного соединения обеспечивает технология рельефной сварки. Однако отсутствие системных данных о механизме комплексного влияния различных факторов на физико-механические свойства сварного соединения приводит к необходимости оптимизации алгоритма получения адекватного математического описания многофакторной технологической системы рельефной сварки титана со сталью.

© С. Н. ПОПОВ, 2013

Постановка задачи. В настоящей работе ставилась цель установить параметрическую связь между основными технологическими показателями процесса сварки с определяющим критерием качества сварного соединения – величиной усилия отрыва ($F_{отр}$). При этом автор ставил задачу оптимизировать алгоритм получения адекватного количественного математического описания многофакторной технологической системы рельефной сварки титана со сталью.

Основная часть исследований. При анализе технологических показателей контактной сварки было решено использовать математическое планирование исследований на основе активного эксперимента, с созданием численного описания математического ожидания.

Это связано с тем, что многофакторное уравнение регрессии позволяет исследовать механизм комплексного влияния различных факторов на физико-механические свойства сварного соединения.

В отличие от традиционного подхода, связанного с получением оптимальных режимов точечной сварки, при которых внутренний выплеск не допускается, в качестве исходных данных были приняты условия, гарантирующие получение управляемого конечного внутреннего выплеска, поскольку только его наличие может обеспечить создание биметаллического титаностального соединения.

Исходя из этого, при планировании эксперимента в качестве переменных были приняты такие параметры, влияние которых на показатель качества соединения ($F_{отр}$) изучено, и предстояло только установить их оптимальные значения. В качестве основных факторов, влияющих на выходную характеристику ($F_{отр}$), были рассмотрены:

1) Q – энергия, выделяющаяся при образовании сварной точки, kA^2;
2) T_k – время приложения ковочного усилия, с.
3) $F_{сж}$ – усилие сжатия электродов, дан.
4) δ – толщина свариваемых пластин, мм.

Анализ последнего показывает, что толщина пластин определяет уровни варьирования остальных параметров режимов сварки, что может привести к нарушению ортогональности матрицы плана и появлению корреляции между коэффициентами регрессионного уравнения. Поэтому, чтобы получить статически определённую модель, вводили толщину пластин как постоянную величину, равную $\delta_1 = 2$ мм (титан), $\delta_2 = 10$ мм (сталь). Вычисление коэффициентов регрессий прово-дили по стандартным методам [7] с помощью пакета программ Excel. Для получения более точных результатов целесообразно заложить в машину максимальное число уровней для каждого фактора. Но при этом значительно увеличивается число опытов.

Для уменьшения числа экспериментов в работе предложен метод сокращения эксперимента, основанный на простых понятиях теории групп [8]. Для этого на совокупность чисел {-1; 0; 1} введено новое умножение, при котором она превратилась в группу, где «-1» - образующая. Если взаимодействие факторов вычислять исходя из основных понятий теории групп, то матрица планирования, в которой фактор заменяется взаимодействием других, сохранит все свои свойства, такие как ортогональность и др.

Планирование эксперимента проводили по плану Бокса-Уилсона для трёх независимых факторов $(Q, T_k, F_{сж})$ на двух уровнях варьирования.

Учитывая, что изменялось небольшое количество переменных, был реализован полный факторный эксперимент 2^3, включающий восемь основных опытов, один

средний и одну звёздную точку.

Интервалы варьирования и основной уровень взяты на основании априорно известной информации [9], когда процесс протекает достаточно хорошо, и получаются положительные результаты. Центр основного уровня выбран в случайных точках. Интервалы варьирования и результаты реализации планирования приведены соответственно в табл. 1 и табл. 2.

Математическую модель задавали в виде функции:

$$F_{отр} = f(Q, T_k, F_{сж}) \quad (1)$$

Таблица 1 - Уровни и интервалы варьирования

Показатель	Факторы		
	Q	T_k	$F_{сж}$
Основной уровень	8600	0,06	365
Интервал варьирования	3200	0,04	115
Верхний уровень	11800	0,1	400
Нижний уровень	5400	0,02	250
Кодовое обозначение факторов	X_1	X_2	X_3

Так как вид функции $F_{отр}$ заранее не известен, её задавали в виде полного полинома второго порядка:

$$F_{отр} = B_0 + \sum_{i=1}^{n} B_i X_i + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j \geq 1}^{n} B_{ij} X_i X_j \quad (2)$$

Таблица 2 - Результаты реализации матрицы полнофакторного эксперимента 2^3

№ опыта	Факторы			Выходной параметр		
	Q	T_k	$F_{сж}$	$F_{отр1}$	$F_{отр2}$	$F_{отр3}$
1	11800	0,1	400	319	320	322
2	11800	0,02	250	343	341	340
3	11800	0,1	250	278	280	277
4	11800	0,02	480	200	198	202
5	5400	0,02	250	203	206	205
6	5400	0,1	250	282	285	283
7	5400	0,1	480	287	289	286
8	5400	0,02	480	328	327	330
9	8600	0,06	365	413	415	410
10	8000	0,04	300	409	410	408
11	9000	0,08	450	-	436	-

Вычисление коэффициентов регрессии B_i и B_{ij} проводили с использованием прикладного пакета *MathCAD*.

Результатом реализации матрицы планирования полнофакторного эксперимента 2^3 после проведения проверки вследствие статического характера зависимостей по критериям Фишера и Кохрена является адекватное уравнение регрессии:

$$F_{отр} = -1{,}3 \cdot 10^3 + 0{,}318Q + 7637{,}28T_k + 1{,}92F_{сж} - 0{,}925QT_k - 2{,}32 \cdot 10^{-4} QF_{сж} - 20{,}51 T_k F_{сж} + 2{,}58 \cdot 10^{-3} QT_kF_{сж} - 1{,}35 \cdot 10^{-5}Q^2 \quad (3)$$

Анализ полученной математической модели показывает, что выбранные параметры режимов сварки и уровни их варьирования позволяют получать в

зависимости от значений и взаимного сочетания факторов различные физико-механические свойства сварного соединения. Следовательно, в данном факторном пространстве должно существовать такое оптимальное соотношение параметров сварки, при которых обеспечивается максимальное значение показателя качества сварного соединения $F_{отр}$. При этом, важное значение имеет и то, что некоторые линейные эффекты меньше эффектов взаимодействия, а это один из признаков попадания в почти стационарную область. Поэтому для подтверждения данного положения воспользуемся движением по направлению градиента функции отклика (метод крутого восхождения). Поверхность отклика и ее пересечения изображены на рис.1 и рис. 2 соответственно.

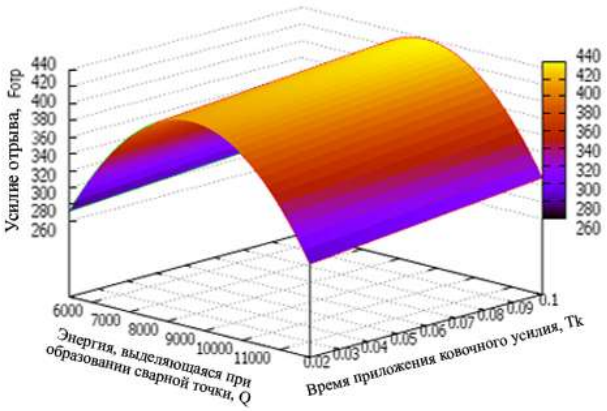


Рис. 1 – Поверхность отклика функции $F_{отр}$ при $F_{сж}$=365 дан

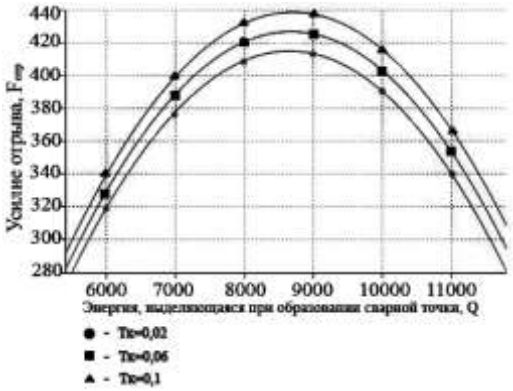


Рис. 2 – Пересечения поверхности отклика функции $F_{отр}$ при $F_{сж}$=365 дан

Составляющие градиента есть частные производные функции отклика, оценками которых являются рассчитанные коэффициенты регрессии.

Изменяя независимые переменные пропорционально величинам коэффициентов уравнения,будем двигаться в направлении градиента функции по самому крутому пути

$$\nabla\varphi = \frac{\partial\varphi}{\partial x_1} i + \frac{\partial\varphi}{\partial x_2} j + ... + \frac{\partial\varphi}{\partial x_k} k \qquad (4)$$

где $\nabla\varphi$ - обозначение градиента;

$\frac{\partial\varphi}{\partial x_i}$ - частная производная функции по i-му фактору;

i, j, k – единичные векторы в направлении координатных осей.

Крутое восхождение может считаться эффективным, если хотя бы один из теоретически реализованных опытов даст лучший результат по сравнению с наилучшим опытом в серии.

Пусть Q = 9000 kA^2, T_k = 0,08 с; $F_{сж}$ = 450 дан, тогда $F_{отр}$ = 436 дан. Полученное значение $F_{отр}$ является лучшим, но не максимальным, так как метод движения по градиенту не решает вопроса о нахождении самой лучшей точки поверхности отклика. Поэтому, чтобы изучить область оптимума, необходимо перейти ко второму этапу оптимизации – исследованию стационарной области.

Многомерная оптимизация заключается в нахождении экстремумов функций многих переменных F (X_1, X_2,…, X_n). Из всего многообразия приёмов, применяемых для определения максимума, ограничимся относительно простым методом равномерного поиска. Оптимизация уравнения регрессии проводилась с дифференцированным заданием погрешности вычисления (E) и шага (ΔX) по каждой

переменной при выполнении граничных условий, не позволяющих выйти за пределы реализованного факторного пространства.

Расчёты показали, что оптимальные значения режимов точечной контактной электросварки пластин титана δ_1 = 2 мм с малоуглеродистой сталью δ_2 = 10 мм находятся в пределах:

Q = 9200 ± 10 kA^2, T_k = 0,099±0,01 с; $F_{сж}$ = 465±15 дан, при этом значение показателя качества $F_{отр}$ с подстановкой средних значений равно 445 дан.

Виды излома биметаллического соединения Fe-Ti полученного рельефной контактной сваркой при экспериментальном и оптимальном режимах показаны на рис.3.

а б

Рис. 3 - Вид излома биметаллического соединения Fe-Ti полученного рельефной контактной сваркой:а – при параметрах режима: Q =11800 kA^2; $T_к$ = 0,02 с; $F_{сж}$ = 480 дан; $F_{отр}$ = 200 дан; б – при оптимальных параметрах режима: Q = 9200 kA^2, T_k = 0,099 с; $F_{сж}$ = 465 дан, $F_{отр}$ = 445 дан.

Выводы. В данной работе была установлена параметрическая связь между основными технологическими показателями процесса сварки с определяющим критерием качества сварного соединения – величиной усилия отрыва ($F_{отр}$). При этом был оптимизирован алгоритм получения адекватного количественного математического описания многофакторной технологической системы рельефной сварки титана со сталью, на основе построенных поверхностей отклика и их пересечений были получены оптимальные параметры режима сварки.

Испытание сварного соединения, полученного на оптимальных режимах ($F_{отр.эксп.}$ = 427 дан), показали хорошую сходимость экспериментальных и расчётных значений.

Список литературы: **1.** American Welding Society (2007), Structural Welding Code, Titanium (AWS D1.9), https://www.awspubs.com/. **2.** Donachie, Jr., Matthew (2000), Titanium, A Technical Guide, ASM International, http://asmcommunity.asminternational.org/portal/site/asm/. **3.** Welding Technology Institute of Australia. Welding of stainless steel. / Lidcombe, N.S.W. : Welding Technology Institute of Australia, 2002. **4.** Specification for Titanium and Titanium Alloy Welding Electrodes and Rods Edition: 5th American Welding Society / 17-Aug-2007 / 38 p. **5.** Recommended Practices for Gas Tungsten Arc Welding of Titanium Piping and Tubing American Welding Society / 11-Feb-2000 / 29 p. **6.** http://www.weldmyworld.com/blog/2011/02/how-to-weld-titanium.html **7.** Математическая модель влияния технологических параметров контактной сварки на прочность биметаллических конструкций Fe-Ti / [*Попов С. Н., Пиньковский И. В., Быковский О. Г., Басов О. В.*]. – Сб. трудов «МАТИ – Сварка XXI века» «Технология, оборудование и подготовка кадров в сварочном производстве», М. : «МАТИ» - РГТУ им. К. Э. Циолковского, 2003. – 352 с. **8.** *Адлер Ю. П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / *Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В.* – М.: Наука, 1976. – 280 с. **9.** *Пиньковский И. В.* Оптимизация параметров режима рельефной контактной точечной сварки титана с малоуглеродистой сталью / *Пиньковский И. В., Быковский О. Г., Попов С. Н.* – К., 1989. –10 с. – Деп. в УкрНИИ ИНТИ 24.05.89, №1251-УК89.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 621.791.76:539.4.25

Численное моделирование влияния технологических параметров контактной сварки на прочность соединения / С. Н. Попов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С. 7-12. – Бібліогр.:9 назв.

В статті оптимізовано алгоритм отримання адекватного кількісного математичного опису багатофакторної технологічної системи при рельєфному зварюванні різнойменних матеріалів. Подано математичний опис нової технології рельєфного зварювання титану та сталі, який забезпечує достатньо високу працездатність (міцність і пластичність) зварних з'єднань і повну відсутність несуцільностей в зварних точках.

Ключові слова: фізико-механічні властивості, точкова рельєфна зварювання, оптимізація, деформація, інтерметалідна фаза, поверхня відгуку.

The paper is optimized algorithm to obtain adequate quantitative mathematical description of multi-technology system for projection welding of dissimilar materials. A mathematical description of the new technology projection welding of titanium and steel, which ensures a sufficiently high efficiency (strength and ductility) of welded joints and the complete absence of discontinuities in welds.

Keywords: physical and mechanical properties, spot projection welding, optimization, strain intermetalid faza, response surface.

УДК 621.883.6(045)

В. И. РЫНДЯЕВ, канд. техн. наук, доц., УИПА, Харьков

КИНЕМАТИКО - СИЛОВОЙ АНАЛИЗ АДАПТИВНОГО ПРИВОДА КОНВЕЙЕРА

Предложена методика кинематико – силового анализа адаптивного привода конвейера, созданного на основе несимметричного дифференциала. Показана возможность использования в качестве критерия адаптации различных соотношений силовых параметров.

Ключевые слова: адаптивный привод, передаточное число, барабаны.

Введение. Интенсификация процессов транспортирования сырья и материалов в различных отраслях промышленности оказывает существенное влияние на схемные и конструктивные решения систем приводов современного транспортирующего оборудования.

Создание работоспособных систем трансмиссий для приводов конвейеров в условиях интенсивного роста действующих нагрузок превратилось в острую проблему, от решения которой в значительной мере зависят технико - экономические показатели предприятий.

Реализация схемы с использованием несимметричных дифференциалов для приводов конвейеров позволяет повысить надежность конструкции [1,2].

Цель работы. Целью работы является исследование системы адаптивного привода конвейера и разработка методики его кинематико – силового анализа.

Изложение основного материала работы. Условие отсутствия проскальзывания между барабанами и лентой в двухбарабанном тянущем устройстве конвейера эквивалентно условию обеспечения определенного соотношения моментов на барабанах, определяемого наименьшими гарантированными коэффициентами трения между лентой и барабанами μ и углами обхвата α (рис. 1).

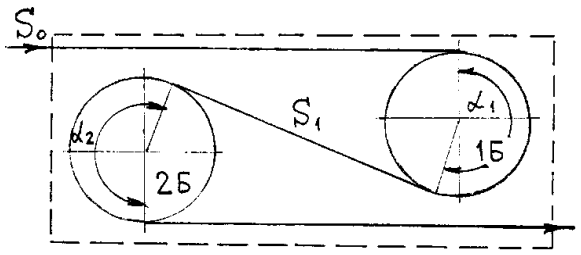


Рис. 1 - Расчетная схема двухбарабанного тянущего устройства конвейера

Совмещение этих условий возможно только в саморегулируемой по скорости системе с передаточным числом между барабанами, соответствующим расчетным

© В. И. РЫНДЯЕВ, 2013

соотношениям моментов. Адаптация механической системы из n барабанов возможна, когда число степеней свободы в ней на единицу меньше числа барабанов, т. е. когда любые (n - 1) из них могут изменять скорость независимо друг от друга.

На рис. 2 приведена адаптивная система трансмиссии привода тянущего устройства конвейера. Устройство включает барабаны 1Б – 2Б, связанные несимметричным дифференциалом 1, ведомые звенья которого (солнечные и коронные колеса) соединены с барабанами, и электродвигатель D. Связь коронного колеса с барабаном 2Б осуществляется посредством зубчатой передачи 4 – 2.

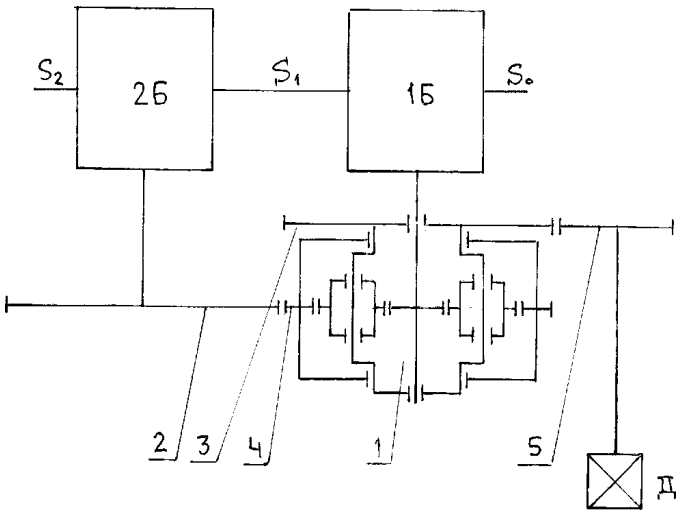


Рис. 2 - Адаптивная система трансмиссии привода тянущего устройства конвейера

При работе конвейера в замкнутом адаптивном двухбарабанном контуре мощность между ведомыми звеньями перераспределяется в соответствии с натяжением между барабанами и общей нагрузкой на устройство. Регуляторами в паре барабанов являются ведомые звенья несимметричного дифференциала, при этом отношение моментов на выходных звеньях несимметричного дифференциала всегда соответствует заданному передаточному числу между барабанами.

Нагруженность двухбарабанного тянущего устройства при заданном режиме работы определяется разностью натяжений ленты на входе в устройство и выходе из него, т.е.

$$\Sigma M = (S_2 - S_0) \cdot R, \qquad (1)$$

где ΣM – суммарный активный момент, развиваемый двухбарабанным устройством;

S_0, S_2 – соответственно переднее и заднее натяжение ленты;

R – радиус барабана.

Суммарный момент или, то же самое, разность натяжений, не должны превышать критические, определяемые суммарными углами обхвата и действительными коэффициентами трения, гарантирующими определенную силу сцепления между лентой и барабанами. Критические моменты для барабанов определены соотношениями

$$\begin{aligned} S_1 - S_0 &= S_0 \cdot \left(e^{\mu\alpha_1} - 1\right) \\ S_2 - S_1 &= S_1 \cdot \left(e^{\mu\alpha_2} - 1\right) \end{aligned} \qquad (2)$$

Если на основе этих уравнений определить соотношение несущих способностей барабанов устройства и закрепить эти соотношения для всех рабочих режимов, то будет выполняться условие отсутствия проскальзывания.

Расчетные передаточные числа, определяющие необходимое отношение несущих способностей барабанов, реализуются в передачах двухбарабанного адаптивного контура.

Кинематическое уравнение, характеризующее связь между движением ведущего звена (колеса 3) и барабанов 1Б – 2Б имеет вид

$$n_3 = \frac{n_{1Б} + n_{2Б} \cdot \left(z_b / z_a\right) \cdot u_{4-2Б}}{\left(z_b / z_a + 1\right)}, \qquad (3)$$

где n_3 – скорость вращения зубчатого колеса 3;

$n_{1Б}$, $n_{2Б}$ – скорости вращения соответствующих барабанов;

z_b, z_a – числа зубьев соответственно коронного и солнечного колес несимметричного дифференциала 1;

$u_{4\text{-}Б}$ – передаточное число от зубчатого колеса 4 к барабану 2Б.

Скорости барабанов 1Б и 2Б отличаются на величину деформации ленты в межбарабанном промежутке. Связь между скоростями барабанов устройства определяется зависимостью

$$\frac{(n_{2Б} - n_{1Б})}{n_{1Б}} = \varepsilon_{1-2}$$

или (4)

$$\frac{n_{2Б}}{n_{1Б}} = 1 + \varepsilon_{1-2},$$

где $\varepsilon_{1\text{-}2}$ – деформация ленты в межбарабанном промежутке барабанов 1Б и 2Б.

После введения коэффициентов, а также с учетом выражения (4) уравнение (3) имеет вид

$$\frac{n_3}{n_{1Б}} = a + в \cdot (1 + \varepsilon_{1-2}), \quad (5)$$

где $a = \dfrac{1}{(z_b / z_a + 1)}$, $в = \dfrac{(z_b / z_a) \cdot u_{4-2Б}}{(z_b / z_a + 1)}$,

Пренебрегая упругой деформацией ленты, примем

$$n_{1Б} = n_{2Б}. \quad (6)$$

Получим с достаточной степенью точности передаточное число между барабанами и ведущим звеном

$$\frac{n_3}{n_{1Б}} = \frac{1 + (z_b / z_a) \cdot u_{4-2Б}}{(z_b / z_a + 1)} \quad (7)$$

При кинематико – силовом синтезе приведенной адаптивной системы с использованием изложенной методики должны быть дополнительно учтены условия необкатываемости зубчатых колес в дифференциальном механизме с целью применения в скоростных машинах.

Выводы. Приведенные математические зависимости дают возможность определить кинематические и силовые параметры адаптивного привода конвейера, созданного на основе несимметричного дифференциала. Предложенная методика может быть использована при проектировании и расчете вновь создаваемых приводов конвейеров с адаптивными контурами.

Список литературы: 1. *Рындяев В. И.* Адаптивные системы трансмиссий приводов конвейеров и перспективы их использования / *В. И. Рындяев* //Восточно – европейский журнал передовых технологий. 2012 №3/7 (51). – С. 38-39. **2.** Привод рабочей клети прокатного стана [текст] А.С. СССР № 1315058 B21B35/12/ *Дунаевский В. И., Рындяев В. И.*; Заявлено 20.01.1986; опубл. 07.06.1987. – Бюл. №21.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 621.883.6(045)

Кинематико - силовой анализ адаптивного привода конвейера / В.И. Рындяев // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С. . – Бібліогр.:2 назв.

Запропонована методика кінематично - силового аналізу адаптивного приводу конвеєра, який створений на основі застосування несиметричного диференціалу. Приведена можливість використання в якості критерію адаптації різних співвідношень силових параметрів.
Ключові слова: адаптивний привод, передаточне число, барабани.

The technique of kinematic - the power of analysis of adaptive conveyor drive that is based on single-ended differential. The possibility to use as a criterion for adapting different ratios of force parameters.
Keywords: adaptive drive, gear ratio, reels.

УДК 621.771.073.8:681.3.06

В. С. МЕДВЕДЕВ, д-р техн. наук, г.н.с., ГП «УкрГНТЦ «Энергосталь», Харьков;
В. А. ШПАКОВ, канд. техн. наук, ДонГТУ, Алчевск;
Е. В. БАЗАРОВА, ассистент, ДонГТУ, Алчевск

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЧАГА ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ПРОКАТКЕ ФЛАНЦЕВЫХ ПРОФИЛЕЙ. СООБЩЕНИЕ 2

Приведена методика аналитического определения геометрических параметров очага деформации при прокатке фланцевых профилей в калибрах с открытыми и закрытыми ручьями. Путем совместного решения уравнений поверхностей вращения валков и плоских поверхностей заготовки получены общие аналитические выражения для расчета координат граничных точек очага деформации. Методика может быть использована при создании универсальной математической модели прокатки фасонных профилей.
Ключевые слова: фланцевый профиль, прокатка, очаг деформации, геометрические параметры

Введение. Для математического моделирования процесса прокатки фасонных профилей необходимо иметь аналитическое описание контура калибра и очага деформации.

Обзор различных методов аналитического описания контуров калибров и очага деформации показал, что известные методы либо разработаны для конкретных условий решения частных задач и не обладают достаточной универсальностью, либо весьма сложны для практического осуществления.

Для реализации единого методологического и системного подхода к решению задач прокатки сложных фасонных профилей методы построения и аналитического описания контуров калибров и очагов деформации должны быть максимально универсальными. Это позволит системно подойти к постановке и проведению теоретических исследований течения металла в фасонных калибрах, разработать универсальные математические модели расчета формоизменения и энергосиловых параметров прокатки, а также создать универсальное математическое обеспечение автоматизированного проектирования калибровок прокатных валков и автоматизированной подготовки производства (подготовки и обработки исходных данных для управляющих программ станков с ЧПУ для расточки валков, изготовления привалковой арматуры, шаблонов и т.д.).

Фланцевые профили формируются в фасонных калибрах с пластовыми ребровыми элементами, имеющих стенку, открытый и закрытый фланцы [1,2]. При математическом моделировании течения металла в фасонных калибрах необходимо знать форму и размеры очага деформации. Определение геометрических параметров очага деформации позволяет более точно рассчитать формоизменение металла и

© В. С. МЕДВЕДЕВ, В. А. ШПАКОВ, Е. В. БАЗАРОВА, 2013

силовые условия прокатки, спроектировать оптимальную калибровку валков, выбрать необходимое оборудование и решить другие технологические задачи. В работе [3] изложена методика аналитического определения геометрических параметров очага деформации в открытых фланцах. Настоящая статья является продолжением и заключительным этапом работы [3].

Цель настоящей работы – получение аналитических зависимостей для расчета границ очага деформации в закрытых фланцах и формирование целостной методики описания геометрии очага деформации при прокатке профилей сложной формы (симметричных и асимметричных двутавров, тавровых профилей и др.) в фасонных калибрах с пластовыми ребровыми элементами.

Определение границ очага деформации (рис.1-4) осуществляется путем совместного решения уравнений поверхностей исходной заготовки и прокатных валков с использованием среды MathCAD.

Поверхности исходной заготовки описываются уравнениями плоскостей, а прокатных валков – поверхностями вращения цилиндра и конуса.

Принятые допущения: наружная поверхность открытого и закрытого фланцев не имеет уклона; обжатие по наружной поверхности фланца отсутствует; обжатия по стенке со стороны верхнего и нижнего валков равны; радиусом закругления на пересечении поверхностей фланца и стенки пренебрегаем; радиусы верхнего и нижнего валков по стенке одинаковы.

Границы очага деформации определяются координатами характерных точек A, D, E и C, расположенных на поверхностях контакта металла с валками (индексы «O» и «Z» координат относятся к открытому и закрытому фланцам соответственно). Начало координат расположим в плоскости выхода профиля из валков.

Координаты характерных точек очага, полученные в работе [3]:

- на участке стенки

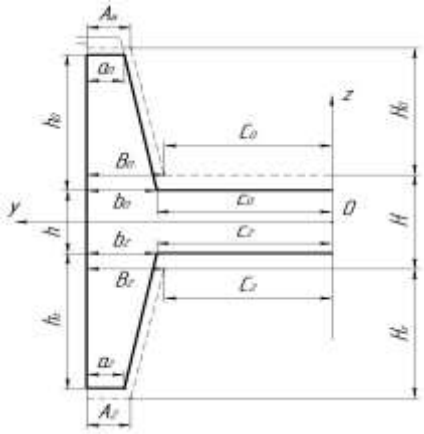


Рис. 1 – Схема совмещения заготовки и калибра

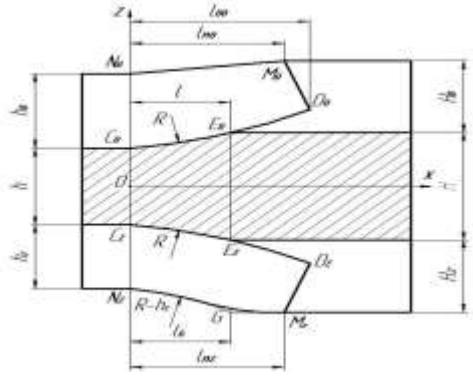


Рис. 2 – Сечение очага деформации в плоскости XOZ

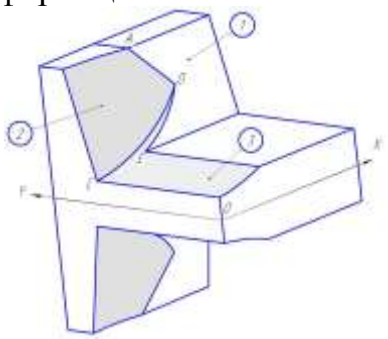


Рис. 3 – Поверхности очага деформации

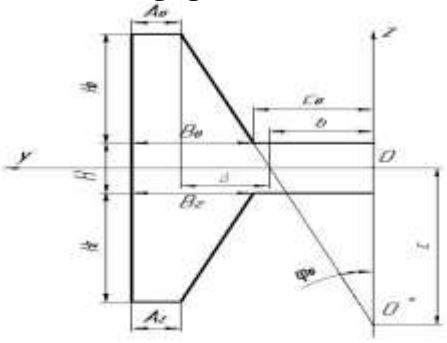


Рис. 4 – Пересечение плоскости 1 с осями координат Y и Z

$$x_{EO} = \sqrt{R(H-h) - \left(\frac{H-h}{2}\right)^2} = l, \quad y_{EO} = C_0, \quad z_{EO} = \frac{h}{2}, \qquad (1)$$

$$x_{CO} = 0, \quad y_{CO} = c_0, \quad z_{CO} = \frac{h}{2}; \tag{2}$$

- на участке открытого фланца

$$x_{DO} = \frac{1}{2}\sqrt{8Rz + 4zh - h^2 - 4hR - 4z^2} = l_{DO}, \quad y_{DO} = c_0, \tag{3}$$

$$z_{DO} = \frac{2c_0 - 2C_0 - 2B_0 + 2A_0 + 2H_0\tan(\varphi_0) + H\tan(\varphi_0)}{2\tan(\varphi_0)}, \tag{4}$$

$$x_{AO} = \sqrt{\frac{R^2(s + c_0 - y_A)^2}{s^2} - (R + \frac{h}{2} - z_A)^2} = l_{AO}, \tag{5}$$

$$y_{AO} = C_0 + B_0 - A_0, \quad z_{AO} = H_0 + \frac{H}{2}, \tag{6}$$

$$x_{M0} = \sqrt{\frac{R^2(s + c_0 - y_{M0})^2}{s^2} - (R + \frac{h}{2} - z_{M0})^2} = l_{M0}, \tag{7}$$

$$y_{M0} = C_0 + B_0 - A_0, \quad z_{M0} = H_0 + \frac{H}{2}. \tag{8}$$

В закрытом ручье калибра в отличие от открытого фланец обжимается по высоте. Форма очага деформации у вершины закрытого фланца зависит от величины обжатия. Для закрытого фланца необходимо дополнительно рассчитать координаты характерной точки G_Z. Координаты остальных граничных точек E_Z, C_Z, D_Z, M_Z и N_Z определяются аналогично (1)÷(8) с учетом направления оси Z по следующим формулам.

Точка E_Z: $x_{EZ} = \sqrt{R(H-h) - \left(\frac{H-h}{2}\right)^2} = l$, $y_{EZ} = C_Z$, $z_{EZ} = -\frac{H}{2}$. (9)

Точка C_Z: $x_{CZ} = 0$, $y_{CZ} = c_Z$, $z_{CZ} = -\frac{h}{2}$. (10)

Координаты точки D находим путем совместного решения уравнения наклонной плоскости фланца заготовки и окружности радиуса R, лежащей в плоскости, параллельной XOZ, на расстоянии c_Z.

В общем виде уравнение плоскости в отрезках представляется как

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1,$$

где x, y, z - координаты в декартовой системе координат;

a, b, c - отрезки, отсекаемые плоскостью на координатных осях.

Поскольку плоскость фланца заготовки не пересекает координатную ось X, уравнение принимает следующий вид:

$$\frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1.$$

Длины отрезков b и c определяются из геометрических соотношений рис. 4. Точка D лежит на радиусе R.

Координату x_{DZ} находим из уравнения окружности радиусом R.

В общем виде уравнение окружности записывается уравнением

$$x^2 + z^2 = R^2.$$

С учетом переноса осей находим

$$z = \sqrt{R^2 - x^2} + R + \frac{h}{2}$$

Решив это уравнение относительно x получим координату x_{DZ} и другие.

Точка D_Z:

$$x_{DZ} = \frac{1}{2}\sqrt{8R\, z_{DZ} + 4z_{DZ}h - h^2 - 4hR - 4z_{DZ}^2} = l_{DZ}, \quad y_{DZ} = c_Z, \tag{11}$$

$$z_{DZ} = -\frac{2c_Z - 2C_Z - 2B_Z + 2A_Z + 2H_Z \tan\varphi_Z + H\tan\varphi_Z}{2\tan\varphi_Z}. \tag{12}$$

Точка M_Z:

$$x_{MZ} = \sqrt{\frac{R^2(s + c_Z - y_{MZ})^2}{s^2} - (R + \frac{h}{2} - |z_{MZ}|)^2} = l_{MZ}, \tag{13}$$

где $s = R \cdot (\frac{B_Z - A_Z}{H_Z})$,

$$y_{MZ} = C_Z + B_Z - A_Z, \quad z_{MZ} = -H_Z - \frac{H}{2}. \tag{14}$$

Точка G_Z:

$$x_{GZ} = \sqrt{(R - h_Z)\Delta h - (\frac{\Delta h}{2})^2} = l_{GZ},$$

где

$$\Delta h = 2H_Z + H - 2h_Z - h. \tag{15}$$

$$y_{GZ} = C_Z + B_Z - A_Z, \quad z_{GZ} = -H_Z - \frac{H}{2}. \tag{16}$$

Точка N_Z:

$$x_{NZ} = 0, \quad y_{NZ} = C_Z + B_Z - a_Z, \quad z_{NZ} = -\frac{h}{2} - h_Z. \tag{17}$$

Полученные аналитические выражения используются при решении задач определения формоизменения и энергосиловых параметров прокатки в фасонных калибрах с применением вариационных принципов механики сплошных сред.

Выводы. Приведена методика аналитического определения геометрических параметров очага деформации при прокатке фланцевых профилей в калибрах с открытыми и закрытыми ручьями. Путем совместного решения уравнений поверхностей вращения валков и плоских поверхностей заготовки с использованием среды MathCAD получены общие аналитические выражения для расчета координат граничных точек очага деформации. Методика может быть использована при создании универсальной математической модели прокатки фасонных профилей.

Список литературы: **1.** *Медведев В. С.* Системный подход к вопросу автоматизированного проектирования калибровок валков для прокатки сложных фасонных профилей / *В. С. Медведев* // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2008. – № 3. – С. 41–46. **2.** *Медведев В. С.* Развитие научных основ создания базовых технологий для производства экономичных фасонных профилей проката / *В. С. Медведев* // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Зб. наук. пр. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2009. – № 33. – С. 77–83. **3.** *Медведев В. С.* Аналитическое определение геометрических параметров очага деформации при прокатке фланцевых профилей. Сообщение 1 / *В. С. Медведев, Д. Г. Галушкин* // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Зб. наук. пр. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2009. – № 15. – С. 67–71.

Надійшла до редколегії 16.05.2013

УДК 621.771.073.8:681.3.06

Аналитическое определение геометрических параметров очага деформации при прокатке фланцевых профилей. Сообщение 2./ Медведев В. С., Шпаков В. А., Базарова Е. В.// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.15-19 . – Бібліогр.: 3 назв.

Приведена методика аналітичного визначення геометричних параметрів осередка деформації при прокатці фланцевих профілів в калібрах з відкритими і закритими струмками. Шляхом спільного вирішення рівнянь поверхонь обертання валків і плоских поверхонь заготівки отримані загальні аналітичні вирази для розрахунку координат граничних точок осередка деформації. Методика може бути використана при створенні універсальної математичної моделі прокатки фасонних профілів.

Ключові слова: фланцевий профіль, прокатка, осередок деформації, геометричні параметри.

The technique of analytical determination of geometrical parameters in the center of deformation is given when rolling flange profiles in calibers with the opened and closed strands. By the joint solution of the equations of surfaces of rotation of rolls and flat surfaces of preparation the general analytical expressions for calculation of coordinates of boundary points of the center of deformation are received. The technique can be used at creation of universal mathematical model of rolling of shaped profiles. Im.:4 DBMS is drawn is developed.

Key words: flange profile, rolling, center of deformation, geometrical parameters.

УДК 004.451.36:681.5:002

О. А. ХЛОБИСТОВА, канд. техн. наук, доц., Національний університет харчових технологій, Київ;
М. В. ГЛАДКА, асистент, Національний університет харчових технологій, Київ

ВИБІР МЕТОДУ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ ДОКУМЕНТООБІГУ

Використання новітніх методик у виробництві – основне питання у час зростання конкуренції за частку ринку та споживача. Безпека інформаційного захисту дозволяє забезпечити збереження та захист інформації на різних рівнях доступу. Використання методів захисту завжди залежить від цінності інформації, яку необхідно захистити та зберегти.

Ключові слова: документ, інформація, ключ, захист, шифрування, електронний цифровий підпис.

Вступ. Розвиток нових інформаційних технологій і всесвітня комп'ютеризація привели до того, що безпека інформації не тільки обов'язкова, вона також є однією з характеристик інформаційної системи. Під безпекою інформаційної системи розуміють захищеність системи від випадкового, або зловмисного втручання в процес її функціонування, від намагання викрадення, модифікації або знищення інформації.

Інформаційна безпека підкреслює важливість інформації в сучасному суспільстві – розуміння того, що інформація – це цінний ресурс, щось більше, ніж окремі елементи даних. Інформаційною безпекою називають заходи по захисту інформації від несанкціонованого доступу, руйнування, модифікації, розкриття і вільному доступі. Інформаційна безпека включає заходи по захисту процесів створення даних, їх введення, обробки і виводу.

Метою інформаційної безпеки є забезпечити цілість системи, захистити і гарантувати точність та повноту інформації, мінімізувати можливі руйнування, якщо інформація буде модифікована або пошкоджена. Інформаційна безпека вимагає обліку всіх подій, в ході яких інформація створюється, модифікується, до неї забезпечується доступ або вона поширюється.

Мета роботи. Метою роботи являється дослідження методів захисту інформації та їх практичне використання у системах документообігу.

Викладення основного матеріалу. Системи документообігу є невід`ємною складовою частиною будь-якого підприємства. Від успішності функціонування цієї системи залежить керованість підприємства.

Документи, які циркулюють на підприємстві, можна умовно згрупувати таким чином:

- прогнози збуту, виробнича програма, виробничий план, оперативні плани-графіки;
- виробничі потужності, запаси сировини, напівфабрикатів і готових виробів;
- рецептура, конструкторська документація, опис технології виробництва;
- договори на постачання сировини і комплектуючих;
- договори на виготовлення і збут продукції;
- фінансові документи;
- кадрова документація.

© О. А. ХЛОБИСТОВА, М. В. ГЛАДКА, 2013

Всі документи, які функціонують на підприємстві, можна умовно розділити на дві категорії:

- зовнішнього зв`язку,
- внутрішнього зв`язку.

До першої категорії відносяться документи, які надходять на підприємство зовні, або розробляються для передачі від підприємства іншій організації.

До другої категорії відносяться документи, за допомогою яких відбувається керування підприємством.

Серед документів як першої, так і другої категорії присутня значна кількість таких, що містять конфіденційну і навіть секретну інформацію. Тому, щоб запобігти несанкціонованому доступу до цієї інформації, необхідно запровадити надійну систему захисту документообігу. При цьому слід брати до уваги той факт, що впровадження системи захисту завжди призводить до ускладнень в роботі, отже впровадження системи захисту повинно бути економічно обґрунтованим і доцільним.

Система документообігу будь-якого підприємства містить документи на паперових носіях і електронні документи, які надходять на підприємство або створюються в результаті його функціонування. Оскільки захисту потребують всі види документів, то перейдемо до розгляду основних видів атак на системи документообігу і засобів їм протидії.

Можна виділити такі напрями захисту інформації на підприємстві:

- правові;
- організаційні;
- технічні.

Правова основа захисту інформації на підприємствах базується на нормативних документах [1-3].

Організаційно-правові методи захисту інформації полягають у обмеженні доступу як сторонніх осіб, так і працівників підприємства до об`єктів, де міститься секретна або конфіденційна інформація. Головна задача цих методів захисту – перешкоджати несанкціонованому доступу (НСД). Атака цього виду може здійснюватися як пасивним методом (зчитування секретної інформації), так і активним (пошкодження інформації). Для попередження НСД здійснюють наступне:

- при роботі з зовнішніми документами, що містять секретну інформацію, слід дотримуватися визначених правил (передавати документи з кур`єром, забезпечити їх зберігання і охорону тощо);
- в разі безпаперової передачі документів слід забезпечити ідентифікацію, як автора документа, так і його змісту.

Найбільш поширеним алгоритмом ідентифікації є використання цифрового підпису (ЕЦП). В схемах ЕЦП замість документа розглядається його хеш-функція h(x), основна властивість якої – практична неможливість створення двох різних документів з однаковим значенням хеш-функції. Перевірка правдивості документу полягає у контролі співвідношення, що пов`язує хеш-функцію документа, підпис під ним і відкритий ключ автора документу.

Внутрішня система документообігу в основному вразлива з боку співробітників підприємства. Доведено, що причиною 80% всіх викрадень або спотворень інформації є зловмисні вчинки працівників фірми. Єдиний засіб запобігти цьому – відповідна кадрова політика підприємства, спрямована на підвищенні зацікавленості працівників в успішній роботі, вихованні почуття відповідальності за свою справу.

Крім використання правових і організаційно-правових методів для перешкоджання НСД слід встановити фізичні перешкоди на шляху потрапляння зловмисника до інформації, що захищається, у тому числі спробам з використанням технічних засобів знімання інформації і впливу на неї.

Управління доступом – метод захисту інформації за рахунок регулювання використання всіх інформаційних ресурсів, у тому числі автоматизованої інформаційної системи підприємства. Управління доступом включає наступні функції захисту:

- ідентифікацію користувачів, персоналу і ресурсів інформаційної системи (привласнення кожному об'єкту персонального ідентифікатора);
- ідентифікацію об'єкта або суб'єкта за пред'явленим ідентифікатором;
- перевірку повноважень (перевірка відповідності встановленому регламенту дня тижня, часу доби, залучених ресурсів і процедур);
- дозвіл і створення умов роботи в межах встановленого регламенту;
- реєстрацію (протоколювання) звернень до ресурсів, що захищаються;
- реагування (сигналізація, відключення, затримка робіт, відмова в запиті) при спробах несанкціонованих дій.

Методи захисту інформації на практиці реалізуються із застосуванням засобів захисту.

Засоби захисту інформації можна розділити на:

1. Засоби захисту інформації, які знаходяться в одному приміщенні з захищеною системою, але не використовуються для безпосередньої обробки, зберігання, накопичення і передачі інформації. Вони поділяються на:

- пасивні – фізичні (інженерні) засоби, технічні засоби виявлення, прилади контролю радіоефіру, ліній зв'язку і т.п.;
- активні – джерела безперебійного живлення, шумогенератори, скремблери, пристрої відключення лінії зв'язку, програмно-апаратні засоби маскування інформації і ін.

2. Засоби, призначені для безпосередньої обробки, зберігання, накопичення і передачі інформації, що захищається, виготовлені в захищеному виконанні.

3. Засоби, призначені для контролю ефективності захисту інформації.

Для запобігання просочування мовної інформації по акустичному і віброакустичному каналах здійснюються заходи щодо виявлення каналів витоку. В більшості випадків для несанкціонованого знімання інформації у приміщенні зловмисник застосовує відповідні зчитувальні пристрої.

Можна так класифікувати потенційні погрози, проти яких направлені технічні заходи захисту інформації:

1. Втрати інформації через збої устаткування:

- перебої електроживлення;
- збої дискових систем;
- збої роботи серверів, робочих станцій, мережевих карт і так далі.

2. Втрати інформації через некоректну роботу програм:

- втрата або зміна даних при помилках ПЗ;
- втрати при зараженні системи комп'ютерними вірусами;

3. Втрати, пов'язані з несанкціонованим доступом:

- несанкціоноване копіювання, знищення або підробка інформації;
- ознайомлення з конфіденційною інформацією.

4. Помилки обслуговуючого персоналу і користувачів:

- випадкове знищення або зміна даних;
- некоректне використання програмного і апаратного забезпечення, що веде до знищення або зміни даних.

Самі технічні заходи захисту можна розділити на:

- засоби апаратного захисту, що включають засоби захисту кабельної системи, систем електроживлення, і так далі.
- програмні засоби захисту, у тому числі: криптографія, антивірусні програми, системи розмежування повноважень, засоби контролю доступу і так далі.

Програмні засоби захисту інформації мають бути реалізовані як додаткові модулі системи документообігу.

Програмними називаються засоби захисту даних, що функціонують у складі програмного забезпечення. Серед них можна виділити наступні:

- засоби архівації даних;
- антивірусні програми;
- криптографічні засоби;
- засоби ідентифікації і аутентифікації користувачів;
- засоби управління доступом;
- протоколювання і аудит.

Найбільш поширеними і в більшості випадків ефективними є криптографічні методи захисту інформації – спеціальні методи шифрування[1], кодування або іншого перетворення інформації, в результаті якого її вміст стає недоступним без пред'явлення ключа криптограми і зворотного перетворення. Криптографічний метод захисту, безумовно, найнадійніший метод захисту, оскільки охороняється безпосередньо сама інформація, а не доступ до неї (наприклад, зашифрований файл не можна прочитати навіть у випадку крадіжки носія). Даний метод захисту реалізується у вигляді програм або пакетів програм. Сучасна криптографія включає чотири розділи:

- Симетричні криптосистеми. У симетричних криптосистемах і для шифрування, і для дешифровки використовується один і той же ключ.
- Криптосистеми з відкритим ключем[2]. У системах з відкритим ключем використовуються два ключі – відкритий і закритий, які математично зв'язані один з одним. Інформація шифрується за допомогою відкритого ключа, який доступний усім бажаючим, а розшифровується за допомогою закритого ключа, відомого лише одержувачеві повідомлення.
- Електронний підпис. Системою електронного підпису називається приєднуване до тексту його криптографічне перетворення, яке дозволяє при отриманні тексту іншим користувачем перевірити авторство і достовірність повідомлення.
- Управління ключами. Це процес системи обробки інформації, вмістом яких є складання і розподіл ключів між користувачами. Основні напрями використання криптографічних методів – передача конфіденційної інформації по каналах зв'язку (наприклад, електронна пошта), встановлення достовірності передачі повідомлень, зберігання інформації (документів, баз даних) на носіях в зашифрованому вигляді.

[1] Шифрування – процес перетворення: вихідний текст, який носить також назву відкритого тексту, замінюється шифрованим текстом, дешифровка - зворотний шифруванню процес. На основі ключа шифрований текст перетвориться в початковий.

[2] Ключ – інформація, необхідна для безперешкодного шифрування і дешифровки текстів.

Процес криптографічного закриття даних може здійснюватися як програмно, так і апаратно. Апаратна реалізація відрізняється істотно більшою вартістю, проте їй властиві і переваги: висока продуктивність, простота, захищеність і так далі Програмна реалізація більш практична, допускає відому гнучкість у використанні. Для сучасних криптографічних систем захисту інформації сформульовані наступні загальноприйняті вимоги:

- зашифроване повідомлення повинне піддаватися читанню лише за наявності ключа;
- число операцій, необхідних для визначення використаного ключа шифрування по фрагменту шифрованого повідомлення і відповідного йому відкритому тексту, має бути не менше загального числа можливих ключів;
- число операцій, необхідних для розшифровки інформації шляхом перебору всіляких ключів повинно мати строгу нижню оцінку і не виходити за межі можливостей сучасних комп'ютерів (з врахуванням можливості мережевих обчислень);
- знання алгоритму шифрування не повинне впливати на надійність захисту;
- незначна зміна ключа повинна приводити до істотної зміни вигляду зашифрованого повідомлення навіть при використанні одного і того ж ключа;
- структурні елементи алгоритму шифрування мають бути незмінними;
- додаткові біти, що вводяться в повідомлення в процесі шифрування, має бути повністю і надійно приховані в шифрованому тексті;
- довжина шифрованого тексту має бути рівною довжині вихідного тексту;
- не повинно бути простих і легко встановлюваних залежностей між ключами, що послідовно використовуються в процесі шифрування;
- будь-який ключ з безлічі можливих повинен забезпечувати надійний захист інформації;
- алгоритм повинен допускати як програмну, так і апаратну реалізацію, при цьому зміна довжини ключа не повинна вести до якісного погіршення алгоритму шифрування.

Висновки. Захист інформації в системах документообігу – нагальна потреба сучасного функціонування будь-якого підприємства. Вибір конкретних засобів захисту залежить від цінності інформації, яка оберігається. Тому при виборі засобів захисту слід оцінити реальні втрати від розголошення або спотворення інформації і співставити з вартістю засобів охорони. Але в будь-якому випадку повинні бути впроваджені елементарні, найдешевші і від цього не менш ефективні засоби – вхід до системи документообігу повинен здійснюватися за системою паролів з розмежованим рівнем доступу. Фізичний доступ в приміщення, де встановлена система керування документообігом, повинен здійснюватися за правилами внутрішнього розпорядку і бути обмеженим для сторонніх осіб.

Список літератури: **1.** Закон України «Про захист інформації в автоматизованих системах» **2.** НД ТЗІ 2.5-004-99 Критерії оцінки захищеності інформації від несанкціонованого доступу. **3.** НД ТЗІ Класифікація автоматизованих систем і стандартні профілі захищеності опрацьованої інформації від несанкціонованого доступу. **4.** *В. Задирака, О. Олексюк*. Методи захисту фінансової інформації .К.: «Вища школа», 2000 С.456.. **5.** *Широчин В. П., Широчин С. В., Мухін В. Є*. Основи безпеки комп`ютерних систем. К.: «Корнійчук». 2009 С.285.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 004.451.36:681.5:002

Вибір методу захисту інформації в системах документообігу/ О. А. Хлобистова,

М. В.Гладка // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.20- 25. – Бібліогр.: 5назв.

Использование новых методик – основой вопрос во времена роста конкуренции за часть рынка и потребителя. Безопасность информационной защиты позволяет обеспечить сохранность и защиту информации на различных уровнях доступа. Использование методов защиты всегда зависит от ценности информации, которую требуется защитить и сохранить.

Ключевые слова: документ, информация, ключ, защита, шифрование, электронная цифровая подпись.

Use of the newest techniques the main issue in a competition for significant market share. Security information security ensures the preservation and protection of information at different levels of access. Use protection methods always depend on the value of information that must be protected and maintained.

Keywords: document, information, key, security, encryption, digital signature.

УДК 656.13

Т. О. САМІСЬКО, канд. техн. наук, доц., АДІ ДонНТУ, Горлівка

ОСНОВНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ НАУКОВОЇ ДУМКИ З ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Проаналізовані параметри мережі автомобільних доріг, методи, які застосовуються при довгостроковому прогнозуванні параметрів мережі автомобільних доріг та встановлено, що основним недоліком при довгостроковому прогнозуванні параметрів мережі автомобільних доріг є відсутність системного підходу й детального розгляду організаційних характеристик системи при використанні методу еволюційно-імовірнісного моделювання.

Ключові слова: метод, прогноз, параметр, мережа автомобільних доріг.

Вступ. Питанням прогнозування параметрів мережі автомобільних доріг присвячена велика кількість робіт. Довгострокове прогнозування розглядається в роботах Ярещенко Н. В. [1, 2, 3] і Мусієнко І. В. [4]. Ці роботи присвячені довгостроковому прогнозуванню швидкостей руху й довгостроковому прогнозуванню розрахункових навантажень на автомобільних дорогах.

Питання довгострокового прогнозування таких параметрів, як обсяг робіт, виконаних дорожнім господарством, і потреби в інженерних кадрах дотепер залишається не вирішеним і актуальним.

Основна частина. Відповідно до Закону України «Про дорожній рух» до компетенції керуючих органів належить створення програм розвитку дорожнього руху. При цьому необхідно враховувати стан транспортної системи країни й прогнозувати її розвиток. Модель структурної схеми транспортної системи країни і взаємозв'язок між окремими її елементами наведені на рис. 1.

Виділення в даній системі різноманітних підсистем і елементів, вивчення їх взаємодії дозволяє науково обґрунтовано вирішувати проблеми організації транспортних потоків, забезпечення безпеки дорожнього руху і т.п. при мінімальних витратах.

За останні роки відбулися якісні й кількісні зміни між керуючою підсистемою і підсистемою, що підлягає керуванню.

У цілому для ефективного функціонування транспортної системи країни бажано:

1. Створення геоінформаційної системи мережі автомобільних доріг для прийняття управлінських рішень.
2. Прогнозування параметрів мережі автомобільних доріг.
3. Створення програм розвитку мережі автомобільних доріг.

© Т. О. САМІСЬКО, 2013

Мережа автомобільних доріг має велику кількість параметрів (рис. 2.), які можна об'єднати в три групи: геометричні (щільність доріг, протяжність доріг, профіль доріг); експлуатаційні (склад потоку, інтенсивність потоку транспортних засобів, навантаження на вісь автомобіля, швидкість руху транспортних засобів); функціональні (інтенсивність потоку, склад потоку, інфраструктурні, обсяг експлуатаційних робіт, обсяг будівельних робіт, чисельність робітників, обсяг науково-дослідницьких робіт).

Рис. 1 - Структура взаємодії організаційного середовища транспортної системи країни з її складовими

Існує багато методів, які застосовують при прогнозуванні інтенсивності дорожнього руху. До основних з них слід віднести: методи, засновані на використанні даних про зміну інтенсивності руху за попередні роки (методи екстраполяції) [5]; методи, засновані на аналізі транспортних зв'язків у районі, що розглядається [5]; методи, засновані на багатофакторному аналізі господарської діяльності й методи експертних оцінок [6].

Основним недоліком методів прогнозування інтенсивності дорожнього руху є обмежений термін прогнозування й досить великі похибки [7, 8].

Вимоги до точності прогнозу інтенсивності руху визначаються цілями прогнозування. За даними В. В. Сильянова достатньою точністю оцінки інтенсивності руху можуть бути наступні: при виборі категорії дороги – до 30%, при визначенні числа смуг – до 30%, при конструюванні дорожнього одягу – 15-27%, при виборі методів і засобів регулювання дорожнього руху – до 20%.

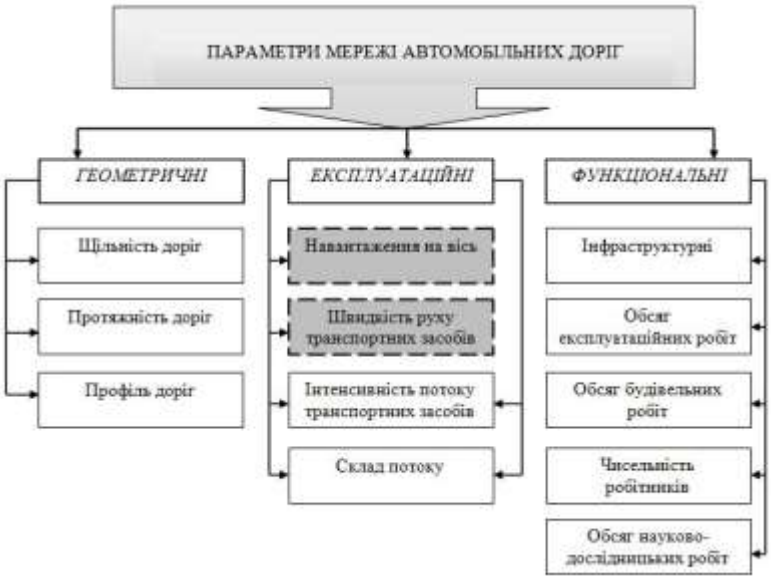


Рис. 2 - Параметри мережі автомобільних доріг,

- параметри, що вже досліджені іншими авторами

Аналіз існуючих методів прогнозування дозволяє зробити висновок, що період випередження надійних кількісних характеристик інтенсивності руху не перевищує 15 років. Кількісні методи довгострокового прогнозування інтенсивності руху (з

випередженням 20 – 30 років) відсутні, а застосування логістичної кривої неможливе, якщо відсутній прогноз термінів якісного перетворення транспортної системи в цілому.

При прогнозуванні швидкостей руху використовувалися наступні методи: екстраполяції, аналізу транспортних зв'язків, багатофакторного аналізу, експертних оцінок. Вказані методи прогнозування швидкостей руху включали два етапи. На першому етапі прогнозується інтенсивність руху, на другому – швидкість при прогнозній інтенсивності, складі руху й заданих технічних характеристиках дороги. Можливі зміни технічних характеристик автомобілів, автомобільних доріг та психологічних характеристик людини за прогнозний час не враховували [1].

Основним інструментом усіх методів прогнозування є схема екстраполяції, яка включає вивчення часових рядів і складання їх упорядкованих у часі наборів змін. У результаті апроксимації отриманого набору будь-якою функцією можна отримати жорстко фіксовану модель тренду. Дана модель екстраполюється на майбутнє. При цьому передбачається, що характеристики мережі автомобільних доріг в майбутньому будуть такими, як і в минулому. Але в дійсності характеристики мережі автомобільних доріг безперервно змінюються, що призводить до різкого падіння надійності прогнозу. Тому існуючі методи є не придатними для довгострокового прогнозування характеристик мережі автомобільних доріг. Суттєвим недоліком існуючих методів при прогнозуванні швидкості руху є також неврахування прогнозу еволюції автомобіля, дороги й людини, що призводить до значних помилок.

З метою усунення існуючих недоліків методів прогнозування характеристики мережі автомобільних доріг, зокрема швидкості руху в роботі [1] було використано метод еволюційно-імовірнісного прогнозування, запропонований Е. В. Гавриловим. Недоліком його є необхідність великої кількості спостережень і відсутність розподілу технічних засобів на автомобіль і дорогу, що не дозволяє роздільно враховувати вплив на швидкість руху еволюції технічних характеристик автомобілів, автомобільних доріг і психологічних характеристик людини.

Аналіз динаміки швидкості показує, що зміна конструктивних швидкостей автомобіля в часі має хвилеподібний характер [1]. Періоди стійкого зростання швидкостей змінюються періодами їх стабілізації. У періоди стабілізації відбуваються конструктивні зміни автомобілів. У наступні періоди стійкого зростання швидкостей реалізуються можливості цих змін [1].

Відповідно до схеми квантування часу еволюції системи в його структурі виділяють періоди замкнутого й розімкнутого стану. В розімкнутому стані змінюється максимальна ентропія системи за рахунок приєднання до своєї структури елементів навколишнього середовища. Такому стану відповідають періоди стабілізації рекордних швидкостей руху. У замкнутому стані максимальна ентропія системи залишається незмінною. Еволюція системи в такому стані відбувається за рахунок формування детермінізму відносин між її компонентами. Тому стану системи відповідають періоди стійкого зростання швидкостей руху.

Згідно із [1] параметрами моделі прогнозування швидкостей руху на автомобільних дорогах є початкова V_0 і кінцева$V_к$ швидкості.

Оскільки швидкість руху відображає відношення між компонентами системи ВАДС і системи в цілому з навколишнім середовищем, остільки дана характеристика може використовуватись як параметр заданого стану. З іншого боку, відомо, що імовірності переходу з фактичного в заданий стан можуть використовуватись як

вагові коефіцієнти [5]. Отже модель довгострокового прогнозування швидкості руху згідно з [1] можна подати у вигляді:

$$V(m) = V_0 q(m) + V_з P(m), \quad (1)$$

де $V(m)$ – швидкість руху на кожному етапі еволюції системи;

V_0 – швидкість руху на початковому етапі еволюції;

$q(m)$ – імовірність того, що система не перейшла в заданий стан;

$V_з$ – швидкість руху при заданому стані системи ВАДС;

$P(m)$ – імовірність переходу системи в заданий стан;

$m=1,2,3\ldots..$ – кроки еволюції.

Початкова швидкість руху для окремого автомобіля може бути визначена через індивідуальну норму швидкості в дорожніх умовах, що відповідає початковому часу еволюції системи ВАДС.

При оцінці кінцевої швидкості руху були враховані дослідження Гаврилова Е.В., які показують, що в процесі руху оптимальною для водія за психічним примусом і надійністю його діяльності є швидкість, яка дорівнює $V_{нш}$ [5], тобто в процесі еволюції автомобільної дороги індивідуальна норма швидкості $V_н$ буде наближатися до функціональної норми $V_{нш}$.

Основним недоліком використання методу еволюційно-імовірнісного моделювання при довгостроковому прогнозуванні швидкостей руху на автомобільних дорогах є відсутність урахування особливостей зміни системи в періоди її розвитку.

Перші прогнози розрахункових навантажень мали гіпотетичний характер. Прикладом таких прогнозів є прогноз, опублікований в 30 – ті роки [5]. Автор його висловлює думку прогностичного характеру з урахуванням дорожнього одягу про збільшення навантаження в найближчі роки приблизно в 10 – 15 раз.

Існуючі методи прогнозування розрахункових навантажень мають ряд недоліків. До них слід віднести: складність аналізу причинності в змінах характеристик, відсутність врахування впливу на розрахункові характеристики конкретного компонента системи еволюції інших компонентів та психологічних характеристик людини, багатоступовість прогнозування, що приводить до похибки прогнозу [9].

Найбільш перспективним методом для довгострокового прогнозування розрахункових навантажень є метод еволюційно-імовірнісного прогнозування, запропонований Е.В. Гавриловим [3]. До основних його переваг слід віднести простоту й наочність. Основним недоліком є велика кількість спостережень і відсутність розподілу на автомобіль і дорогу.

У роботі [4] розглянуто відношення в системі «людина – автомобіль – середовище руху» в процесі її еволюції.

Першим елементом системи є людина. Вплив людини на систему, як окремого елемента, може характеризуватися через фактичне завантаження автомобіля, тобто те навантаження, яке безпосередньо впливає на дорогу від рухомих засобів [4].

Другий елементом системи є автомобіль, який характеризується конструктивними навантаженнями, тобто навантаженнями, що передбачені заводом-виготовником. Також конструктивні навантаження залежать від вантажопідйомності транспортних засобів та їх власної маси [4].

Третій елемент системи – середовище руху. Відображенням впливу автомобіля на середовище руху є зміна розрахункових навантажень [4].

Таким чином, всі три елементи зв'язані в системі «людина – автомобіль – середовище руху» через розрахункові конструктивні й фактичні навантаження.

Навантаження у часі змінюються і мають певний характер: прискорене зростання змінюється уповільненими темпами зростання. В кожному випадку в періоди уповільнених темпів зростання здійснюється перехід до нових методів дослідження.

У період прискореного зростання навантаження система знаходиться у замкнутому стані, а в період, коли нові знання реалізуються на практиці, що приводять до зміни ентропії системи, – в розімкнутому стані.

У роботі [4] автор довів, що в еволюції системи «людина – автомобіль – середовище руху» є три періоди замкнутого й три періоди розімкнутого стану системи. Тривалість періодів замкнутого стану в межах кожного етапу зменшується, а періодів розімкнутого стану зростає відповідно до арифметичної прогресії.

Вперше цим автором був застосований метод визначення стану системи, який заснований на дослідженні зміни максимальної і поточної ентропії, що дозволило врахувати кількісні зміни транспортної системи при прогнозуванні.

Висновки. Аналіз робіт із довгострокового прогнозування дає змогу зробити висновок, що всі прогнози в них виконувались на підставі етапів становлення і розвитку характеристик компонентів транспортної системи.

Основним недоліком при довгостроковому прогнозуванні розрахункових навантажень на автомобільних дорогах є відсутність системного підходу й детального розгляду організаційних характеристик системи при використанні методу еволюційно-імовірнісного моделювання.

Список литературы: 1. *Ярещенко, Н. В.* Долгосрочное прогнозирование скоростей движения на автомобильных дорогах: дис. канд. техн. наук : 05.22.11 / *Н. В. Ярещенко*– Х., 1999. – 160 с. **2.** *Дацко (Ярещенко), Н.В.* Общественно необходимая скорость движения / *Н.В. Дацко (Ярещенко), И.Э. Линник* // Вест. ХГАДТУ. – Харьков: Изд-во ХГАДТУ. – 1997. – Вып. 6. – С.29-30. **3.** *Гаврилов, Э.В.* Прогнозирование общественно необходимых скоростей движения на автомобильных дорогах / *Э.В. Гаврилов, И.А. Школяренко, Н.В. Дацко(Ярещенко)* // Проблемы развития автотранстпорта и транзитных коммуникаций в Центрально - Азиатском регионе: Сб. тр. междунар. науч.-техн. конф. – Ташкент. – 1996. **4.** *Мусиенко, И. В.* Долгосрочное прогнозирование расчетных нагрузок на автомобильных дорогах: дис. канд. техн. наук : 05.22.11 /И. В. Мусиенко – Х., 2004. – 155 с. **5.** *Араб-Оглы, Э. А.* Рабочая книга по прогнозированию / *Э. А. Араб-Оглы, И. В. Бестужев-Лада, Н. Ф. Гаврилов* и др. – М. : Мысль, 1982. – 430 с. **6.** *Хилюк, Ф. М.* Методы прогнозирования научно - технического прогресса / *Ф. М. Хилюк, В. А. Лисичкин* - К. : УкрНИИНТИ, 1969. – 132с. **7.** *Горелова, В. Л.* Основы прогнозирования систем. Учеб. пособие для инж.-экон. спец. вузов / *В. Л. Горелова, Е. Н. Мельникова* – М. : Высшая школа, 1986. – 285 с. **8.** *Каганович, В. Е.* Прогнозирование интенсивности движения методами математической статистики. – В кн. : Повышение транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог Казахской ССР / *В. Г. Каганович, В. К. Пашкин* – Алма-Ата : ЦБНТИ Минавтодора КазССР, 1971, - с. 67 - 91. **9.** *Мацкерле, Ю.* Автомобиль сегодня и завтра / *Ю. Мацкерле* ; [Пер. с чешк.]. – М. : Машиностроение, 1980. – 384 с.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 656.13

Основні етапи розвитку наукової думки з прогнозування параметрів мережі автомобільних доріг/ Т. А. Самисько // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.25-30 . – Бібліогр.: 9 назв.

Проанализированы параметры сети автомобильных дорог, методы. Которые используются при долгосрочном прогнозировании параметров сети автомобильных дорог и установлено, что основным недостатком при долгосрочном прогнозировании параметров сети автомобильных дорог является отсутствие системного подхода и детального рассмотрения организационных характеристик системы при использовании метода эволюционно-вероятностного моделирования.

Ключевые слова: метод, прогноз, параметр, сеть автомобильных дорог.

Parameters of a network of highways, methods which are used at long-term forecasting of parameters of a network of highways are analysed and is established that the main shortcoming at long-term forecasting of parameters of a network of highways is lack of system approach and detailed consideration of organizational characteristics of system when using a method of evolutionary and probabilistic modeling.

Keywords: method, forecast, parameter, network of highways.

УДК 65.011.56

Е. П. ПАВЛЕНКО, канд. техн. наук, доц., ХНУРЭ, Харьков;
И. А. КРИВОРОТЕНКО, студент, ХНУРЭ, Харьков;
В. А. АЙВАЗОВ, ст. преп., ХНУРЭ, Харьков

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрена проблема защиты информационного обеспечения информационной системы полиграфического предприятия. Исследованы способы разработки модуля защиты с использованием языка высокого уровня Java, а также проведено сравнение фреймворков Spring Security и Apache Shiro.

Ключевые слова: защита информации, Spring framework, Enterprise Java Beans.

Введение. Компания «Радуга» занимается производством продукции допечатной подготовки. Информационные системы в области полиграфии пользуются большой популярностью. Это обусловлено значительным уменьшением времени, затраченного на подготовку печати и послепечатные процессы.

Информационные системы позволяют автоматизировать основные процессы производства, за счет чего увеличить объемы производства, и следовательно приумножить прибыль предприятия. Проекты в области автоматизации рассматриваются полиграфическим предприятием как стратегическая инвестиция средств, которая должна окупиться за счет улучшения управленческих процессов, повышения эффективности производства, сокращения издержек.

Проектирование информационных систем является длительным процессом, требующим согласования разрабатываемых элементов. Процесс проектирования базируется на функциональной структуре системы, определяющей множество функций, поддерживаемых системой.

Информационная система является механизмом для повышения эффективности управления, принятия правильных стратегических и тактических решений на основе своевременной и достоверной информации, выдаваемой компьютером. В основе разработки информационной системы для полиграфического предприятия лежит принцип создания единого хранилища данных, содержащего информацию, накопленную организацией в процессе ведения бизнес-процессов, включая финансовую информацию, данные, связанные с производством, управлением персоналом, данные складского учета.

Цель работы. Целью работы является исследование методов разработки программного обеспечения для модуля защиты ИС полиграфического предприятия

Постановка задачи. Для разработки приложения была выбрана платформа JavaEE языка программирования Java. JavaEE позволяет строить эффективные серверные приложения, в которых необходима гибкость, масштабируемость и надежность. Одним из наиболее важных модулей системы является модуль защиты,

© Е. П. ПАВЛЕНКО, И. А. КРИВОРОТЕНКО, В. А. АЙВАЗОВ, 2013

который выполняет функции распределения доступа пользователей к информации. В модуль защиты входят задачи аутентификации пользователей, авторизации пользователей, шифрования данных.

Аутентификация – это процесс идентификации личности пользователя, который позволяет уточнить, кем является пользователь. Авторизация – это процесс управления доступом пользователя к некоторым ресурсам, который позволяет определить, кто имеет доступ к чему.

Эти задачи являются ключевыми в реализации механизма защиты информации от различного рода нарушений, поэтому при разработке информационной системы им следует уделять особое внимание.

Основные тенденции разработки модуля защиты с использованием языка Java. В среде Java EE на данный момент существуют готовые решения, позволяющие сократить время на разработку модуля защиты. Наиболее развитыми и эффективными являются Java-фреймворки Spring Security и Apache Shiro.

Spring Security дает возможность разработать модули аутентификации и авторизации, а также другие возможности обеспечения безопасности для кроссплатформенных приложений, созданных с помощью Spring Framework. Spring Security легко интегрируется с приложениями, которые используют Spring Framework [1-2].

Фреймворк реализует стандартную идею безопасности Java-аутентификации Principal (java.security.Principal), с помощью которого однозначно представляется аутентифицированный пользователь.

Spring Security поддерживает различные протоколы авторизации и поддерживает механизмы их настройки. В этом процессе задействуются такие компоненты, как фильтры. Это высокоуровневые компоненты, обеспечивающие функционирование модулей защиты. В зависимости от требований к защите приложения можно применять разные виды фильтров. Spring Security имеет структуру, с помощью которой можно первоначально настроить функциональность. Затем конфигурация расширяется, чтобы получить необходимый контроль над приложением.

Конфигурация Spring Security, задействованная при разработке модуля защиты, представлена ниже:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<beans:beans xmlns="http://www.springframework.org/schema/security"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:beans="http://www.springframework.org/schema/beans"
  xsi:schemaLocation="
http://www.springframework.org/schema/beans
http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans.xsd
http://www.springframework.org/schema/security
http://www.springframework.org/schema/security/
spring-security-3.0.xsd">
  <http auto-config="true">
    <intercept-url pattern="/*" access="ROLE_USER" />
  </http>
  <authentication-manager alias="authenticationManager">
    <authentication-provider>
      <user-service>
        <user authorities="ROLE_USER" name="guest" password="guest" />
```

```
      </user-service>
    </authentication-provider>
  </authentication-manager>
</beans:beans>
```

Аутентификация в Spring Security настраивается при помощи декларирования тега authentication-provider. Провайдер аутентификации выполняет проверку идентификационных данных пользователя. Чтобы написать свою функцию аутентификации, необходимо имплементировать интерфейс AuthenticationProviderInterface, или выполнить наследование своего класса от абстрактного класса. AuthenticationProviderInterface включает методы authenticate() и supports(). На вход данных методов поступает объект token, содержащий совокупность данных, идентифицирующих пользователя. Авторизация также настраивается при помощи задания ограничений на определенный перечень адресов с помощью тега intercept-url.

Основа, на которой базируется разработка схемы аутентификации - это класс SecurityContextHolder. Класс содержит информацию о контексте приложения, о пользователях, которые с ним работают. Для хранения информации о пользователях используется объект Authentication, с помощью которого можно получить, например, логин пользователя.

С помощью интерфейса UserDetails можно получить расширенную информацию о пользователе. Для получения объекта UserDetails, необходимо воспользоваться интерфейсом UserDetailsService, который поддерживает метод, выполняющий поиск пользователя по логину и возвращение UserDetails. Объект UserDetails содержит данные о правах пользователя, которые необходимо проверять при обращении к защищенному ресурсу.

Spring Security можно выбрать, если необходимо разработать простой модуль защиты для обеспечения авторизации и аутентификации пользователей. Этот фреймворк достаточно гибок, и позволяет настроить нужную конфигурацию с помощью XML-тегов.

Альтернатива Spring Security – это фреймворк Apache Shiro. Это мощный и гибкий фреймворк, позволяющий упростить выполнение авторизации и аутентификации.

Основным объектом в Apache Shiro является SecurityManager, который инициализируется при помощи ряда настроек [3]. Для настроек можно использовать ini-файл. Существует возможность настраивать конфигурацию при помощи set-методов, XML-тегов. Apache Shiro также легко интегрируется с фреймворком Spring.

Конфигурация Apache Shiro на основе ini-файла, которая применялась при разработке модуля защиты, представлена ниже:

```
[main]
sampleauthc = shiro.sample.SampleFormAuthenticationFilter
sampleauthc.loginUrl = /login
# Users and their (optional) assigned roles
# username = password, role1, role2, ..., roleN
[users]
root = secret, admin
guest = guest, user
[urls]
/login = anon
```

/admin/**= roles[admin]

/user/** = roles[user], roles[admin]

Для получения данных аутентификации Apache Shiro использует концепцию Realm. Realm – это компонент, связывающий Apache Shiro с источником данных, который хранит в себе информацию о пользователях. Apache Shiro позволяет настраивать несколько таких компонентов для взаимодействия с различными объектами.

Авторизация в Apache Shiro реализуется путем обьявления фильтров с различными параметрами в конфигурационном файле. Помимо ролей, используются разрешения, которые позволяют распределить права доступа пользователей.

Фреймворк Apache Shiro успешно применяется к двум технологиям Web-приложений. Можно использовать интерфейс Apache Shiro для работы с сервлетами. С другой стороны, можно применить HTTP-фильтры. Применение фильтров базируется на встроенном сервере Web-приложений. Строки для этих фильтров добавляются в конфигурационный файл web.xml вручную.

Фреймворк поддерживает подключаемые модули, которые позволяют выполнить автоматическую генерацию файла web.xml, что более удобно для разработчика. Подключаемые модули содержат скрипты, которые запускаются для создания различных конфигураций системы защиты. Имеется возможность написать свой подключаемый модуль для выполнения специфических процедур защиты.

Объект Session рассматриваемого фреймворка позволяет работать с сеансом пользователя. Применение этого объекта позволяет использовать один и тот же программный код, даже если этот код не исполняется в Web-приложении. Таким образом, Apache Shiro можно использовать даже в командной строке. Код, написанный с помощью Apache Shiro, позволяет разработчику создавать основанные на командной строке приложения для соединения с LDAP-сервером.

Помимо ряда функций защиты, Apache Shiro поддерживает управление сессией, кеширование данных, реализации криптографических алгоритмов. Фреймворк предоставляет возможность хранить сессию по выбору разработчика - при помощи интерфейса SessionDao. Особенность Shiro - это интеграция EHCache. Фреймоворк можно настроить на использование кеширования данных при авторизации и аутентификации.

Выводы. Spring Security является приемлемым вариантом в случае простого приложения, в котором не требуется реализации сложной логики распределения доступа к данным, так как предоставляет возможность быстрой настройки с параметрами по умолчанию. С другой стороны, если разрабатываемое приложение требует высокого уровня защиты данных, более подходящим фреймворком можно назвать Apache Shiro. Реализации функций доступа к данным в обоих фреймворках не уступают друг другу, но Apache Shiro предоставляет множество средств, которые могут значительно упросить реализацию сложной логики доступа к данным.

Приложение, выполняющее функции учета произведенной продукции полиграфического предприятия «Радуга», является распределенным, поэтому необходимо уделить большое внимание модулю защиты данных. Целесообразным в данном случае будет использование фреймворка Apache Shiro, который предоставляет не только функции защиты данных, но и дополнительные функции кеширования, управления сессией.

Список литературы: 1. *Walls, C.* Spring in Action. Third Edition [Текст] / *C. Walls* – Manning Publications Co., 2011.- 426 с. **2.** *Mularien, P.* Spring Security 3 [Текст] / *P. Mularien* –PACKT Publications, 2010 – 396 с. **3.** Apache Shiro Documentation [Электронный ресурс] – режим доступа: http://shiro.apache.org/documentation.html, 11.03.2013

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 65.011.56

Разработка модуля защиты информационной системы полиграфического предприятия / Е. П.Павленко, И. А.Криворотенко, В. А.Айвазов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.30-34 . – Бібліогр.: 3 назв.

Розглянуто проблему захисту інформаційного забезпечення інформаційної системи поліграфічного підприємства. Досліджені основні тенденції розробки модуля захисту з використанням мови високого рівню Java, також проведено порівняння фреймворків Spring Security та Apache Shiro.

Ключові слова: захист інформації, Spring framework, Enterprise Java Beans.

It was considered the problem of information provision security of printing company. It was researched the main trends of development security module using high-level language Java, also it was compared Spring Security and Apache Shiro frameworks. Bibliogr.: 3.

Keywords: information security, Spring framework, Enterprise Java Beans.

УДК 519.237:616-006

Е. В. ВЫСОЦКАЯ, канд. техн. наук, проф. каф., ХНУРЭ, Харьков;
В. И. ЖУКОВ, д-р мед. наук, проф., зав. каф., Харьковский национальный медицинский университет;
А. П. ПОРВАН, канд. техн. наук, с. н. с., ХНУРЭ, Харьков;
А. С. МОИСЕЕНКО, м. н. с., ГУ «Институт общей и неотложной хирургии НАМН Украины», Харьков;
ФАМ ТХИ ХУЭН ЧАНГ, студент, ХНУРЭ, Харьков

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ АДЕНОКАРЦИНОМЫ ЖЕЛУДКА

В статье предложен метод определения степени тяжести аденокарциномы желудка у человека, полученный в результате дискриминантного анализа клинических, инструментальных и лабораторных показателей.

Ключевые слова: дискриминантный анализ, аденокарцинома, территориальная карта.

Введение. Несмотря на кардинальные хирургические вмешательства и адекватную терапию, смертность больных от рака желудка остается на высоком уровне и составляет до 10% смертельных случаев от опухолей всех локализаций. Следует отметить, что после лечения больных, которое состоит в резекции желудка, субтотальной или тотальной гастроэктомии, лимфоденэктомии, пятилетнее выживание составляет всего до 30%. Поэтому нет сомнения, что дальнейшее изучение молекулярно-метаболических особенностей и патогенетических механизмов формирования рака желудка будет способствовать поиску новых подходов для повышения диагностики, эффективности лечения и прогнозирования выживания больных [1].

В связи с выше сказанным использование мониторинговых метаболических показателей, которые отражают состояние основных видов обмена веществ и энергии у больных с аденокарциномой желудка (АКЖ), является актуальным. Это позволяет объективно оценить изменения со стороны белкового, углеводного, липидного, и минерального обмена в зависимости от степени тяжести заболевания, стадии развития патологического процесса, что может быть прогностически значимым при выборе

© Е. В. ВЫСОЦКАЯ, В. И. ЖУКОВ, А. П. ПОРВАН, А. С. МОИСЕЕНКО, ФАМ ТХИ ХУЭН ЧАНГ, 2013

тактики и объема хирургического лечения больных.

Анализ проблемы и постановка задачи исследования. На сегодняшний день известен ряд методов определения степени тяжести рака желудка по клинико-лабораторным показателям обмена веществ и энергии у больных с раком желудка и других органов брюшной полости. Рассмотрим некоторые из них. Известен метод диагностики рака желудка на ранней стадии [2], сущность которого заключается в выявлении м-РНК циклооксигеназы-2 (ЦОКС-2) или белка ЦОКС-2 в соответствующих образцах, взятых у пациента. Этот метод основан на установлении факта повышенной экспрессии ЦОКС-2 в клетках раковых опухолей желудка и в предраковых повреждениях. Однако, данный метод обладает очень низкой разрешающей способностью к определению экспрессии ЦОКС-2 в нормальных тканях желудка. Также существует метод оценки состояния больного раком [3], во время которого мониторируют эффект от введения препарата сорафениба у пациента при лечении карциномы почечных клеток, заключающийся в том, что до введения сорафениба получают первый образец плазмы пациента, определяют уровень экспрессии биомаркера активности фактора роста сосудистого эндотелия (VEGF) или растворимого рецептора фактора роста сосудистого эндотелия (sVEGFR-2) в биологическом образце, сравнивают уровень экспрессии VEGF или sVEGFR-2 во втором образце с уровнем экспрессии биомаркера в первом образце.

К общим недостаткам описанных методов можно отнести отсутствие учета иммуномаркеров и маркеров апоптоза, а также возможности определения начальной степени тяжести АКЖ.

Также существует метод прогнозирования метастазов у больных раком желудка [4], сущность которого заключается в том, что у больных раком с помощью клинико-лабораторных исследований в сыворотке крови определяют маркер пролиферативной активности Ki-67 и маркеры апоптоза p53 и bcl-2. При аденокарциноме: p53 - 10%, bcl-2 - 9%, Ki-67 - 12% прогнозируют возникновение метастазов в лимфоузлах. При p53 - 6%, bcl-2 - 5%, Ki-67 - 10% прогнозируют отсутствие метастатического поражения лимфоузлов. Недостатком является невозможность определения абсолютной, 100% специфичности маркеров, клиническая ценность которых важна для постановки диагноза.

Для построения математической модели диагностирования той или иной патологии на современном этапе развития науки широкое распространение получили методы математической статистики (корреляционный, дисперсионный, регрессионный и кластерный анализы). Недостатки корреляционного анализа связаны с тем, что он позволяет лишь констатировать наличие некоей связи между параметрами или переменными, но не может доказать причинно-следственный тип этой связи.

При использовании регрессионного анализа синтезированные модели могут оказаться неточными, а их усложнение приводит к избыточности, что, в свою очередь, снижает эффективность их применения.

Методы кластерного анализа имеют широкие возможности, но их использование предполагает значительные затраты времени и сил для проведения соответствующих расчетов. Сложность состоит и в том, что полученные результаты группирования интерпретируются не всегда правильно. Особенно, если информативные признаки, характеризующие объекты исследования, достаточно разнородны.

Во время проведения дисперсионного анализа исследователь исходит из предположения, что одни переменные выступают как влияющие (именуемые факторами или независимыми переменными), а другие (результативные признаки или зависимые

переменные) – подвержены влиянию этих факторов. Применение данного вида анализа предполагает подчинение результативного признака нормальному закону распределения, что не всегда наблюдается в медицинской практике.

Поэтому при разработке метода целесообразно использовать математический аппарат, учитывающий все недостатки описанных выше методов, дающий возможность быстро и качественно классифицировать исследуемые объекты и синтезировать адекватную математическую модель. Таким методом является метод дискриминантных функций, который: учитывает вариабельность используемых диагностических параметров, рассматривает совокупность всех клинических и параклинических показателей, взятых со своими коэффициентами, которые отражают удельный вес влияния каждого параметра на конечный диагноз [5, 6].

Таким образом, целью работы является разработка метода определения степени тяжести больных на АКЖ с использованием математического аппарата дискриминантных функций.

Использование разрабатываемого метода даст возможность выявлять данное заболевание на ранних стадиях развития, что будет способствовать своевременному качественному лечению и предотвращению снижения трудоспособности.

Основной материал и экспериментальные исследования. Метод определения степени тяжести АКЖ 1 объем выборки для построения адекватной математической модели. Для дифференциации степени тяжести АКЖ предполагалось исследовать совокупность объектов (106 пациентов), которая должна быть разделена на три группы: 1-я группа – пациенты со второй степенью тяжести АКЖ (65 обследованных), 2-я группа – пациенты с третьей степенью тяжести (25 обследованных), 3-я группа – пациенты с четвертой ступенью тяжести АКЖ (16 обследованных).

При уровне значимости $\gamma = 0.95$ и значениях предельных погрешностей выборки Δ_ω = 5-6%, необходимый объем выборки составляет 81 – 131 особу. Следовательно, предполагаемая совокупность объектов в количестве 106 пациентов достаточна для проведения исследования.

Всем пациентам было проведено комплексное обследование, которое включало в себя обследование на основе протокола TNM, морфологические, клинические и биохимические клинико-лабораторные анализы, на основании которых определяли наиболее значимые для выявления принадлежности объектов (пациентов) в одной из предполагаемых групп. Далее, вся информация была закодирована и внесена в компьютер. Математическая обработка результатов проводилась с использованием пакета SPSS 17.

При определении существенных для оценки степени тяжести АКЖ признаков в построении математической модели участвовали 18 показателей (11 количественных и 7 качественных показателей), которые соответствовали 18-мерному вектору, учитывающему наличие и величину каждого из них. Эти показатели, в разной степени соответствовали второй, третей и четвертой степени тяжести АКЖ.

Рассчитали значения диагностических канонических коэффициентов и получили 9 значимых для определения диагноза признака: аспарагиновая аминотрансфераза (AST), аланиновая аминотрансфераза (ALT), билирубин (BIL), гамма-глутамилтрансфераза (GGT), щелочная фосфатаза (ALP), глюкоза (GLUC) креатинфосфокиназа (CK-N), лактатдегидрогеназа (LDH), кальций (CALC), мочевина (UREA), креатинин (CREA), общий белок (PROT), магний (MG), фосфор (PHOS), холестерин (CHOL), альбумин (ALB), железо (FE). Затем рассчитали значение двух дискриминантных функций:

DF1 = -0.002 * X1 – 0.005 * X2 + 0.193 * X3 + 0.002 * X4 + 0.001 * X5 + 0.067 * X6 + 0.026 * X7 – 0.057 * X8 – 0.073 * X9 + 1.013,

DF2 = 0.010 * X1 – 0.360 * X2 + 0.017 * X3 + 0.004 * X4 + 0.197 * X6 – 0.041* X7 + 0.160 * X8 – 0.014 * X9 – 7.337,

где X1 – AST, (u/l); X2 – GGT, (u/l); X3 – GLUC, (mmol/l); X4 – CK-N, (u/l); X5– LDH, (u/l); X6– UREA, (mmol/l); X7– CHOL, (mmol/l); X8 – ALB, (g/l); X9 – FE, (μmol/l).

Мерой удачного разделения на группы служат корреляционные коэффициенты между рассчитанными значениями дискриминантных функций и показателями принадлежности к группе (табл. 1). Полученные собственные значения приведены в порядке убывания их величин. Размер собственного значения связана с дискриминантными возможностями функции: чем больше собственное значение, тем лучше различие.

Таблица 1 – Характеристика дискриминантных возможностей синтезированных функций

Функция	Собственное значение	% дисперсии	Общий %	Каноническая корреляция
1	2.825	59.800	59.800	0.859
2	1.900	40.200	100.000	0.809

Таким образом, первая функция имеет наибольшие дискриминантные возможности, вторая – обеспечивает максимальную разницу после первой. Фактические числовые значения, равные 2.825 и 1.900, указывают на то, что дискриминантные возможности первой дискриминантной функции в 1.49 раз больше другой.

Для того чтобы определить имеет ли весомое влияние вторая функция, необходимо оценить канонические коэффициенты корреляции функций. При оценке значений коэффициентов, которые равны 0.859 и 0.809, можно сделать вывод, что существует хорошая связь между степенью тяжести АКЖ и значением первой дискриминантной функции, что подтверждается процентом дисперсии этой функции. Также установлена умеренный связь между стадиями АКЖ и значением второй дискриминантной функции. Качественная оценка плотности связи r_{xy} величин X и Y была установлена на основе шкалы Чеддока.

Оценка значений коэффициентов корреляции показывает, что обе дискриминантные функции приводят высокие достоверные результаты определения АКЖ и могут быть использованы для определения степени тяжести заболевания.

Дополнительно был проведен тест «λ-Уилкса» для оценки достоверности различий средних значений дискриминантных функций между группами (таб. 2). Данный тест показал, что уровень отличий достаточно значимый (P <0,0001).

Таблица 2 – Результаты определение значимости дискриминантных функций методом λ – статистики Уилкса

Тест функций	Лямбда Уилкса	χ^2	Степени свободы, df	Значимость
1	0.090	238.229	18	0.0001
2	0.345	105.411	8	0.0001

Анализ результатов классификации продемонстрировал, что прогноз течения АКЖ согласно степени тяжести сделано правильно и корректно для 98.1% всех обследованных. Соответственно, точность определения степени тяжести АКЖ для

обследованных может быть 98.1%, если выборка пациентов идентична группе, которая была положена в основу математической модели.

Выводы. Таким образом, предложенный метод позволяет на основе показателей белкового, углеводного, липидного и минерального обмена определить степень тяжести АКЖ у больных. Внедрение его в клиническую практику позволит не только объяснить механизм патологического процесса, правильно оценить прогноз заболевания, но и разработать эффективные лечебно-профилактические мероприятия.

Список литературы: 1. *Fontham, E. T. H.* Preventive Nutrition [Текст] / *E. T. H. Fontham, Eds. A. Bendich, R. J. Deckelbaum*. // Totowa, New Jersey: Humana Press. – 1997. – P. 33-55 **2.** Патент на изобретение Российской Федерации № 2204835. Диагностика рака желудка на ранней стадии. *Ристимяки Ари* (Fi), *Хяркенен Матти* (Fi), *Сиппонен Пентти* (Fi). МПК G01N33/50, C12Q1/68. – Патентообладатель: БИОХИТ ОЙЙ (FI). – Опубл. 20.05.2003 **3.** Патент на изобретение Российской Федерации № 2012243. Способ диагностики злокачественных новообразований желудка и легких. *Лащенов В. Б., Барышев М. В., Кузин М. И., Заводнов В. Я., Логинов Л. Е*. МПК A61B17/00, A61B1/06. – Патентообладатель: Лошенов В.Б. – Опубл. 15.05.1994. **4.** Патент на изобретение Российской Федерации № 2445632. Способ прогнозирования метастазов у больных раком желудка. *Непомнящая Е. М., Круглова Т. С., Тарнопольская О. В.* МПК G01N33/53, G01N33/68. – Патентообладатель: Федеральное государственное учреждение «Ростовский научно-исследовательский онкологический институт Федерального агентства по высокотехнологической медицинской помощи». – Опубл. 03.08.2010. **5.** *Чупеев, А. Н.* Методы анализа значимости показателей при классификационноми прогностическом моделировании [Текст] / *А. Н. Чупеев, О. Н. Чопоров, С. Ю. Брегеда* // Вестник воронежского государственного технического университета. – 2008. – Т.4, №9. – С. 92-94. **6.** *Щукин, А. Н.* Использование дискриминантного анализа для диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей [Текст] / *А. Н. Щукин, А. П Порван, Е. В. Высоцкая, С. Н. Пушкарь* //Системи обробки інформації. –2011.- № 2(92). - С. 234 -238.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 519.237:616-006

Метод определения степени тяжести аденокарциномы желудка / Е. В. Высоцкая, А. П. Порван, В. И. Жуков, А. С. Моисеенко, Фам Тхи Хуэн Чанг // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.34-38 . – Бібліогр.: 6 назв.

У статті запропоновано метод визначення ступеню тяжкості аденокарциноми шлунку, отриманий в результаті дискриминантного аналізу клінічних, інструментальних і лабораторних показників.

Ключові слова: дискримінантний аналіз, аденокарцинома, територіальна карта.

In this article the method of definition of the severity of gastric adenocarcinoma in humans, which is a result of discriminant analysis of clinical, instrumental and laboratory indexes, is offered.

Keywords: discriminant analysis, gastric adenocarcinoma, territorial map.

УДК 656.2.072/073(045)

Л. В. КОСТЮЧЕНКО, канд. екон. наук, доц., НАУ, Київ

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ

Виконані дослідження тенденцій і особливостей розвитку транспортного обслуговування в умовах глобалізації світових господарських відносин. Окреслено основні проблеми та запропоновано шляхи їх вирішення.

Ключові слова: транспортні системи, транспортне обслуговування, транспортно-логістичне обслуговування, транспортна інфраструктура, логістичний аутсорсинг, глобальний аутсорсинг

Вступ. Глобалізація світових господарських відносин охоплює усі сфери міжнародної економіки, у тому числі й транспортні системи світу:національні,

© Л. В. КОСТЮЧЕНКО, 2013

регіональні, континентальні та міжконтинентальні. Транспортні системи можна вважати основою функціонування світової економіки, а отже й елементами глобальної виробничої інфраструктури, а учасників транспортно-логістичного обслуговування – інфраструктурними об’єктами відповідного рівня. Враховуючи таку залежність, на сьогодні залишаються актуальними дослідження специфіки та проблематики розвитку сфери транспортного обслуговування в умовах глобалізації.

Мета роботи. Метою роботи є дослідження тенденцій, специфічних особливостей та проблем розвитку транспортного обслуговування в умовах глобалізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження проблем функціонування транспортної галузі в умовах глобалізації дозволяє виявити довгострокові тенденції глобального розвитку сучасної міжнародної виробничої інфраструктури. Спостерігають інтенсивні темпи розвитку та якісні зміни на транспорті. Зокрема обсяги перевезень різними видами транспорту зросли у десятки, а для морського – у п’ять десятків разів [5].

В роботі [9] зазначено, що світова транспортна система характеризується досить неоднорідною інституціональною та соціальною структурою, її стан значно визначається економічною потужністю національного капіталу та змінами у характері перевезень. З такою думкою погоджуються й інші науковці.

Але є й інші твердження, зокрема професор Дмитриченко М. Ф. з групою авторів схиляється до думки, що економічна ситуація, яка склалася в Україні за роки незалежності під впливом суб'єктивних та об'єктивних факторів, певною мірою зумовила необхідність розробки та впровадження на транспорті логістичних систем. Останні, на думку науковців, забезпечують детінізацію роботи підприємств на транспорті. За різними оцінками, за рахунок трансакційних витрат, пов'язаних з діяльністю в рамках закону, тіньовий сектор України складає до 50 % усього вітчизняного ринку, що найобґрунтованіше показано на прикладі транспортного виробництва [7]. Отже, транспорт є невід’ємною складовою будь-якого логістичного ланцюга – тією ланкою, яка швидко поєднує продавців і покупців й скорочує часовий та просторовий розрив між виробництвом і споживанням.

Групою вітчизняних науковців та практиків під керівництвом професора Є. В. Крикавського було проведено наукове дослідження функціонування логістичних систем. За результатами останнього було визначено один із основних принципів сучасної теорії управління та конкурентних стратегій, котрий зводиться до пошуку можливостей концентрації на так званих ключових компетенція і нагоди позбутися непрофільних активів і видів діяльності, які краще передати зовнішньому виконавцеві. Це досягається за рахунок аутсорсингу [1].

Найбільш актуальною складовою аутсорсингу залишаються транспортні послуги, що спричинено високим рівнем уніфікованості транспортних послуг, тари та навантажувально-розвантажувальних вузлів. Також великим попитом користується складська обробка товарних потоків. Постійним є попит на експедирування вантажів та послуги митних брокерів. Такі послуги, як управління товарними запасами, управління процедурами замовлень, управління виконанням замовлень, знаходяться приміром всередині рейтингу, який демонструє попит на логістичний аутсорсинг. Пояснюється це неповним проникненням 3PL-концепції в логістичні стратегії клієнтів і зберіганням власних логістичних служб.[8; 13]. Актуальність логістичного аутсорсингу полягає також у можливості передачі компанією частини своїх функцій на посередників з метою зниження власних витрат. Загалом, застосування

аутсорсингу дозволяє компанії сконцентрувати свої зусилля і ресурси на тому, що вона може робити краще, натомість інше передати для виконання стороннім виконавцям на умовах субпідряду, тим самим зменшуючи витрати на утримання власного автопарку, паливно мастильні матеріали тощо.[1; 11].

Виклад основного матеріалу дослідження. На сьогодні в Україні та світі транспорт виступає одним з основних факторів, котрі впливають на розміщення продуктивних сил. Транспорт, як елемент національної і міжнародної інфраструктури, забезпечує процес виробництва й можливість раціонального використання виробничих ресурсів. Реалізація даного процесу можлива лише за умови коли ціни (тарифи) на послуги транспорту є прийнятними. Одночасно транспорт виступає й фактором економічного зростання: збільшення масштабів виробництва продукції залежить як від зростання її випуску, так і від поглиблення спеціалізації, котра у свою чергу вимагає більше сировини, більших розмірів ринку і, відповідно, більшого навантаження на транспорт. Тому транспорт є певним барометром, який вказує на зниження чи підвищення темпів розвитку національних економік та світового господарства в цілому [9].

Світова транспортна система включає приватні, державні та змішані компанії. Державні здійснюють керівництво розвитком національних транспортних систем, оскільки транспорт є матеріально- та енергомістким сектором економіки з довготривалим інвестиційним циклом і високим рівнем фізичного й морального зношення. На транспорті створюється біля 10 % ВНП (у с/г – 2,5%). До цієї галузі вкладається 20% усіх приватних капіталовкладень, споживається 15-18% усієї енергії, а під об’єктами транспортної інфраструктури зайнято до 5% території світу [4, с.97]. Варто зазначити також, що транспорт виконує різні функції у підсистемах світового господарства при реалізації зовнішньоторгових зв’язків. Тому всі види транспорту та ланки транспортного процесу у їхній взаємодії на національному, міжнародному, міжконтинентальному та глобальному рівнях складають світову транспортну систему. Тому, характерними тенденціями функціонування та удосконалення транспортної системи світу в умовах глобалізації залишаються наступні [4]:

- транспорт виконує інтегруючу роль у системі наднаціонального відтворення;
- усі структурні елементи світової транспортної системи займають свої ніші у наданні транспортних послуг в залежності від кон’юнктури світового ринку;
- в умовах інформаційної економіки спостерігається спрямованість до всебічного впровадження найновіших телекомунікаційних мереж у транспортну інфраструктуру.

Аналіз історичного розвитку аутсорсингу свідчить про досить динамічне розширення сфери його застосування. Так, якщо наприкінці минулого сторіччя темою для обговорення аутсорсингу були скорочення витрат та впровадження інформаційних технологій для управління, то на сьогодні мова вже йде про створення стратегічних альянсів у рамках глобальних аутсорсинг-проектів [6] .

Практичний аутсорсинг як технологія менеджменту виник у період «великого протистояння» Генрі Форда та Альфреда Слоуна молодшого та, відповідно, їхніх компаній: Ford и General Motors. Саме ці події показали недостатність власних ресурсів для отримання переваги у конкурентній боротьбі. Досвід Альфреда Стоуна молодшого, який ґрунтувався на застосуванні аутсорсингу для організації систем управління та виробництва, довів можливості отримання конкурентних переваг у будь-якій сфері бізнесу. Дослідження Американської асоціації менеджменту показали, що з кінця XX ст. і до сьогодні більшість промислових компаній передали на аутсорсинг принаймні один компонент власного виробничого процесу [6; 10].

У свою чергу, набуло поширення явище делегування допоміжних процесів вантажовласникам третій стороні – логістичний аутсорсинг. Форми прояву логістичного аутсорсингу можуть бути наступними: партнерство, стратегічний союз, стороння логістика та контрактна логістика. Якщо перші три форми працюють вже давно, хоча в українському варіанті є певна специфіка, то контрактна логістика завдяки своїм зарубіжним якостям не є привабливою для вітчизняного виробника. Саме якість роботи PL-провайдерів (логістичних операторів) дає змогу сподіватися на належний розвиток українського ринку аутсоргингу [2].

На пострадянському просторі, зокрема на території Російської Федерації, логістичний аутсорсинг виник на стику 80-х, 90-х рр., після появи т.з. легальних капіталістів. До послуг, котрі у той час надавались третім сторонам, належали, як правило, транспортні перевезення, складські послуги або послуги митних брокерів. Сьогодні ж російські та українські логістичні оператори відповідають світовому рівню оснащеності та розвитку своєї галузі. Наразі вітчизняний ринок логістичного аутсорсингу потерпає від впливу чергової хвилі економічної кризи. Компанії, котрі утрималися «на плаву», намагаються активно розвиватися паралельно зі зростаючим ринком, притоком інвестицій, зростанням споживчого попиту населення, зростанню замовлень у логістиці. Левова частка структури логістичного ринку належить транспортним перевезенням (понад 80%), решту розділили між собою складські операції (8–10%), експедирування (2–3%) та управління ланцюгом поставки.(1–2%) [3].

Практики відмічають, що ринок логістичного аутсорсингу є функцією споживання. Чим вищим є рівень споживання в державі, тим більшою є потреба у спеціалізації зовнішньо-торгівельним компаніям, дистрибуторам, виробникам, торгівельним мережам у власній діяльності. А також тим більше виникає потреба у залученні для організації ланцюга поставок товарів кваліфікованих логістичних операторів та передачі їм частини операцій на логістичний аутсорсинг.

Використання логістичних операторів, хоч і дає можливість спрямувати усі засоби та зусилля на виконання основної місії організації, проте має свої недоліки. Перелік можна розпочати з асортименту продукції і закінчувати географією підприємств, адже операторів не так вже й багато, а специфіка діяльності властива кожному підприємству-клієнту. До того ж, скористатися аутсорсингом можуть не всі, в основному це крупні корпорації, які займають стабільні позиції на ринку (автомобільна промисловість, телекомунікація, енергетичні компанії, FMCG-компанії). Проте, найбільш оптимальним рішенням для вантажовласників, на даний момент, є поєднання власної логістики компанії та використання аутсорсингових схем. Головним у створенні аутсорсингових відносин виступає зобов’язання вантажовласника чітко зорієнтувати оператора на генеральну стратегію та місію підприємства. Якщо введення оператора відбулось успішно, то підприємство-замовник може розраховувати на якісне, але стандартизоване обслуговування, скорочення частки ризику та витрат [2].

Процес глобалізації відкрив нові горизонти для компаній, які впроваджують аутсорсингові проекти, і водночас зробив несуттєвою ознаку геграфічного розташування компаній. Так, у 90-ті роки минулого століття було сформовано концепцію «віртуальної організації», сутність якої полягає у тому, що всі функції компанії можливо поділити на основні та вторинні. Вторинні функції з метою підвищення конкурентоспроможності необхідно передати фахівцеві з даної галузі. Ця концепція ґрунтується на тому, що знання компанії стають найважливішим джерелом

її конкурентної переваги. Отже, віртуальна корпорація – це тимчасова мережа незалежних компаній (постачальників, споживачів, конкурентів, об'єднаних інформаційними технологіями для розділення досвіду, витрат та доступу до ринків одне одного). Типовим прикладом такого «віртуального підприємства» є 5-PL провайдери. За окремими оцінками, в економічно-розвинених країнах майже 90 % компаній, котрі займаються бізнесом, схильні до застосування різних форм віртуальних організацій. Враховуючи сучасні процеси глобалізації правильне використання аутсорсингу стає потужним інструментом у конкурентній боротьбі компаній. Оскільки він найбільше сприяє оптимальному використанню можливостей міжнародного розподілу праці. Крім того, аутсорсинг більш ефективний для компаній, які географічно розташовані так, що у своїй діяльності можуть використовувати різницю часових поясів. В результаті є можливість реалізації непевного виробничого процесу [12]. Цей факт є дуже важливим для транспортної галузі. Як наслідок, останнім часом набула високої актуальності концепція глобального аутсорсингу.

Глобальний аутсорсинг є формою організації бізнесу в міжнародному масштабі і відображає процеси економічної глобалізації. Лібералізація сфери послуг та торгівлі, глобалізація й пов'язаний з нею вільний рух технологій, ноу-хау й продуктів праці людей формують нове середовище сучасного бізнесу. За словами директора General Electric, справді глобальною компанією є та, котра використовує інтелект і ресурси з усіх куточків світу. За інформацією аналітичної кампанії Gartner, до 25 % традиційних робочих місць у сфері IT інтенсивно переносяться із розвинених країн до тих, що розвиваються. Були також виявлені основні причини використання глобального аутсорсингу півторастами компаніями (табл. 1) [12].

Типовим прикладом глобального аутсорсингу є офшорне програмування, яке становить значну частину загального обсягу ринку IT-аутсорсингу.

Таблиця 1 - Причини використання глобального аутсорсинг

№ з/п	Причина	Частка компаній, %
1	Ціни зарубіжних джерел (аутсорсерів) нижчі	74
2	Наявність зарубіжних виробів (послуг), які відсутні на внутрішньому ринку	49
3	Орієнтування клієнтів на світові ринки	28
4	Передові технології зарубіжних джерел	26
5	Вища якість товарів (послуг)	25
6	Загострення світової конкуренції	19
7	Розвиток іноземного інвестування	17
8	Задоволення зустрічної торгівлі чи місцевих вимог	17
9	Можливість кращого сервісу	8

Сьогодні активними постачальниками ресурсів на ринок офшорного програмування стали Індія, Китай, Мексика, Ірландія, країни Східної Європи та Росія. Обсяги робіт переміщаються туди, де вони виконуються ефективніше й дешевше. Варто зазначити, що сьогодні одним із пріоритетних напрямків розвитку транспортної галузі країн-учасниць СНД є розробка та впровадження заходів щодо узгодженої науково-технічної політики, створення спільної системи науково-технічної та технологічної інформації у сфері транспорту [7]. Отже застосування глобального аутсорсингу є одним із альтернатив при дослідженні та розробці системи

логістичного забезпечення міжнародних перевезень на базі сучасних інтегрованих комунікаційних мереж, як невід'ємної складової транспортного обслуговування.

Висновки. Таким чином дослідження тенденцій, специфічних особливостей та проблем розвитку транспортного обслуговування в умовах глобалізації доводить необхідність визначення пріоритетних напрямів та потреб в інвестиціях на транспорті для забезпечення структурної перебудови транспортно-дорожнього комплексу. Їхня реалізація неможлива без удосконалення методології оцінки розвитку транспортної інфраструктури міжнародного значення в країнах СНД з урахуванням досвіду, набутого в рамках реалізації транспортних проектів у ЄС, а також забезпечення в ринкових умовах відтворення основних виробничих фондів транспорту на базі досягнень науково-технічного прогресу з відповідним формуванням інвестиційної політики. Реалізацію двох останніх завдань, з огляду на тенденції розвитку технологій у світі, не можливо виконати власними силами. Отже, необхідно розробити ефективний економічний механізм для передачі окремих функцій при виконанні окреслених завдань аутсорсерам. Крім того, в умовах глобалізації застосування аутсорсингу в області транспортного обслуговування є одним із шляхів досягнення синергії. Особливої уваги заслуговує ІТ-забезпечення усіх процесів та операцій від отримання запиту на послугу до т. з. післяпродажного обслуговування клієнтів. З урахуванням того, що транспортне обслуговування не має чітких географічних меж, найбільш прийнятним тут є саме глобальний аутсорсинг.

Список літератури: **1**. *Васелевський М.* Економіка логістичних систем: монографія / М. Васелевський, І. Білик, О. Дейнега та ін.; за наук. ред. Є. Крикавського та С. Кубіва. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2008. – 596 с. **2.** *Горбенко О. В., Пильченко А.О.* РОЗВИТОК ДІЯЛЬНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОВАЙДЕРІВ В УКРАЇНІ [Електронний ресурс] режим доступу: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/Upsal/2009_6/09govpau.pdf **3.** *Елин В*. Почему логистический аутсорсинг в России слабо развит // Аргументы и факты - Финансы [Електронний ресурс] режим доступу: http://finam.info/news/pochemu-logisticheskiy-autsorsing-v-rossii-slabo-razvit/ **4.** *Комаров М. П.* Инфраструктура регионов мира. Учебник. Санкт-Петербург: Издательство Михайлова В.А., 2000, 347 с. **5.** *Могилевкин И. М.* Транспорт. Мировая экономика. Глобальные тенденции за 100 лет // Под . р ед. И. С. Королева. - М.: Экономистъ , 2003. - 332 с. **6.** *Международный* опыт развития и применения аутсорсинга и аутстаффинга // «Финансовая газета», 2009, N 15. [Електронний ресурс] режим доступу: c:\users\pc\appdata\local\temp\rar$di12.3407\международный опыт развития и применения аутсорсинга и аутстаффинга » аутсорсинг.mht **7.** *Основи* теорії транспортних процесів і систем. Навч. посіб. Для ВНЗ / Дмитриченко М.Ф., Яцківський Л.Ю., Ширяєва С.В., Докуніхін В.З. – К.: Видавничий дім «Слово», 2009. – 336 с. **8.** *Ревуцкая Т.* Особенности национального аутсорсинга на транспорте // UkrLogist,№5. — 2008. — 72с. **9.** *Рибчук А. В*., Павець Т. Я. Глобальні тенденції розвитку світової транспортної системи. [Електронний ресурс] режим доступу: http://www.confcontact.com/2008dec/1_ribchuk.php **10**. *Світова* економіка: Підручник / А. С. Філіпенко , В. С. Будкін , О. І. Рогач та ін. – К.: Либідь, 2007. – С.319. **11**. *Benefiting* from globalisation . Transport sector contribution and policy challenges // Inductory Reports and Summary of Discussions, 25-27 october 2006, Berlin . – P . - 466. **12**. *Birou L. M.* and Fawcett S.E. International Purchasing: Benefits, Requirements and Challenges // International Journal of Purchasing and Material Management. P. 34. **13**. *Simchi-Levi D.*, Kaminski P., Simchi-Levi E. Designing and Managing the Supply Chain. – N.Y. – London, 2001. – 320 p.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 656.2.072/073(045)

Особливості розвитку транспортного обслуговування в умовах глобалізації / Л. В. Костюченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.38-44 . – Бібліогр.: 13 назв.

Проведено исследование тенденций и особенностей развития транспортного обслуживания в условиях глобализации мировых хозяйственных взаимоотношений. Очерчены основные проблемы и предложены пути их решения.
Ключевые слова: транспортные системы, транспортное обслуживание, транспортно-логистическое обслуживание, транспортная инфраструктура, логистический аутсорсинг, глобальный аутсорсинг

Conducted a study of trends and peculiarities of transport services development in conditions of globalization of world economic relations. Outlines the major problems and proposed ways of their solution.
Keywords: transport systems, a transport services, a transport-logistic services, a transport infrastructure, a logistic outsourcing, a global outsourcing.

УДК 614.8

С. П. НОВОСЕЛОВ, доц., ХНУРЭ, Харьков;
С. С. ДУДЧЕНКО, студент, ХНУРЭ, Харьков

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИНАМИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТОМ НА ОХРАНЯЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ С ПОМОЩЬЮ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

В работе описывается предлагаемая методика определения объекта и слежения за ним на охраняемой территории с помощью распределенной системы видеонаблюдения.
Ключевые слова:охранное телевиденье, алгоритм,видеокамера, объект.

Введение. Современные системы охраны важных объектов широко используют системы телевизионного наблюдения. Их основная задача – контроль за состоянием защищаемой зоны. Они часто используются как вспомогательные средства для оценки масштаба вторжения.

Задачей выявления нарушителей занимаются специализированные технические средства охраннойсигнализации (ОС) – датчики.

Совместное использование системы телевизионного наблюдения и технических средств охраны предполагает следующие алгоритмы поведения оператора охранной системы:получение сигнала тревоги; определение (локализация) места нарушения;включение соответствующей видеокамеры;обнаружение нарушителя;слежение за нарушителем с последовательным включением видеокамер по мере его передвижения.

Цель работы. Основной целью работыявляется определение объекта в охраняемом помещении и слежение за ним по всей траектории перемещения.

Основные задачи:определить объект в помещении;определить направление перемещения;определить момент выхода объекта за границы видимости видеокамеры;включить следующую видеокамеру (в направлении какой движется объект).

Описание предлагаемой методики методов динамического наблюдения за объектом на охраняемой территории с помощью распределенной системы видеонаблюдения. Под слежением за объектом подразумевается включение (автоматически) соответствующей видеокамеры при обнаружении объекта и последующее сопровождение объекта путем последовательного переключения видеокамеры при переходах объекта из зоны наблюдения одной видеокамеры и попадании в зону наблюдения другой.

© С. П. НОВОСЕЛОВ, С. С. ДУДЧЕНКО, 2013

При разработки данного алгоритма предполагается, что видеокамеры не имеют возможности поворачиваться, жестко закреплены на стене. На рис. 1 приведен план охраняемого помещения с установленными видеокамерами.

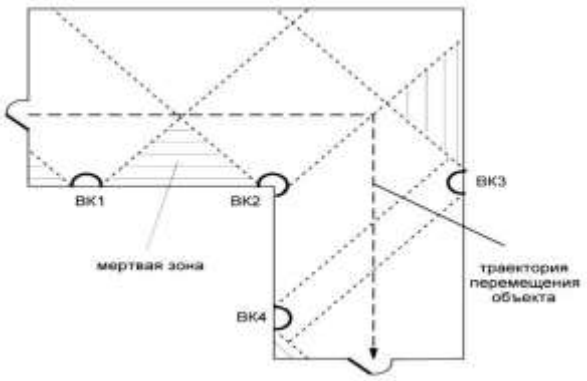


Рис. 1 – План объекта охраны

Суть методики заключается в следующем:

1. Модуль видеодетектора определяет наличие постороннего объекта в охраняемой зоне. При использовании данной системы в людном месте, предлагается возможностьуказания области видеокадра в которой и производится детектирование;

2. При обнаружении объекта производится определение его размеров;

3. По размерам объекта производится определение ограничивающей рамки (окна) (рис. 2);

Рис. 2 – Обнаружение и слежение за объектом

4. По методике Уолша и Хаара [1] определяется построение границы рамки объекта;

5. По методике, предлагаемой в [2] определяется скорость перемещения объекта;

6. Коррекции разниц рамки (окна) вокруг объекта зависит от скорости его перемещения для предсказания последующей позиции;

7. При касании объекта одной из границ экрана происходит передача сигнала на блок принятия решения для переключения видеокамеры(ВК).

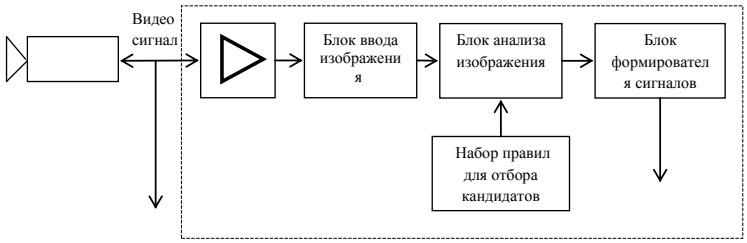


Рис. 3 – Структурная схема блока принятия решений

На рис. 3 приведена структурная схема блока принятия решений.

С использованием блока принятия решений общая схема построения системы охранного телевидения будет иметь вид, представленный на рис. 4.

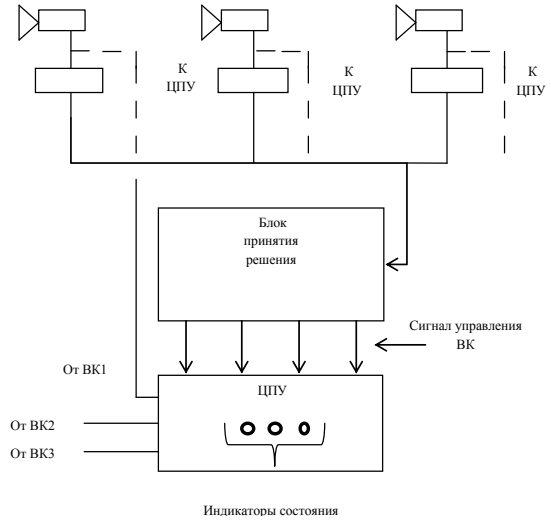


Рис. 4 – Структурная схема интеллектуальной системы охранного телевидения

Алгоритм определения объекта [1]. Математически поставленную задачу можно сформулировать следующим образом.

Пусть в дискретные моменты времени t, с некоторым временным интервалом на экране телевизионной камеры оперативный дежурный наблюдает изображение.

По полученному изображению определяются:

- вертикальный размер объекта (человеческой фигуры) h;

- смещение d, изображения по горизонтали относительно вертикальной оси экрана, совпадающей с осью зоны обзора телевизионной камеры. Спустя некоторый промежуток времени в момент $t_{\varphi+1}$ на экране вновь регистрируется положение объекта с параметрами $h_{\varphi+1}$, $d_{\varphi+1}$.

По полученным данным необходимо определить координаты объекта, курс перемещения объекта Qи скорость V.

Предполагается, что географические координаты положения телевизионной камеры известны, на экране отображается текущая информация о кратности увеличения изображения. Кроме того, предполагается, что известно нулевое направление оси зоны обзора в горизонтальной плоскости. Под зоной обзора телевизионной камеры будем понимать область пространства, в которой дежурный оператор способен обнаружить объект.

По поступающей информации необходимо оперативно определить координаты, курс и скорость движения объекта.

Для определения координат необходимо пересчитать продольное и поперечное смещения изображения на телевизионной камере в дистанцию и угол поворота относительно оси зоны обзора телевизионной камеры.

Для определения скорости перемещения объекта необходимо определить пройденный им путь на рассматриваемом временном интервале. Предварительный анализ сопоставления перемещения изображения на экране телевизионной камеры реальному перемещению объекта показал, что для определения пройденного пути необходимо определение его составляющих.

Составляющими являются продольное и поперечное смещения объекта относительно оси зоны обзора телевизионной камеры. Под продольным направлением понимается направление, совпадающее с осью зоны обзора телевизионной камеры и представленное на изображении мысленной вертикальной линией белого цвета. Под поперечным направлением будем понимать направление перемещения объекта, строго перпендикулярное продольной оси зоны обзора телевизионной камеры.

Алгоритм определения направления перемещения объекта[2]. Как известно, с увеличением расстояния до объекта при неизменных его линейных размерах меняются угловые размеры, которые и отображаются на экране телевизионной камеры. Рис.5 поясняет про порцию уменьшения углового размера при увеличении расстояния до объекта.

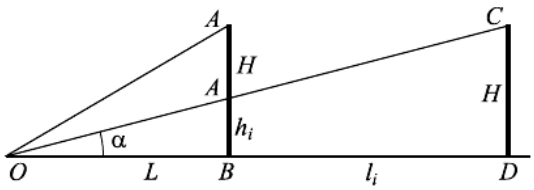


Рис.5 – Изменение угловых размеров с увеличением расстояния до объекта

Если известен «базовый» размер изображения H, при котором точно известно расстояние *L* до объекта, то далее из подобия Δ OAB и Δ OCD (рис. 3)

$$\frac{h_i}{L}=\frac{H}{l_i} \qquad (1)$$

Отсюда

$$h_i=\frac{H}{l_i}L \qquad (2)$$

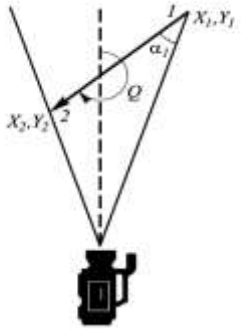


Рис.6 – Определение курса объекта

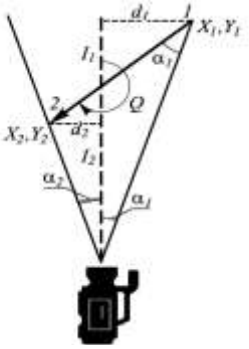


Рис.7 – Определение поперечного смещения

После того как определена дистанция до объекта, производится пересчёт положения объекта в географические координаты путем решения прямой геодезической задачи. Получение координат объекта позволяет сформировать отображение его положения на электронной карте местности.

Расчёт поперечного перемещения объекта.

Поперечное смещение изображения объекта относительно оси зоны обзора камеры определяется по отклонениям d_1и d_2изображения объекта в моменты времени t_1и t_2соответственно.

Углы a_1и a_2между центральной осью зоны обзора телевизионной камеры и направлением на объект в моменты времени t_1и t_2, соответственно, определяются из выражений:

$$a_1 = \operatorname{arctan}\left(\frac{d_1}{l_1}\right);$$

$$a_2 = \operatorname{arctan}\left(\frac{d_2}{l_2}\right) \quad (3)$$

Отсюда вычисляется угол φ по формуле (1). Определение пройденного пути осуществляется по (4), расчёт курса - по (5).

$$S = l_1^2 + l_2^2 - 2l_1 l_2 \cos(\varphi) \quad (4)$$

$$Q = \operatorname{arctan}\left(\frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}\right) \quad (5)$$

Скорость объекта определяется из соображений кинематики:

$$V = \frac{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}}{\Delta t} \quad (6)$$

Координатная привязка положения объекта осуществляется на основе зависимостей, используемых при решении прямой геодезической задачи.

Для этого используется математический аппарат решения прямой геодезической задачи, которая заключается в вычислении координат φ_0, λ_0 положения объекта по известным координатам φ_k,λ_k положения телевизионной камеры, азимута A с телевизионной камеры на обнаруженный объект и расстояния между этими точками S.

$$\varphi_0 = \varphi_k \pm \frac{S\cos A}{M\sin 1'} \times \frac{S^2\left(\varphi_k + \frac{S\cos A}{M\sin 1'}\right)}{2NM\sin 1'} \sin A \quad (7)$$

$$\lambda_0 = \lambda_k \pm \frac{S\sin A \sec 1}{1} \times \frac{\left(\varphi_k + \frac{S\cos A}{M\sin 1'}\right)}{\sin 1'} \quad (8)$$

где символом V обозначен угол, равный 1 минуте; N - радиус кривизны нормального меридионального сечения; M - радиус кривизны меридиана, равный:

$$M = \frac{a\left[1 - \left(\frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}\right)^2\right]}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}\right)^2 sin\varphi_4\right]^3}} \quad (9)$$

Здесь a= 6378,245 км - большая полуось земного эллипсоида; b = 6356,863 км - малая полуось земного эллипсоида.

Радиус кривизны нормального меридионального сечения равен:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - \left(\frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}\right)^2 sin^2\varphi_4}} \quad (10)$$

где φ_4 - широта точки, в которой сечение пересекает меридиан.

Выводы. Таким образом, предлагаемая методика автоматического слежения за объектом на территории охраняемого объекта позволит существенно повысить эффективность охранной системы и использовать уже существующее оборудование системы телевизионного наблюдения, не требуя наличия поворотных видеокамер.

Список литературы: **1.***Титова,О. А.* Технология автоматической геопривязки и калибровки картографических изображений[Текст] / *О. А. Титова, А. В., Чернов* // Компьютерная оптика. – 2008. – Том 32, № 1. – С. 85-88. – ISSN 0134-2452. **2.***Тимофеев,Б. С.* Сегментация и сопровождение движущихся объектов[Текст]/ Телевидение: передача и обработка изображений. Материалы международной конференции. Санкт-Петербург, 21-22 мая 2002 г. **3.** *Алфимцев, А. Н.*Метод обнаруженияобъекта в видеопотоке в реальномвремени[Текст]/ *А. Н. Алфимцев, И. И.Лычков*// Вестник ТГТУ, Тверь. – 2011. – Т. 17, № 1. –С. 44-55. – ISSN 0136-5835.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК614.8

Исследование методов динамического наблюдения за объектом на охраняемой территории с помощью распределенной системы видеонаблюдения /С. П. Новоселов, С. С. Дудченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.44- 48. – Бібліогр.: 3 назв.

Уроботіописуєтьсяпропонована методика визначенняоб'єкта і стеження за ним на території, щоохороняється за допомогоюрозподіленоїсистемивідеоспостереження.

Ключові слова:охороннателебачення, алгоритм, відеокамера, об'єкт.

The article describes the proposed method of determining the object and track it in a protected area with the help of a distributed surveillance system.

Keywords: Security television, algorithm, camera, object.

УДК 519.7:007.52

Е. Л. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., ХНУРЭ, Харків

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО АННОТИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ ПРОЦЕССА

В работе предложена модель детальной семантической аннотации профиля процесса. В отличие от профиля OWL-S, модель позволяет аннотировать не только параметры процесса, но и их взаимосвязи, а также задачу, для выполнения которой он предназначен. Это значительно углубляет и уточняет семантическую нагрузку профиля. Также для онтологических инженеров сформулированы базовые принципы составления таксономий действий, классов и свойств, которые будут использоваться в аннотациях.

Ключевые слова: семантический профиль, онтология действий, метрика семантической близости аннотаций, OCL, OWL-S

Введение. В настоящее время в методике проектирования гибких

© Е. Л. ШЕВЧЕНКО, 2013

интеллектуальных информационных систем укрепляет свои позиции онтологический подход представления знаний. Основное преимущество онтологической модели заключается в изначально заложенной в неё возможности расширения/сужения (или даже изменения) предметной области при неизменности модели решаемой задачи. Представляет интерес апробация возможностей онтологической модели представления знаний (а именно, лежащей в его основе дескриптивной логики), не только в описании модели предметной области, но и в формализации семантики процессов. Такой подход может стать основой эффективной методики интеллектуализации систем моделирования бизнес-процессов, а также разработки программного обеспечения и пр. задачах, где основной единицей проектирования является операция. Подобная аннотация может претендовать на конкретизацию раздела профиля в OWL-S [1,2]

Анализ предметной области и постановка задачи. Наиболее развитыми подходами в формализации семантики операционных блоков являются: а) описание контрактов программных компонент примитивами типизированной логики первого порядка [3] и б) формализация ограничений на треки состояний системы взаимодействующих процессов в терминах утверждений темпоральной логики [4]. В основе первого подхода лежит использование аксиоматической семантики Хоара [5] и динамической логики [6], в то время как второй подход опирается на формализмы модели Крипке и автоматный подход (автомат Бюхи) [4]. Оба направления получили свое развитие в контексте задач формальной верификации моделей ПО. Их основной задачей является формальное описание требований к моделируемой операции, которые должны быть проконтролированы в момент тестирования её реализации.

Альтернативным направлением в области формализации семантики процессов является задача синтеза структурных схем программ на основе семантических вычислительных сетей [7]. Такие сети представляют отношения вычислимости между переменными и операционными блоками и позволяют по готовой базе компонент и набору входных данных получить множество потенциально вычислимых выходных переменных и схемы их вычисления. При этом отношение вычислимости является единственным семантическим отношением в таких сетях. Поэтому операционные блоки в них могут различаться только набором входных и выходным параметров и нет возможности добавить в их описание дополнительную семантическую нагрузку, например, суть вычисляемого отношения, ограничения на применение операции, используемый в операции метод расчета и пр.

В настоящее время в программировании для описания смысловой нагрузки компонента используется такой элемент языка программирования как комментарии. Чаще всего они пишутся на естественном языке, поэтому эффект машинного анализа программных комментариев можно сравнить с результатами работы поисковой системы, использующей элементы морфологического и синтаксического ЕЯ анализа, словари синонимов и статистические алгоритмы класса tf-idf [8]. Данный подход хорошо проявляет себя при поиске по ключевым фразам в длинных текстах из набора корпусов, но дает большую погрешность при сравнении коротких фраз, которыми и являются программные комментарии.

Задачей данного исследования является создание онтологии, позволяющей формализовать базовый набор семантических характеристик, достаточный для описания блока при решении задачи подбора необходимой операционной компоненты по сути решаемой ею задачи и известных ограничениях на входные и выходные параметры и допустимые методики решения.

Примером описываемого компонента может служить отдельный метод или последовательность вызовов комбинации таких методов со склеивающими их переменными. Последнее имеет особую ценность для создания базы знаний методик решения повторяющихся задач в рамках некоторой предметной области, с использованием существующих библиотек.

Разработка структуры аннотации операционного блока. Проанализировав комментарии к функциям и методам классов, в них можно выделить 2 зависимых блока: описание цели функции, пояснение всех входящих и исходящих параметров, уточняющие комментарии. На такой же основе логично построить структуру формального описания (рис. 1).

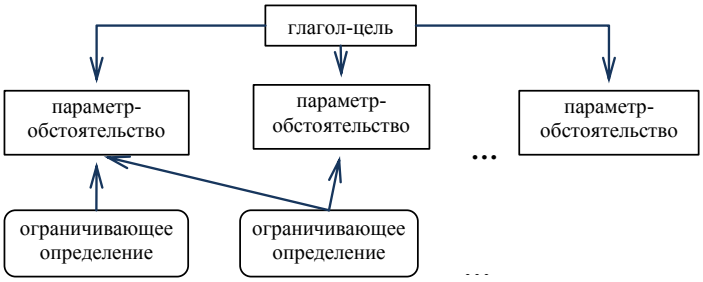


Рис. 1 – Общая схема структуры аннотации функционального программного компонента

Здесь «глагол-цель» и «параметр-обстоятельство» – примитивные объекты модели предметной области, а «ограничивающее определение» – граф, задающий ограничения на эти объекты и их взаимосвязи. Узлами графа также являются объекты предметной области, а дугами – отношения между ними. Некоторые узлы такой аннотации имеют прямое отображение на параметры метода. Ограничения же являются прямым отражением таких понятий как пред- и пост-условия метода [9].Рассмотрим данную схему в контексте примера. Допустим, в программной системе почтового клиента существует метод, который участвует в формировании цепочки переписки (аналогично возможности сервиса gmail). Например, такой метод должен по входящему письму уметь определить, является ли оно ответом на одно из отправленных ранее с этого ящика писем, и если такое письмо существует, то вернуть его. Один из вариантов прототипа и аннотации такого метода приведен на рис. 2.

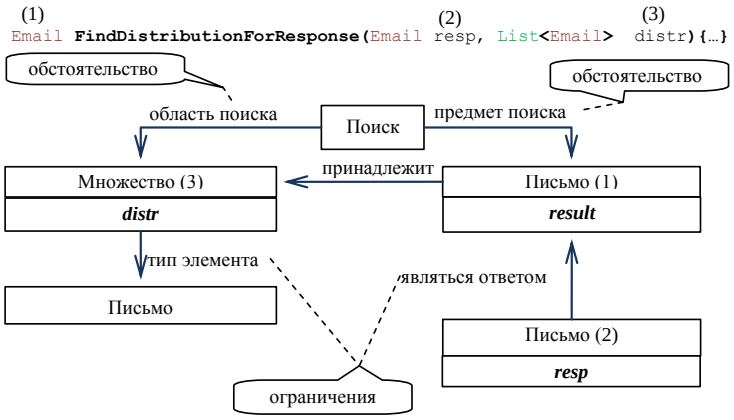


Рис. 2 – Пример простой аннотации метода

Аннотация не описывает метод реализации действия.

Отношения между объектами (семантические пред- и пост- условия) аннотации являются элементами онтологии предметной области и не обязательно должны иметь физическое отображение на свойства параметров функции (в отличие от пред- и пост- условий в парадигме контрактного программирования). При создании такой аннотации для каждого узла или отношения новая сущность вводится только в случае отсутствия необходимой в онтологии, разделяемой командой разработчиков.

Преимуществом данной аннотации, по сравнению с ЕЯ описанием, является её однозначность, а также возможность ввести метрику и вычислять расстояние между парами таких аннотаций (машинная анализируемость) для реализации, например, задачи подбора компонент библиотеки по семантической аннотации.

Поскольку доказано, что онтология является универсальным средством описания любой предметной области, то при введении достаточного набора классов и отношений между ними в виде предлагаемого типа аннотации может быть формализовано описание любого программного компонента.

В приведенном на рис. 2 примере все ограничивающие определения связывали параметры метода. Это не обязательно должно быть так. Могут использоваться ограничения, накладываемые на свойства одного из параметров или даже задающие оптимизирующий характер выполняемого функцией действия.

Ограничения могут быть представлены также составными функциональными выражениями, которые довольно громоздко выражать в виде графа. Для их записи предлагается использовать уже ставший классикой язык OCL [10], разработанный консорциумом OMG для выражения ограничений в UML моделировании (рис.3).

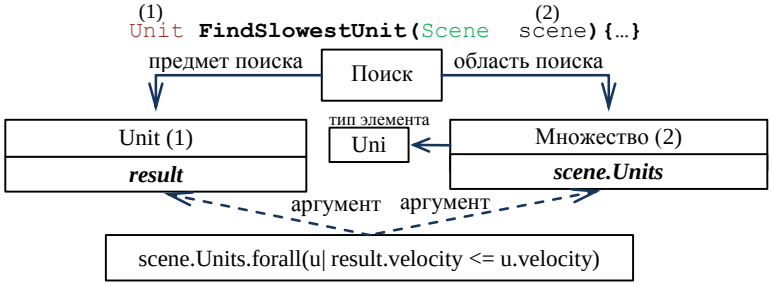
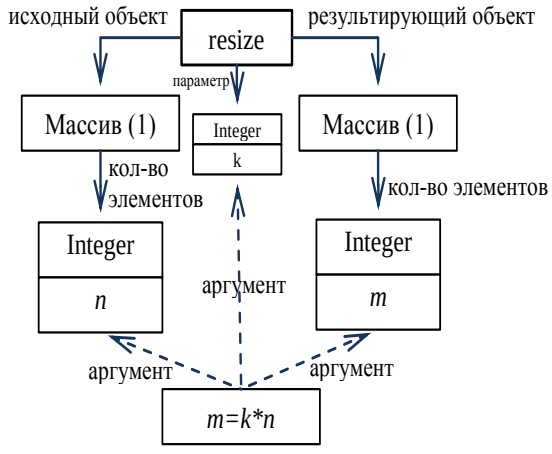


Рис. 3 – Пример ограничения на свойство параметра

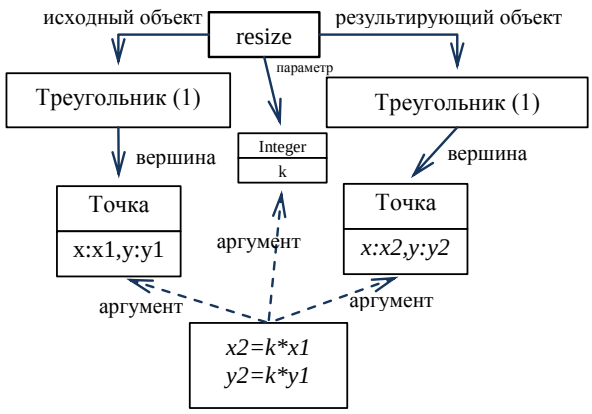
OCL содержит достаточный набор операторов и функциональных конструкций для выражения арифметических и логических отношений, выполнения операций над коллекциями, навигации по модели предметной области и пр.

При использовании таких предикатов функция семантической близости между двумя аннотациями растет в случае успешной унификации составляющих их предикатов.

Проектирование верхнего уровня онтологии. Исходя из приведенных примеров, можно сделать вывод, что узлами аннотации являются экземпляры классов онтологии. Все классы можно разбить на 2 группы: действия и объекты. Как действия, так и объекты могут относиться к различным предметным областям. Справедливо замечание, что одно и то же действие может быть связано с преобразованиями в совершенно различных предметных областях, например, обе операции «изменить размер массива» и «отмасштабировать геометрическую фигуру» могут быть выражены через одно и то же действие «resize» (изменить размер) (рис.4).



а



б

Рис. 4 – Применение одного класса действия resize для формализации операцій
а) изменения размеров массива. б) геометрического масштабирования

Следовательно, все действия можно упорядочить в таксономию, при этом при построении опираться на суть действия, абстрагировано от предметной области, в которой оно будет применяться. Такой подход позволяет значительно сократить размер таксономии. Пример фрагмента таксономии действий приведен на рис. 5.

Рис. 5 – Фрагмент таксономии действий

В отличие от классов действий, классы объектов привязаны к конкретным предметным областям и должны как можно детальнее отражать оттенок той или иной предметной области. Например, одно и то же слово «треугольник» может отражать как геометрический примитив, так и графический, который является визуальным отображением геометрического и обладает дополнительными графическими характеристиками.

Выразить такое отличие можно, введя два разных класса, расположенные в различных ветках таксономии, связанные отношением, отличного от is-a типа, например, «быть представлением геометрического примитива». Для отражения различных оттенков качеств объекта удобно также использовать множественное наследование, например, класс GameUnit (игровой персонаж) является с одной стороны объектом с самостоятельным поведением, а с другой – объектом, характеризующимся состоянием, что отражено на рис. 6 с помощью множественного наследования.

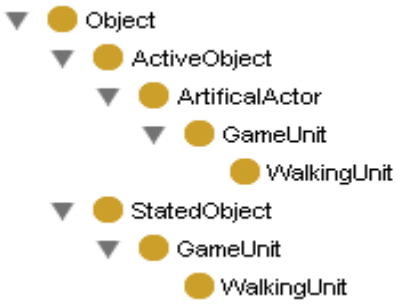


Рис. 6 – Пример использования множественного наследования при проектировании онтологии

Кроме реальных экземпляров объектов предметной области с «честными» значениями аннотация может содержать ссылки на узлы-заглушки. Такие заглушки содержат переменную-синоним, которая ассоциируется со значением свойства экземпляра. Такие переменные далее могут быть использованы при составлении OCL-ограничений аннотации, например, как на рис. 3-4.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. В статье введено понятие семантической аннотации процесса – графа, формализующего цель выполняемого процессом действия. Использование таких аннотаций для узлов семантической вычислительной сети (при разработке соответствующей метрики для их сравнения) позволяет расширить базовый метод синтеза структурных схем программ на их основе. Такая аннотация составляется в терминах единой онтологии предметной области, что при подборе хорошей метрики позволяет вычислять адекватное семантическое расстояние между двумя аннотациями. Будучи интегрирован в онтологию OWL-S (язык описания семантики веб-сервисов) представленный в статье

подход позволяет расширить выразительную мощность семантического профиля веб-сервиса.

Направление дальнейших исследований будет связано с разработкой метрики для вычисления семантического расстояния между парой таких аннотаций.

Список литературы: 1. *Y. Ganjisaffar A Similarity* Measure for OWL-S Annotated Web Services [Text] / *Ganjisaffar Y., Abolhassani H., Neshati M*. // Proceedings of the 2006 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence. – Hong Kong, 2006. – P. 621 – 624. **2.** *Д. А. Плиско* Расширение возможностей программного обеспечения при использовании баз знаний, основанных на OWL 2.0 [Текст] / *Плиско, Д. А., Шевченко А. Ю.,* // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – Т.4. – № 2 (46). – С. 32-36. **3.** Preliminary Design of JML: A Behavioral Interface Specification Language for Java. TR #98-06-rev29 [Text] / *Leavens G. T., Baker A. L., Ruby C.* – Department of Computer Science, Iowa State University, USA. – 2006. – 84 pp. **4.** Mukund Linear-Time Temporal Logic and Buchi Automata [Text] / Mukund M. // Winter School on Logic & Computer Science. – ISI Calcutta, Dec 1996–Jan 1997. – 22 pp. **5.** C.A.R. Hoare. An axiomatic basis for computer programming [Text] /Hoare C.A.R. // Communications of the ACM. – 12(10):576,1969. – P.580-583. **6.** *B. Beckert* Verification of Object-Oriented Software: The KeY Approach [Text] / Beckert B., Hahnle R., Schmitt P. – LNCS, Springer, 2007. – vol 4334. – 658 p. **7.** *Ф. А. Новиков* Учебно-методическое пособие по дисциплине «Системы представления знаний» [Текст] / *Новиков Ф. А*. – СПб:ИТМО, 2007. – 119 с. **8.** *R. Baeza-*Yates Modern Information Retrieval [Text] / *Baeza-Yates R.* Ribeiro-Neto B. – Addison-Wesley, 1999 – 513 p. **9.** B. Meyer Applying “Design By Contract” [Text] / *Meyer Bertran* // Computer (IEEE). – 1992. – vol 25, №10. – P. 40 – 51. **10.** UML 2.0 OCL OMG Adopted Specification: ptc/03-10-14. – [дествующий с 2004-04-30]. – OMG, 2004. – 226 p. – (OMG стандарт).

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 519.7:007.52

Онтологическая модель представления знаний для семантического аннотирования профиля процесса / О. Л. Шевченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.48-53 . – Бібліогр.: 10 назв.

У роботі запропонована модель семантичної анотації профілю процесу. На відміну від профілю OWL-S, модель дозволяє анотувати не тільки параметри процесу, але і їх взаємозв’язок та задачу, для виконання якої призначений процес. Це значно поглиблює та уточнює семантичну нагрузку профілю. Також для онтологічних інженерів сформульовані базові принципи складання таксономій дій, об’єктів та властивостей, які будуть використовуватися в анотаціях.

Ключові слова: семантичний профіль, онтологія дій, OCL, OWL-S.

There have been proposed semantic annotation model for process profile. As opposed to OWL-S profile it allows to annotate parameters relations, restrictions and generalized goal of the annotated component. It makes semantic annotation much more expressive. Also basic principles for ontology engineers to organize taxonomy of actions and objects as types of nodes in semantic annotations are given.

Keywords: statistical data, processing, class, classification, opinion poll, algorithm.

УДК 518.9+681.51.011

М. Б. МУНИБ, соискатель, Таврический национальный университет им. В. И.Вернадского,. Симферополь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОШИБКИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Построение нейронного контролера происходит с помощью нейронных сетей обратного распространения ошибки. Описан процесс построения нейронного контроллера с выделением основных стадий. Обособлена техника обучения нейронного контроллера с целью минимизации ошибки вывода результатов поставленной задачи.

Ключевые слова: Нейронный контроллер, нейронные сети, процесс обучения сети, обратное распространение ошибки, программная модель, минимизация ошибки.

© М. Б. МУНИБ, 2013

Введение. Разработка любой системы автоматического управления, прежде всего, заключается в дополнении управляемого объекта некоторыми внешними звеньями так, чтобы процессв объекте происходил по заданному сценарию, т.е. в соответствии с предварительно сформированными критериями.

Предпочтение тех или иных критериев, обусловлено, прежде всего, тем, что целью функционирования любой системы, в том числе и автоматического регулирования, является формирование на выходе управляемого объекта в любой момент времени такого значения регулируемой величины, которое бы максимально приближалось к заданному. Однако, бывают такие случаи, когда данное значение должно быть постоянным, тогда, есть место говорить, что система будет системой стабилизации. В случае же, когда оно изменяется во времени по заранее известным законам, мы имеем систему программируемого управления, а в тех случаях, когда закон изменения конечного значения неизвестный, система будет называться отслеживаемой. Отсюда вытекает, что, критерий качества функционирования системы должен отражать степень приближения выходных сигналов к заданным, с учетом необходимости соблюдения определенных дополнительных требований.Хотя, на сегодняшний день, в научной литературе современников, достаточно широко представлен вопрос построения нейроконтроллеров, применение нейросетей обратного распространения ошибки в этом аспекте практически не раскрыто. Это и послужило толчком к выбору темы исследования.

На сегодняшний день нейроконтроллеры занимают ведущее место в системе матиматического моделирования. Одним из методов построения данных контроллеров является методнейронных сетей, основанный на принципах функционирования мозга человека. Сочетая знания в области медицины и нейрофизиологии с имеющимисяразработками и идеями в области информатики, ученые выделили основныефункциональные и структурные единицы, которые обеспечивают умственную деятельностьчеловека. Эти знания послужили мощным толчкомдля создания такого незаменимого инструмента, как искусственные нейронныесети. Изучение научной литературы основанной на данном направлении показывает, что нейронные сети задействованы в достаточно широком спектреотраслей научной деятельности, они применяются при обработке ираспознавании образов, в статистике и численных методах, биологии. Решениезадач построения нейронных контроллеров является очень важной задачей, которуюнеобходимо решать при разработке различных научных комплексов,в частности систем управления. Решение этой задачи позволяет решить проблемуопределение параметров различных систем с целью определения возможностиих работы; можно решить задачу автоматизациисистем и управление механизмами.

На базе этих знаний можно разработать методику, которая будет обеспечиватьвысокое качество и малое время распознавания основных параметров. Для этого в работе необходимо предложить метод построения нейроконтроллера основанный на применении сетей обратного распространения ошибки.

Развитие информационных технологий и теории цифровых систем управления создало необходимые условия для успешного решения поставленных задач, путем замены аналоговых вычислительных средств цифровыми [1]. Использование цифровых методоввычисления позволяет применить современные алгоритмы управления, осуществлять изменение структуры и параметров алгоритмов управления. Наиболее эффективным направлением является разработка систем

управления на основе адаптивного подхода в сочетании с методами теории искусственных нейронных сетей [2]. Это достигается путем внедрения в систему обученного нейронного контроллера. Его построенное и обучение происходит с использованием нейронных сетей. Исследованием,которых, занимались такие ученные как: Р. Каллан [3], А. Галушка [4], В.А. Терехов, Д.В. Ефимов, И.Ю. Тюкин [5], О. Г. Руденко, Е.В. Бодянский [6], В.В. Круглов, В.В. Борисов [7], С. Осовский [8]и другие.

Однако, детального описаний процесса построения нейроконтролера при помощи нейросетей обратного распространения ошибки не обнаружено, что говорит об актуальности дальнейшего изучения и усовершенствования методов обучения сетей обратного распространения ошибки с дальнейшим применением на практике.

Цель работы. Построение нейронного контролера с помощью нейросетей обратного распространения ошибки. Описание процесса построения нейроконтроллера с выделением основных стадий. Обособление техники обучения нейронного контроллера с целью минимизации ошибки вывода результатов поставленной задачи.

Обсуждение результатов. В общей сложности, модель нейроконтроллера можно построить, если использовать определенный механизм аппроксимации, который базируетсяна применении полученных во время его исследования последовательностей входных и выходных сигналов, которые были измерены в определенные моменты времени. получитьаналитическую модель в таком случае сложно, поэтому целесообразно применить способ, который обеспечивает автоматическую процедуру построения модели. Такой способ основывается на использовании искусственной нейтроннойсети как универсального апроксиматора, что во времяобучение с использованием заданных последовательностейможет приспособиться к заданным входным данным так,чтобы на выходе сети получать значения, которые были бымаксимально приближенны к соответствующим заданнымвыходным сигналам. В случае приемлемой полнотыучебных последовательностей и правильного предварительного выбора архитектуры нейронная сеть сможеткорректно идентифицировать объект, т.е. реагировать наразличные сигналы, которые поданы на ее вход так, как на это реагировалбы сам объект.

Такая модель может использоватьсядля построения контроллера.

Альтернативный подход к синтезу контроллеразаключается в жестком навязывании эталона, к которомунеобходимо привести систему. Степень приближениясоздаваемой системы к эталону оценивается минимальным расхождением между выходами системы и эталона.

Математически такая оценка может быть задана в видекритерия минимума среднеквадратической погрешности ипоэтому модель объекта, который используется присинтезировании контроллера, должна как можно точнееотвечать его физической реализации. Однако, исходя из проведенных исследований описанных в современной научной литературе, является самой точной и модель, которая воспроизводит объектчерез экспериментально измерены входные и выходныепоследовательности, и поэтому естественным будет получить спомощью этих последовательностей (прямо или косвенно) аналогичное представление контроллера в видевходных и выходных последовательностей. Такое представлениенаиболее целесообразно реализовать с помощью нейроннойсети обратного распространения ошибки.

Построениетакой сети целесообразно разбить на две основных стадии. Первая, из которых, это построение нейронной сети. В свою очередь вопрос построения нейронной сети следует условно разделить на выбор архитектуры нейронной сети, а также ее обучение.

Рассматривая каждый этап по отдельности, выступает некий алгоритм построения нейросети. Таким образом, находясь вначале первой стадии, следует выбрать число входов, тип связи,передаточные функции, определить входы и выходы сети. Такая работа является несколько трудоемкой, однако в каждом отдельном случае нет необходимости проводить данные манипуляции, поскольку, на сегодняшний день, исследовано достаточно много всевозможных нейронных сетевых архитектур, при этомрезультативностьпрактически всех доказана.

В данной работе в качестве нейросети примем программную модель нейронной сети. На вход нейрона поступает множество сигналов, которые являются выходами других нейронов. На рис. 1 приведена схема, которая реализует эту идею.

На рис. 1 видно, что множество входных сигналов, обозначенных x_1, x_2,..., x_n, поступает на искусственный нейрон. Эти входныесигналы в совокупности обозначено вектором X. Каждый сигнал умножается на соответствующий вес – w_1, w_2,...,w_n, и он поступает в суммированный блок, обозначенный символом Σ. Множество весов в совокупностиобозначается вектором W. Суммированный блок добавляет взвешенные входы алгебрично, создавая выход,который называется NET, что в векторном виде записывается как NET = XW.

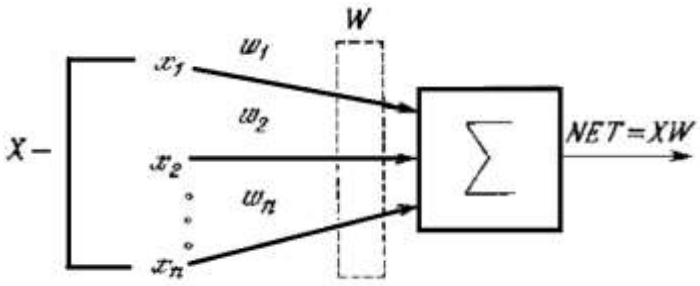


Рис.1 – Искусственный нейрон [4]

Переходя ко второму этапу необходимо отметить, что полученная нейросеть нуждается в обучении, которое возможно с использованием различных алгоритмов обучения. Для обучения полученной нейросети в нашем примере будем использовать Error Back Propagation или метод обратного распространения ошибки. В общем виде процесс обучения нейронной сети заключается в передаче информации с необходимыми требованиями.

Процесс обучения нейронной сети (рис. 2) состоит в следующем, мы имеем некоторую базу данных, которая содержит примеры. Подавая эти данные на входы сети, соответственно, получаем некоторый ответ, который, в свою очередь, будет не обязательно правильным либо актуальным в поставленной задачи. Однако, нам известен и желательный либо абсолютно правильный ответ. Вычисляя разницу между желательным либо абсолютно правильным ответоми реальным ответом

Рис. 2 – Схема процесса обучения нейронной сети

нейронной сети, получаем – вектор ошибки. Который может быть либо значительным либо не значительным для той или иной системы. Алгоритм обратного распространения ошибки – это набор формул, которые позволяют по вектору ошибки вычислить некоторые исправления для весов нейронной сети.

В ходе исследований такой сети, видно, что после неоднократногопредоставления примеров, вес нейронной сети приходит в норму, причем нейронная сеть предлагает правильные ответы на многие примеры из базы данных. При реализации такой системы можно видеть, что в процессе обучения величина ошибки постепенно уменьшается. В том случае, когда величина ошибки доходит нуля или минимального уровня, обучениестопорят, а полученную нейронную сеть считают натренированной и готовой к применению на новых данных.

Однако, важно отметить, что вся информация, которую нейронная сеть имеет о поставленной задаче, сосредотачивается в наборе примеров подобранных для обучения. Исходя из этого каждая система уникальна и имеет собственный уровень подготовки к работе, наивысший предел которой зависит от количества примеров в обучающей выборке. Так же не маловажным параметром выступает то, насколько полно эти примеры описывают данную задачу.

В общем виде, схема включения нейроконтроллера в систему представлена на рис. 3. Условимся, что архитектура нейтронного контроллера известна и в ходе обучения необходимо определить его весовые коэффициенты.

Рис. 3 – Схема включения нейроконтроллера в систему [9]

В таком случае нейронный контроллер дополняет нелинейный объект так, чтобы при представлении любой реально допустимой последовательности r_k образованная системамаксимально соответствовала эталону.

Так как для обучения нейронной сети необходимо знать ее входные и выходные сигналы, то нейронный контроллер можно научить, если одновременно известны:

1) задающий сигнал на входе нейронного контроллера (последовательность r_k);

2) сигнал обратной связи по выходу объекта (последовательность y_k);

3) выходной сигнал нейронного контроллера (последовательность U_k, что подается на объект).

Проблема заключается в том, что до начала обучения все три указанные последовательности одновременно неизвестны.

Обучение нейроконтролера выполняется, параллельно с управлениемобъектом. На такте k нейроконтролер получает на вход значение $r(k+1)$и векторсостояния $y(k)$ [8]:

$$x(k) = [r(+1)y(k)]^T \quad (1)$$

и генерирует сигнал $u(k)$ (рис. 3). Сигнал $u(k)$поступает к объекту управления иепереводит его в положение $r(k+1)$. Также данное значение $r(k+1)$поступает на

эталонную модель,которая генерирует целевое значение для обучения нейроконтролера $rm(k+1)$. В качестве эталонноймодели возможно использование стабильной линейной динамической системы первого порядка с передаточной функцией [8]:

$$T(s)=\frac{1}{as+1} \quad (2)$$

значение параметра $a>0$ изменяется, а также просто дублируется значение $r(k+1)$.

Наосновании исходного значения эталонной модели $rm(k+1)$ и нового положения объекта управления $r(k+1)$формируется текущая ошибка управления$e(k)$ [8]:

$$e(k)=rm(k+1)-y(k+1) \quad (3)$$

График проверки обратного распространения ошибки для нейроконтроллера представлен на рис. 4. Данный график предложен для наглядного представления процесса обучения нейронного контролера, для представления использованы произвольные данные.

Этап построения и обучения нейронного контролера с использованием сети обратного распространения ошибки успешно закончен.

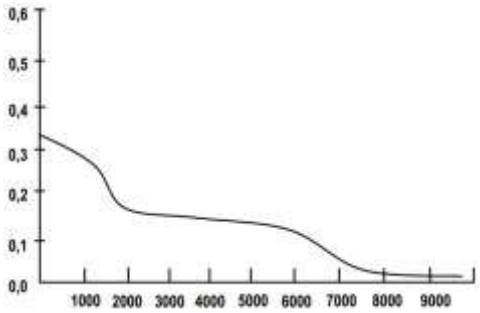


Рис. 4 – График снижения ошибки при обучении нейроконроллера

Выводы. В работе предложено построение нейронного контролера с помощью нейронных сетей обратного распространения ошибки. Приводятся основные стадии для построения нейроконтроллера, а также обособлена техника обучения нейронного контроллера с целью минимизации ошибки вывода результатов поставленной задачи.

Список литературы: 1. *Norgaared M.*Neural Networks for Modelling and Control of Dynamic Systems / *Norgaared M., Ravn O., Poulsen N., Hansen L.*– London: Springer, 2000. **2.** *Клепиков В. Б.*Гибридные нейронные сети в управлении электромеханическими системами / *В. Б.Клепиков, Ф.Палис, Ю. А. Цепковский*// Вестник НТУ «ХПИ». – 2003. – Вып. 10, Т.1. – С. 29-33. **3.***Каллан Р.* Основные концепции нейронных сетей / *Р. Каллан*. – М., 2001. – 233 с. **4.** *Галушка А.* Теория нейронных сетей / *А. Галушка*. – М., 2000. – 435 с. **5.** *Терехов В. А.*Нейросетевые системы управления / *В. А. Терехов, Д. В. Ефимов, И. Ю. Тюкин.* – М.: ИПРЖР, 2002. – 80 с. **6.***Руденко О. Г.*Основы теории искусственных нейронных сетей / *О. Г. Руденко, Е. В. Бодянский*. – Харьков: Телетех, 2002. – 317 с. **7.***Круглов В. В.*Искусственные нейронные сети. Теория и практика / *В.В. Круглов, В.В. Борисов*. – М.: Горячая линия –Телеком, 2001. – 382 с. **8.** *Осовский С.* Нейронные сети для обработки информации / *С. Осовский*. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с. **9.***Медведев В.*Нейронные сети MATLAB6 / *В. Медведев, В. Потемкин*. – С.-Пб.,2001. – 324 с.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 518.9+681.51.011

Использование нейронной сети обратного распространения ошибки для построения нейроконтроллеров / М. Б. Муниб // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.53-59 . – Бібліогр.: 9 назв.

Побудова нейронного контролера відбувається за допомогою нейронних мереж зворотного поширення помилки. Описано процес побудови нейронного контролера з виділенням основних стадій. Відособлена техніка навчання нейронного контролера з метою мінімізації помилки виведення результатів поставленої задачі.

Ключові слова:Нейронний контролер, нейронні мережі, процес навчання мережі, зворотне поширення помилки, програмна модель, мінімізація помилки.

Construction of neural of the Comptroller of the place with the help of neural networks back propagation of error. Describes the process of building a neural controller with separation of the main phases. Distinct technique of training of neural controller with the purpose of minimization of the error output of the results of the task.

Keywords: Neural controller, neural network, the process of learning network, back propagation of error, programming model, and the minimization of the error.

УДК 28.17.19

И. В. НАУМЕЙКО, канд. техн. наук, каф., ХНУРЭ, Харьков;
АЛЬРЕФАИ ВАЛИД АХМЕД, аспирант, ХНУРЭ, Харьков;
АЛЬ-АЗАВИ РАЗИ ДЖАБУР, аспирант, ХНУРЭ, Харьков

АНАЛИЗ ПСЕВДО-ХАОТИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ КЕЙНСИАНСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭКОНОМИКИ

Исследованы основные эффекты и закономерности, характеризующие модель делового цикла Кейнса, описываемую решением системы линейных дифференциальных уравнений. Найдены решения системы, описывающей взаимодействие двух и трех государств; исследована устойчивость системы.

Ключевые слова: кейнсианской модели, проблемы устойчивости, фазовое пространство, аттрактор, хаос

Введение. Использование математических моделей в экономике имеет более чем столетнюю историю. К настоящему времени в экономической теории прочно закрепились различные модели взаимодействия рынков рабочей силы, товаров и денег, модели однопродуктовой и многопродуктовой фирм, модель поведения потребителя, модель конкуренции фирм на рынке товаров и другие, которые, по существу, являются равновесными моделями.

Однако подавляющее большинство экономических процессов протекает, во времени, вследствие чего соответствующие математические модели являются в принципе динамическими.

Равновесный подход является эффективным лишь до поры, пока, в силу некоторых причин, характер стационарного состояния не изменится кардинальным образом. Подобные изменения, называемые бифуркациями, принадлежат уже к области приложений методов нелинейного динамического анализа, развитие которого приводит к все большему распространению такой точки зрения: «Мир — это постоянное развитие, вечная неустойчивость, а периоды стабилизации — лишь краткие остановки на этом пути» [1].

К настоящему времени методология анализа динамических систем оформилась в новое научное направление, называемое синергетикой [3]. Эта междисциплинарная наука нацелена на выявление общих принципов эволюции и самоорганизации сложных систем в различных областях знания на основе построения и исследования нелинейных динамических математических моделей. Важными понятиями синергетики являются «катастрофа», «бифуркация», «предельный цикл», «странный аттрактор» и т. д.

До сих пор все новые «синергетические» понятия объекты появились и исследовались в системах нелинейных, но сравнительно малой размерности ($n \leq 4$).

© И. В. НАУМЕЙКО , АЛЬРЕФАИ ВАЛИД АХМЕД, АЛЬ-АЗАВИ РАЗИ ДЖАБУР, 2013

Исследование многомерных систем приводит к сложностям как теоретическим, так и вычислительным. Ниже рассматривается модель экономической системы 6-го порядка. Она линейна, однако проявляет сложное поведение, похожее на детерминированный хаос, известный в нелинейных системах. Похожие результаты для экономической системы с 2006 года активно обсуждались в Интернете [2]. В данной работе предложены модельные параметры экономик 3-х государств, при которых взаимодействие между экономиками приводит к фазовым портретам, похожим на детерминированный хаос типа резонансного тора. Отметим, что подобное поведение характерно не только для экономических, но и для любых конкурентных систем. Например, для эргатических систем типа «Человек-машина-среда», содержащих подсистему защиты от вредных воздействий и восстановления после аварий.

Математическое описание и модель объекта.

Рассмотрим динамику экономической системы, которая предложена Кейнсом [1]. Упрощенная модель делового цикла, согласно Кейнсу, описывается уравнениями:

$$\begin{cases} \dfrac{dY}{dt} = \alpha\{I(Y,R) - S(Y,R)\} = \alpha F(Y,R), \\ \dfrac{dR}{dt} = \beta\{L(Y,R) - L_s\}. \end{cases} \qquad (1)$$

Здесь все параметры и переменные положительны и означают:

– Y – национальный доход;

– R – процентную ставку;

– $I(Y,R)$ – функцию спроса на инвестиции ($I_Y > 0, I_R < 0$);

– $S(Y,R)$ – функцию сбережений ($S_Y > 0, S_R > 0$);

– $L(Y,R)$ – суммарный спрос на деньги ($L_y > 0, L_R < 0$);

– L_s – предложение денег (фиксированная величина);

– α, β – положительные параметры, параметры адаптации, реакции.

Нижний индекс означает производную по соответствующему параметру.

Эта система отражает тот простой факт, что превышение спроса на инвестиции над сбережениями приводит к возрастанию дохода, и наоборот; и что если спрос на деньги выше, чем их предложение, то ставка процента прибыли растет.

Условия, налагаемые на входящие в систему функции и их производные ($I_Y > 0$, $I_R < 0$, $S_Y > 0$, $S_R > 0$, $L_y > 0$, $L_R < 0$), означают, что инвестиции находятся в прямой зависимости от объема выпуска продукции и в обратной от процентной ставки. Это значит также, что рост национального дохода или процентной ставки будет побуждать население к большим сбережениям, а при условии роста производства продукции или уменьшения процентной ставки спрос на деньги возрастает.

В такой модели предполагается существование положительного равновесия (Y_0, R_0), которое определяется пересечением кривых $L(Y,R) = L_s$ и $F(Y,R) = 0$. Рассмотрение системы достаточно ограничить локальной областью пространства вблизи равновесия. Наличие циклов в этой модели первым предположил Торре [3].

Введение в изолированные системы (1) фактора международной торговли $Ex_i = Ex_i(Y_j, Y_k)$, $(i \neq j,k)$, $\mathrm{Im}_i = \mathrm{Im}_i(Y_i)$ с помощью функций экспорта и импорта приводит к уравнениям (2):

$$\begin{cases} \dfrac{dY_i}{dt} = \alpha_i (I_i(Y_i, R_i) - S_i(Y_i, R_i)) + Ex_i(Y_j, Y_k) - \mathrm{Im}_i(Y_i), \\ \dfrac{dR_i}{dt} = \beta_i \left(L_i(Y_i, R_i) - \dfrac{M_i^*}{p_i} \right), \quad i,\ j,\ k = 1, 2, 3, \quad j,\ k \neq 1, \end{cases} \tag{2}$$

где M_i^* - фиксированное предложение денег в *i*-ой экономике, отражающее баланс платежных равновесий, *i,j,k*=1,..,*n* –индексы стран, *n* – количество стран, p_i есть уровень цен *i*-й страны.

В качестве первого приближения рассматриваем линейную модель: функции *I, S, L* для каждой экономики и их связи *Ex, Im* – линейны по всем своим аргументам. После переобозначений система (2) приобретает вид $\boldsymbol{X}' = \boldsymbol{AX} + \boldsymbol{F}$, где вектор $\boldsymbol{X} = (Y_i, r_i)$, $\boldsymbol{A}$ – матрица ($2n \times 2n$) и $\boldsymbol{F}$-$2n$ вектор постоянны.

Расширенная система (2), в нашем случае состоит из трех связанных ограниченных осцилляторов. Как показано Ньюхаусом, Рюэлем и Такенсом, возмущение движения по трехмерным торам может привести к странному аттрактору [3].

Очевидно, что существование странного аттрактора подразумевает хаотичность траекторий. Нетрудно установить, что система (2) удовлетворяет условиям теоремы Ньюхауса – Рюэля – Такенса [3]. Таким образом, в международной модели было установлена принципиальная возможность существования странных аттракторов.

Анализ и преобразования модели. Все ранее описанное относится к нелинейным системам уравнения, для которых характерны предельные циклы и странный аттрактор. Но так как система (2) линейна с постоянными коэффициентами, то решение для неё ищется в виде $e^{\lambda t} U_t$ [6],[8]. Если отношение периодов иррационально, то движение – хаотическое, при этом легко видеть, что две точки в начальный момент времени, лежащие рядом, с течением времени могут оказаться сколь угодно далеко [4]. Выполняется следующее утверждение.

Если все три автономные экономики принадлежат к осцилляторному типу [6], введение международной торговли может привести к существованию торообразного аттрактора в объединенной экономике. Получим непериодические движения в ограниченной области. Это странный аттрактор, так как не является точкой или циклом. Лоренц показал, что существование хаотических траекторий в соответствующих моделях можно установить численным моделированием.

Расчет стационарных точек и собственных значений выполнена в математическом пакете Mathematica. Основные шаги реализованного алгоритма следующие:

- задать начальное условие, а так же параметры системы;
- получить решения системы двумя методами – численно-аналитическим (т.е. собственные числа матрицы 6-го порядка получены численно, а затем выписана известная формула для решения линейной системы с постоянными коэффициентами) и численным – методом Рунге-Кутты 4-го порядка;

– сравнением решений показать, что дискретизация правомерна, и не является причиной хаотического поведения системы.

Хаотическое поведение, в полном соответствии с теорией, появляется при таком сочетании параметров, когда вещественные части по крайней мере двух собственных чисел равны 0, а мнимые, отвечающие за период колебаний – не сравнимы, т.е. их отношение иррационально, либо близко к нему. Элементы матрицы выбраны так, чтобы эти соотношения выполнялись, но параметры модели находились в пределах экономического смысла [10]-[13].

3. Анализ экономических отношений 2-х стран

3.1 При отсутствии связей (изолированные экономики)

(□Собственные значения **A**):

$$\begin{pmatrix} -0.165754 + 0.269375\,i \\ -0.165754 - 0.269375\,i \\ -0.0879053 + 0.234107\,i \\ -0.0879053 - 0.234107\,i \end{pmatrix}.$$

Стационарная точка:

$$\begin{pmatrix} 3.31059 \\ 0.420872 \\ 3.43257 \\ -0.0486358 \end{pmatrix}.$$

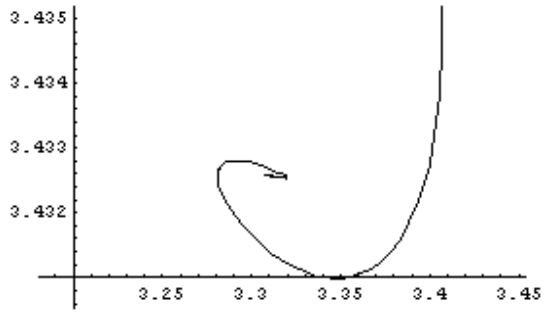


Рис. 1 - Динамика национальных доходов Y_1 и Y_2 двух стран в сечении фазового пространства

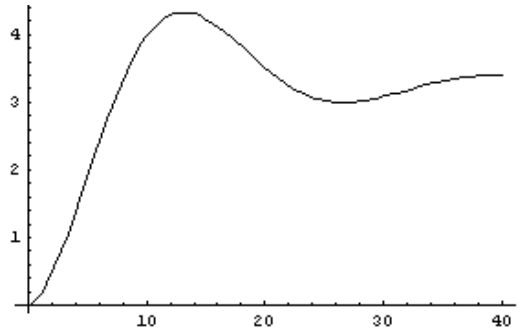


Рис. 2 - Национальный доход второй страны Y_2 во времени при нулевых начальных условиях

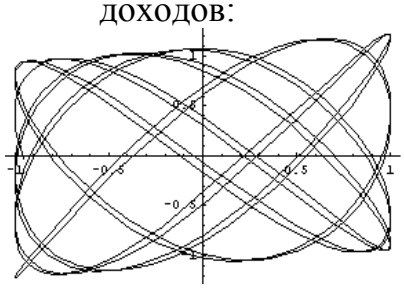
3.2 Случай взаимодействия двух стран.

Одна из стран экспортирует товар в другую. Вторая не производит экспорта.

Собственные значения описанной выше системы ОДУ

$$\lambda: \quad \{-1.\,i,\ 1.\,i,\ -1.41421\,i,\ 1.41421\,i\}.$$

Взаимодействие двух национальных доходов:



Национальный доход двух стран во времени:

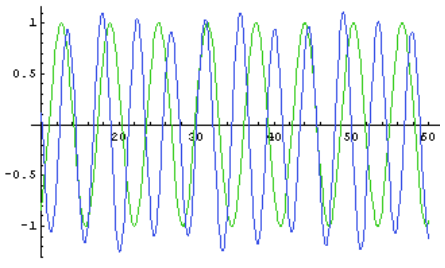


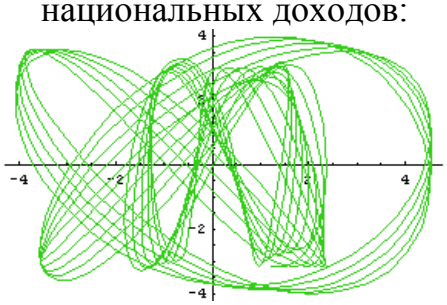
Рис. 3 - Двумерные проекции четырех-мерного фазового портрета

Численное моделирование показало, что здесь мы имеем дело с циклом (двумя устойчивыми циклами в проекциях); при этом односторонняя экономическая связь между данными странами-партнерами существенна, но не приводит к нестабильности. Мы имеем дело с устойчивым фокусом. Внешняя экономическая деятельность двух стран не приводит к дестабилизации экономик, но и развития тоже нет. На рис. 3 показаны двумерные проекции четырех-мерного фазового портрета.

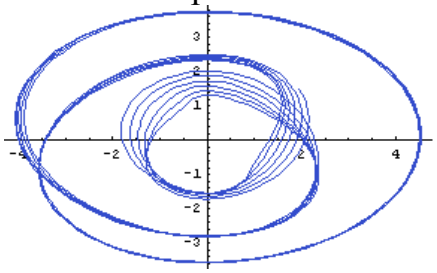
Сравнение хаотической динамики систем из двух и трех стран. Параметры взаимодействий можно подобрать [10]-[13] так, чтобы из шести собственных чисел два сопряженных имели действительную часть не отличимую от нуля (в третьем десятичном знаке), а остальные были малыми отрицательными. Сложное поведение экономик каждой страны видно из приведенных на рис.4 графиков проекций 6-мерных фазовых портретов и временные зависимости. Несмотря на «хаотичность» проекций фазового портрета, это – неустойчивый фокус с сигнатурой (-,-,+,+,-,-). Этот случай можно рассматривать как «слабо возбужденный тор», который на конечном, хотя и большом, отрезке времени дает поведение системы, не отличимое от хаоса.

Взаимодействие трех национальных доходов

Взаимодействие двух национальных доходов:



Национальный доход и процентная ставка одной страны:



Национальный доход одной страны во времени:

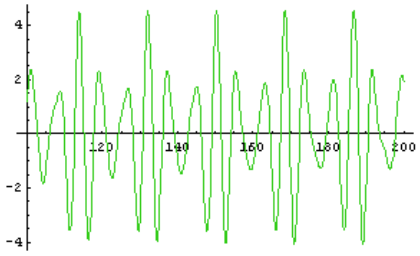


Рис. 4 - Графики проекций 6-мерных фазовых портретов и временные зависимости

Общий вывод: Даже небольшая неустойчивость (показатель Ляпунова отличен от нуля лишь в 3-м знаке) экономики одной страны во всех случаях приводит к хаотической неустойчивости и падению экономик всех трех стран. Характерное для этого случая поведение представлено на рис.5.

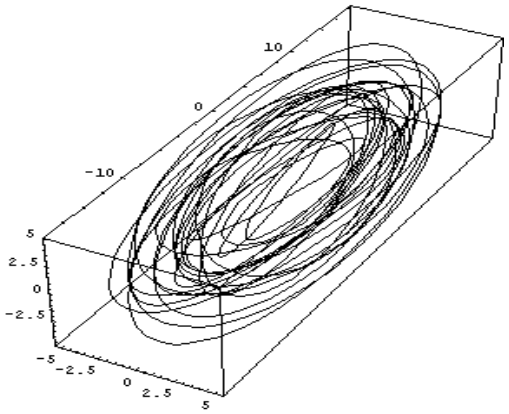


Рис. 5 – Хаотическое взаимодействие трех национальных доходов

Выводы. В работе получены решения системы двумя методами – численно-аналитическим (т.е. собственные числа матрицы 6-го порядка получены численно, а затем выписана известная формула для решения линейной системы с постоянными коэффициентами) и численным – методом Рунге-Кутты 4-го порядка.

Сравнение решений показало, что дискретизация правомерна, и не является причиной хаотического поведения системы. Такое поведение, в полном соответствии

с теорией, появляется для такого сочетания параметров, когда вещественные части, по крайней мере, двух собственных чисел равны 0, а мнимые, отвечающие за период колебаний – не сравнимы, т.е. их отношение не рационально. Элементы матрицы выбраны так, чтобы эти соотношения выполнялись, но параметры модели находились в пределах экономического смысла, например, большинство из них должно лежать в интервале (0, 1).

Полученные рисунки проекций и сечений фазовых портретов средствами пакета Mathematica позволяют представить себе торообразное по 2-м переменным 6-ти мерное пространство. Из фазовых портретов ясно, что притягивающее множество ограничено, и траектории на нем бесконечны, не являясь ни точками, ни циклами, т.е. выполнен основной критерий „странности" аттрактора.

Похожие явления наблюдались и в 4-х мерной модели экономик 2-х государств.

Таким образом искомое сочетание параметров было определено, и гипотеза о возможности хаоса в результате глобализации подтвердилась даже для простейшей модели.

Список литературы: . 1. *Кейнс Дж. Г.* Избранные произведения [Телст]/ Дж.Г. Кейнс //Экономика, 1993.–430с. **2.** http://socintegrum.ru/forum/viewtopic.php?t=34&start=0&postdays=0&postorder=asc&highlight= **3.** *Занг В. Б.* Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории[Телст]/ В.Б Занг //Мир, 1999. – 335с**. 4.** *Малинецкий Г. Г.* Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент. Введение в нелинейную динамику[Телст]/ *Г. Г. Малинецкий* //Эдиториал УРСС, 2002. – 256с. **5.** *Тарасевич Л. С.*, Макроэкономика [Телст]/*В. М. Гальперин, П. И. Гребенников, А. И. Леусский* //-СПб.: Издательство СПбГУЭФ, 1999. – 654 с. **6.** Эрроусмит Д.К. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями[Телст]/ *Д. К. Эрроусмит , К. М. Плейнс*– М.: Мир, 1986. –243с. **7.** *Смит А. Т.* Антология экономической классики[Телст]/ *А. Т. Смит* М.: Эконов-ключ, 1993. – 542с. **8.** *Арнольд В. И.* Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений[Телст]/ *В. И. Арнольд*// М.: Наука, 1987. – 304с. 9. http://www.keldysh.ru/papers/2005/prep22/prep2005_22.html 10. http://www.gks.ru/wps/portal **11.** http://www.armstat.am/ru/ **12.** http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=0,1136217,0_45571467&_dad=portal&_schema=PORTAL **13.** https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/am.html

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 28.17.19

Анализ псевдо-хаотического поведения кейнсианских моделей экономики / Наумейко И. В., Альрефаи Валид Ахмед , Аль-Азави Рази Джабур // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.59-64 . – Бібліогр.: 13 назв.

Досліджено основні ефекти і закономірності, що характеризують модель ділового циклу Кейнса, описувану рішенням системи лінійних диференціальних рівнянь. Знайдено рішення системи, що описує взаємодію двох і трьох держав; досліджено стійкість системи.

Ключові слова: кейнсіанської моделі, проблеми стійкості, фазовий простір, аттрактор, хаос

The basic effects and patterns that characterize the Keynesian model of business cycle have been modeled using the system of linear differential equations. The solutions of the system, which describes the interaction of two or three states are found, and stability of this system was investigated.

Keywords: keynesian model, stability problem, phase space, attractor, chaos.

УДК 004.78

В. И. САЕНКО, канд. техн. наук, доц., ХНУРЭ, Харьков;
Т. А. КОЛЕНЦЕВА, инженер, ХНУРЭ, Харьков

МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО СЕРВИСА

В статье рассматривается задача оценивания оптимальности проектирования информационного сервиса. Обсуждаются вопросы поиска эффективных решений проектирования и перепроектирования информационных систем. Правильность полученного решения подтверждается на примере.

Ключевые слова: компьютерные сети, информационный сервис, проектирование.

Введение. Для любого информационного сервиса важна объективная оценка того, удовлетворяет ли он желаниям пользователя. Его свойства закладываются в процессе проектирования. Поэтому если этому процессу было уделено не достаточно внимания, то первым шагом для улучшения состояния информационного сервиса может быть шаг перепроектирования.

Актуальность проблемы и анализ известных результатов исследований. Методология проектирования информационного сервиса, предложенная в [1] позволяет построить обобщенную классификацию сервисов на основе заранее определенных методов и функций. Такая классификация может быть сформирована с помощью полного перебора. Далее для этой классификации можно создать некоторое идеальное описание системы, и в последующем стремиться, чтобы результат проекта максимально ему соответствовал [2].

Основная цель применения концепции MVC (Model View Controller) [3] при проектировании информационного сервиса состоит в разделении бизнес-логики от её визуализации. За счет такого разделения повышается возможность повторного использования модели проектирования системы. Наиболее полезно применение данной концепции в тех случаях, когда пользователь должен видеть те же самые данные одновременно в различных контекстах или с различных точек зрения. В [4] предлагается система, которая должна использоваться для представления семантической информации с использованием онтологий. В [5] определяются процессы, виды деятельности и задачи, которые используются при разработке сервисов.

Таким образом, на данный момент, не существует метода проектирования информационных систем, при котором учитывались бы все тонкости их создания.

Цель работы состоит в развитии методологических основ адаптации информационных сервисов к требованиям пользователей.

Структура статьи. Постановка задачи описывает информационные сервисы, как объект исследования. Далее предоставляется концепция оценивания оптимальности проектирования информационного сервиса. В следующем пункте следует сам метод оценки оптимальности проектирования. Далее описывается анализ предоставленного метода, после которого дается пример, подтверждающий правильность полученных результатов. В завершении формализованы основные научные и практические результаты.

Постановка задачи: Предлагается рассматривать задачу проверки качества спроектированных ранее информационных сервисов, для повышения оптимальности

© В. И. САЕНКО, Т. А. КОЛЕНЦЕВА, 2013

их состояния в компьютерной сети и, как следствие, востребованности.

Концепция оценивания оптимальности проектирования информационного сервиса. В процессе эксплуатации системы неизбежно изменение отношений пользователя к самой системе. То, что было хорошо вчера, уже неудовлетворительно сегодня – эффект старения системы. Как следствие – меняется первоначальный состав функций $\{f_i\}$ и методов $\{m_i\}$. Следовательно, если $D\{S_e\}$ - функция удовлетворенности пользователя от использования системой S_e, то для моментов t_i, t_j, где $t_j >> t_i$, имеем условие старения

$$D(S_e, t_i) < D(S_e, t_j) \quad (1)$$

$D(\cdot)$ – экспертная оценка $D(\cdot) \in [0,1]$.

Если $D(\cdot)$ – некоторый допустимый уровень качества системы, то, чтобы обеспечить $D(S_e) \approx D^*$ следует изменить S_e, т.е. получить $S_e^{(1)}$. Тогда

$$D(S_e^{(1)}) = D^* \quad (2)$$

Задача 1. Общая постановка задачи сводится к формированию такой структуры S_e, чтобы выполнялось (2).

Для решения задачи 1 необходимо определить метод формирования рекомендуемой структуры $Str(S_e^{(1)})$ для любой существующей системы S_e в текущий момент времени и для текущих условий эксплуатации (задача 1.1).

Далее следует сформировать процедуру оценивания $D(S_e, t_i)$ при использовании системы S_e, т.е. $\hat{D}(S_e)$ (задача 1.2).

Далее следует сформировать оценку расхождений для текущей структуры системы $Str(S_e)$ и желаемой $Str(S_e^{(1)})$, т.е. $\Delta D = f(D(S_e), D(S_e^{(1)}))$ (задача 1.3)

Проанализируем существующий информационный сервис. В [2] было предложено представлять его функциональную структуру в виде:

$$Str_{actual} = \{(m_1, \{f_k, ...f_n\}), (m_2, \{f_k, ...f_n\}), ...(m_p, \{f_k, ...f_n\}), \}, \quad (3)$$

где f – реализованные функции, m – методы, реализующие функции, k, n, p – индексы рассматриваемых функций и методов.

Метод и условие (3) полностью соответствует требованиям решения задачи 1.1.

Далее, для задачи 1.2, реализуется тестовая процедура проектирования информационной системы и всех сервисов. Для более детального описания сервисов воспользуемся методологией, предложенной в [2]. Было предложено разделить все информационные сервисы на функциональные группы. Для каждой из выделенных групп составить вербальные описатели (табл.1)

Таблица 1 – Вербальные описатели информационных сервисов

	UA	UE
WA	Рекламные и справочные системы	Поисковые системы
WB	Поисковая система с функцией стол заказов	
WC	Поисковые системы с функцией покупки	
WD	Поисковые системы с функциями стол заказов и покупки	

WA,WB,WC,WD – группы целей системы, UA,UE – группы целей пользователей.

По аналогии с табл. 1 сформируем таблицы обеспечения необходимых функций для целей групп пользователей и системы. Будем использовать методологию из [2].

Таблица 2 - Функциональность групп системы

	Цели системы			
	Продать товар	Заказать товар	Подобрать товар	Привлечь покупателя
WA	-	-	+,-	+,-
WB	-	+	+,-	+,-
WC	+	-	+,-	+,-
WD	+	+	+,-	+,-

Таблица 3 - Функциональность групп пользователей

	Цели пользователей				
	Купить товар	Заказать товар	Найти искомый товар	Выбрать лучший	Найти однород товары
UA	-	-	-,+	-,+	-,+
UE	-	-	+	+	+

Согласно таблицам классификаций целей системы и пользователей (табл.2, 3), можно определить, какие конкретно цели будет выполнять система и какие цели будут определены для пользователей. Детальное рассмотрение приведено в [2]. Подробно классификаторы видов расписаны в [1].

Исходя из таблицы функциональности групп системы и пользователей, на основании классификаторов, представленных в табл. 4, можно определить требуемый набор методов, которыми сервис будет реализован.

Таблица 4 - Классификатор функций и методов систем

Функции системы (f)	Методы, реализующие функции системы (m)
Предоставление списка товаров, услуг. Регистрация клиентов. Регистрация заказов. Анкетирование.	Отображение дерева продукции Обработка регистрационных форм. Организация e-mail подтверждений Защищенные соединения с банковскими системами Отображение анкет, обработка результатов
Предоставление демо-версий сервисов.	Создание экземпляров сервисов с функциональными или временными ограничениями

Таким образом, формируется функциональная структура "ожидаемой" системы

$$Str_{expected} = \{(m_1, \{f_k, ...f_n\}), (m_2, \{f_k, ...f_n\}), ...(m_p, \{f_k, ...f_n\})\} \quad (4)$$

Для принятия решения о необходимости доработки рассматриваемого сервиса проводится сравнение уже имеющейся структуры Str_{actual} с ожидаемым результатом $Str_{expected}$ в виде разницы:

$$Con = \left(Str_{expected} - Str_{actual}\right) \quad (5)$$

Матрица Con разделяется на две части: Con_1 (табл. 5) будет содержать положительные значения, а Con_2 (табл. 6) - отрицательные.

Таблица 5 – Матрица Con_1

m	Функция f_j						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	1	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 6 – Матрица Con_2

m	Функция f_j						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	-1	0	-1	-1
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0

В каждой матрице возможны три варианта значений: 0 – функции, не требующие изменений, 1 – не реализованные необходимые функции, -1 – уже реализованные функции, которые никак не влияют на работу информационного сервиса.

Метод оценивания оптимальности проектирования информационного сервиса.

1. Рассматривается существующий информационный сервис. Расписывается его функциональная структура (Str_{actual}), согласно (3).
2. Выбирается из таблицы вербальных описателей (табл. 1), необходимый результат информационного сервиса.
3. Определяются соответствующие группы пользователей и системы (табл. 2, 3).
4. Устанавливается, какие конкретно цели будет выполнять сервис и какие цели будут определены для пользователей.
5. Каждой группе целей соответствует набор функций (f) и методов (m). Берутся функции, реализация которых необходима в требуемой информационной системе.
6. На основании классификаторов (табл. 4) и, в первую очередь, исходных данных определяется требуемый набор методов.
7. Формируется функциональная структура "ожидаемой" системы ($Str_{expected}$) по (4).
8. Проводится сравнение Str_{actual} с $Str_{expected}$, согласно (5).
9. Вычисляются Con_1 и Con_2 (табл. 5, 6).

Таким образом, Con_1 показывает недостающие не реализованные функции, Con_2 – уже реализованные функции, не влияющие на работу информационного сервиса. В итоге, формируется предположение по необходимой доработке сервисов.

Анализ метода. Описанный метод обладает следующими характеристиками:

– оперативность расчета, не ресурсоемкость – достигается малым числом анализируемых значений;

– возможность работы с разными типами показателей для формирования комплексной оценки.

Пример

1. Пусть у нас есть информационный сервис. Допустим, нам известно, какими методами реализованы все функции данной системы.

Имеющийся результат предоставлен в следующем виде:

$$Str_{actual} = \{(m_1,\{f_1,f_2,f_3,f_4,f_5,f_6,f_7\}),(m_2,\{f_6,f_7\}),(m_3,\{f_5,f_6,f_7\}),$$

$$(m_4,\{f_1,f_2,f_3,f_4,f_5,f_6,f_7\}),(m_5,\{f_1,f_2,f_3,f_4,f_5\}),(m_6,\{f_6,f_7\}),(m_7,\{f_3,f_4\})\}$$

Таблица. 7 – Реальное соотношение между методами и функциями

m	Функция f_j						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	0	1	1
3	0	0	0	0	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0
7	0	0	1	1	0	0	0

2. Теперь допустим, что у нас нет уже имеющегося информационного сервиса и нам надо его спроектировать самым оптимальным образом, достичь максимальной устойчивости.

3.Выбираем из таблицы вербальных описателей необходимый нам результат (табл.1). Больше всего нам подходит категория <поисковые системы с функцией стол заказов>.

Определяем соответствующие классы. Определяем цели системы и цели пользователей которые охватываются соответствующими классами: *<Класс целей системы>* = WD*,<Класс целей пользователей>* = UA.

Таблица 8 – Классификацияя функций

C	Функция f_j						
	1	2	3	4	5	6	7
WD	1	1	1	1	1	0	0
UA	1	1	1	1	0	1	1

4. Согласно таблицам 2 и 3, определяем, какие конкретно цели будет выполнять система и какие цели будут определены для пользователей.

<Цели системы> = <продать товар>, <заказать товар>, <подобать товар>, <привлечь покупателя>.

<Цели пользователя> = <найти искомый товар>,<выбрать лучший>,<найти все однородные товары>.

5. Каждому классу целей соответствует набор функций и методов. Берем функции, реализация которых необходима в требуемой информационной системе:

f_1 =<просмотр всего ассортимента товара в наличии на складе>,

f_2 =<просмотр ассортимента товара, который можно заказать>,

f_3 =<сравнение цен на различные товары>,

f_4 =<сортировка по цене>,

f_5 =<просмотр заключенных сделок за определенный период времени>,

f_6 =<занесение новых данных о товаре>,

f_7 =<занесение новых данных о сделках>.

6. На основании классификаторов (табл. 4) и, в первую очередь, исходных данных определяем требуемый набор методов.

m_1 =<SQL запросы в базу данных>,

m_2 =<хранение в БД различных форм>,

m_3 =<защищенное соединение>,

m_4 =<проверка наличия соединения>,

m_5 =<отображение дерева продукции>,

m_6 =<обработка введенных данных>,

m_7 =<гибко настраиваемый пользовательский интерфейс>

m_8 =<организация автоматического обновления БД посредством обмена XML файлами>

7. Таким образом, соотношение между функциями и методами в ожидаемом результате будет выглядеть следующим образом (табл. 9).

В формализованном виде результат будет представлен как структура.

$$Str_{expected} = \{(m_1,\{f_1,f_2,f_3,f_5\}),(m_2,\{f_1,f_2,f_3,f_4,f_5,f_6,f_7\}),$$

$$(m_3,\{f_5,f_6,f_7\}),(m_4,\{f_1,f_2,f_3,f_5,f_6,f_7\}),(m_5,\{f_3,f_4,f_6\}),$$

$$(m_6,\{f_6,f_7\}),(m_7,\{f_4,f_6,f_7\}),(m_8,\{f_3,f_4,f_6,f_7\})\}$$

Таблица 9 – Ожидаемое соотношение между методами и функциями

m	Функция f_j						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	0	1	0	0
2	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	0	1	1	1
4	1	1	1	0	1	1	1
5	0	0	1	1	0	1	0
6	0	0	0	0	0	1	1
7	0	0	0	1	0	1	1
8	0	0	1	1	0	1	1

8. Делается заключение о том, насколько имеющаяся уже информационная система разработана грамотно. Каких методов не хватает для оптимальной работы, а какие являются лишними. И сколько таковых несовпадений (Con) в принципе (5).

9. Делим полученную матрицу Con на две части.

Таблица 10 - Матица необходимых дополнительных функций

m	Функция f_j						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	1	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0
6	0	0	0	0	0	0	1
7	0	0	0	0	0	1	1
8	0	0	1	1	0	1	1

Таблица 11 – Матрица реализованных функций

m	Функция f_j						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	-1	0	-1	-1
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	-1	0	0	0
5	-1	-1	0	0	-1	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	-1	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0

Con_1 показывает недостающие не реализованные функции, Con_2 – уже реализованные функции, не влияющие на работу информационного сервиса. В итоге, формируем предположение по необходимой доработке сервисов.

Вывод. Таким образом, предложенный метод оценивания оптимальности проектирования информационного сервиса может использоваться в задачах повышения качества его состояния в компьютерной сети.

Научная новизна состоит в том, что получил дальнейшее развитие метод оценивания оптимальности проектирования информационного сервиса, который основан на формировании оценки расхождений в проектировании сервиса, путем сравнения его имеющейся функциональной структуры с ожидаемой. Результатом является набор данных, в которых содержится информация о недостающих функциях рассматриваемого информационного сервиса. В итоге предложено формировать предположение по необходимой доработке сервисов.

Практическая значимость состоит в повышении управляемости информационного сервиса и снижении расходов на его эксплуатацию за счет оперативного оценивания изменений требований пользователей к сервису, что позволяет своевременно вырабатывать соответствующие управляющие решения, поддерживать сервис в востребованном со стороны пользователя состоянии, что приводит к увеличению прибыли.

Сравнение с лучшими аналогами. Данную работу можно рассматривать как дальнейшее развитие идей, высказанных в [1] и [2]. В продолжение, предложенный метод предлагает процедуру перепроектирования информационного сервиса, исходя из изменившихся со временем потребностей пользователя. Методы проектирования, предложенные в [3], не влияют на производительность информационного сервиса положительно, за счет появления дополнительных межкомпонентных коммуникаций. В [4] было предложено улучшить характеристики сервиса за счет упрощения некоторых свойств или сокращения предоставляемой пользователям информации. Это является недостатком. Рассмотренный в [5] метод имеет недостатки, касающиеся объема системы, т.е. система обычно слишком велика, чтобы все работы по ее созданию выполнять однократно.

Направления дальнейших исследований. Предполагается рассмотреть различные аспекты вопросов, касающихся особенностей использования полученных результатов при решении задач проектирования информационных систем.

Список литературы: **1.** *В.И. Саенко, В.А. Биканов, И.А. Саенко.* Метод классификации web-ориентированных информационных систем // Радиоэлектроника и информатика. 2006. №1. С.78-87. **2.** *В.И. Саенко, Т.А. Коленцева.* Про один из методов синтеза функциональной структуры web-ориентированных информационных систем на основе классов эталонов. // Радиоэлектроника и информатика. 2006. №3. с.82-86. **3.** *ChuanSheng Zhou.* Research and Application of Data-Driven in Web System Design. Advances in Computer Science and Education. Advances in Intelligent and Soft Computing Volume 140, 2012, pp 55-61. **4.** *Eun-ser Lee, Sun-myoung Hwang.* Design and Implementation of Web Security Access Control System for Semantic Web Ontology. Intelligent Control and Automation. Lecture Notes in Control and Information Sciences Volume 344, 2006, pp 1090-1095. **5.** *Jung Byung-Kwon, Kim Dong-Soo, Yoon Seok-Min, Shin Gyu-Sang, Hwang Chong-Sun.* Development and application of a model for analysis and design phases of Web-based system development. Science in China Series F: Information Sciences. August 2003, Volume 46, Issue 4, pp 241-249

Надійшла до редколегії 30.04.2013

УДК 004.78

Метод оценивания оптимальности проектирования информационного сервиса / В. И. Саенко, Т. А. Коленцева // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.65-72 . – Бібліогр.:5 назв.

У статті розглядається задача оцінювання оптимальності проектування інформаційного сервісу, що заснований на формуванні оцінки розбіжностей в проектуванні сервісу, шляхом порівняння його наявної функціональної структури з очікуваною. Результатом є набір даних, в якому міститься інформація про відсутні функції розглянутого інформаційного сервісу. Правильність отриманого рішення підтверджується на прикладі.

Ключові слова: комп'ютерні мережі, інформаційний сервіс, проектування.

We consider the problem of estimation of optimal design of the information service, which is based on the formation of evaluating differences in the design of the service. We compare the actual functional strucrute of information service and the expected result. The result is a set of data, which contains information about the missing functions of actual information service. The correctness of the solution is confirmed by example.

Keywords: computer networks, information service, design.

УДК 004.416.6

В. Д. ШИПУЛІН, канд. техн. наук, проф., ХНУМГ, Харків;
О. В. БІЛОКОНЄВА, студентка, ХНУМГ, Харків

ГІС-ПІДТРИМКА УПРАВЛІННЯ ОРЕНДОЮ НЕРУХОМОГО МАЙНА

Метою дослідження є визначення шляхів обґрунтування методологічних підходів до аналізу процесів розвитку ринку оренди нерухомого майна та практичного застосування цих методів у програмному середовищі ГІС.

Ключові слова: оренда, нерухоме майно, оцінка, бази даних, геоінформаційні системи.

Вступ. В цей час в Україні відбувається активне формування ринку нерухомості, який відображає всі проблеми економіки та характеризується нерівномірним розвитком окремих її сегментів, незавершеною законодавчою базою, невисокою платоспроможністю громадян та низьким інвестиційним потенціалом юридичних осіб. Ці та ряд інших проблем спонукають до більш глибокого дослідження основ ринкової економіки, їх впливу на економічний розвиток – виробництво, розподіл і споживання. Зокрема в роботі більшої уваги надано орендним правовідносинам. Велика частка важливих для даних правовідносин аспектів регулюється саме практикою, через що дуже важливо постійно узагальнювати її і знаходити правильні відповіді для ринку.

Інститут оренди (як комерційної, так і житлової) тільки розвивається в нашому суспільстві і з розвитком ринку нерухомості та його нових сегментів, він буде

© В. Д. ШИПУЛІН, О. В. БІЛОКОНЄВА, 2013

набувати все більш і більш важливе значення для всіх його гравців, для яких оренда є важливим інструментом, що забезпечує прибутковість об’єкта нерухомості на необхідному для обслуговування рівні.

Особливої ваги набуває й встановлення механізмів стимулювання розвитку ринку нерухомості, котрий здатен справити вплив на майбутній розвиток чи занепад економіки. Процеси функціонування ринку нерухомості постійно перебувають у центрі уваги науковців. В більшості випадків вони досліджують окремі аспекти проблеми, пов’язані, в першу чергу, з управлінням комерційною нерухомістю, визначенням її вартості, аналізом інвестиційних особливостей окремих ринкових сегментів.

Вирішення питань обґрунтування механізмів стимулювання розвитку ринку оренди нерухомості на сучасному етапі вимагає комплексного підходу, врахування розвитку як суб'єктів, так й об'єктів ринку, інфраструктури, впливу законодавчо-нормативної бази, податкових та інших механізмів на його формування [1].

Постановка проблеми. Однією з важливих передумов підвищення ефективності оренди, вдосконалення управління нею й обґрунтованого прогнозування надходження орендної плати є аналіз ринку об'єктів оренди.

Український ринок об’єктів оренди – досить різнорідний і масштабний. Оскільки кількість нежилої нерухомості об'єктивно обмежена і значна її частина лишається в комунальній і державній власності, на неї є стабільний попит з боку підприємницьких структур.

Найбільш поширена – оренда прибудованих приміщень у жилих будинках з метою використання їх під заклади торгівлі, громадського харчування, офіси.

Проектною частиною являється саме розрахунок експертної оцінки для управління орендою нерухомого майна за допомогою геоінформаційних систем (ГІС). Розвиток ГІС було пов'язане з бурхливим розвитком інформаційних технологій у цілому й, у першу чергу, з розвитком апаратної бази. Сьогодні популярність ГІС розуміється тим, що до 85% всіх існуючих у світі баз даних (БД) містить географічну інформацію, використовуючи яку можна прив'язати й всі інші дані до карти й одержати якісно нові можливості для аналізу.

Саме в програмному середовищі ГІС може бути здійснений простий візуальний аналіз інформації пов'язаний з нерухомістю і з використання різних інструментів аналізу, доступних в програмному продукті ArcGIS 10.1, обраного саме для реалізації даного проекту. У даній програмі можна відобразити певну інформацію щодо об’єктів нерухомості, засновану на параметрах, що дозволить виконати подальший аналіз, внесення додаткової атрибутивної інформації, виконання запитів щодо об’єкту нерухомості, вирішення оціночних задач та рішення управлінських питань у сфері нерухомого майна.

Представлення просторової інформації та створення бази геоданих об’єктів нерухомості. Моделі даних ГІС описують інформацію, необхідну для ефективної комп'ютерної обробки географічних об'єктів. В ГІС найбільш уживані моделі даних для певних областей застосування: векторні, растрові, тріангуляційні й інші моделі даних (табл. 1).

Ряд моделей даних представлений у сімействі продуктів фірми ESRI підтримує дві основні географічні моделі даних: георeляційну модель і об'єктно-компонентну модель.

Модель геоданих – це інструментальна основа для конструювання користувальницької моделі ГІС (рис.1) з використанням об'єктних компонентів,

орієнтованих на велику кількість користувачів і застосування спеціальних моделей.

Таблиця 1 - Моделі даних для різних областей застосування

МОДЕЛЬ ДАНИХ	**ЗАСТОСУВАННЯ**
САПР (CAD)	Інженерне проектування
Графічна (нетопологічна)	Просте картирування
Растрові зображення	Обробка зображень
Растрова / ГРІД	Просторовий аналіз і моделювання
TIN	Аналіз і моделювання місцевості / поверхні
Геореляційна	Обробка геоданных по геометричних об'єктах
Об’єктна	Обробка геоданных по настроєних об'єктах з "поводженням"
Об'єктно-компонентна ("геобаза даних")	Розширювані засоби обробки геоданных по настроєних об'єктах з "поводженням"

База геоданих являє собою сховище географічних даних, реалізованих на основі різних реляційних баз даних. Всі елементи бази геоданих управляються через стандартні таблиці СУБД із використанням стандартних типів даних SQL.

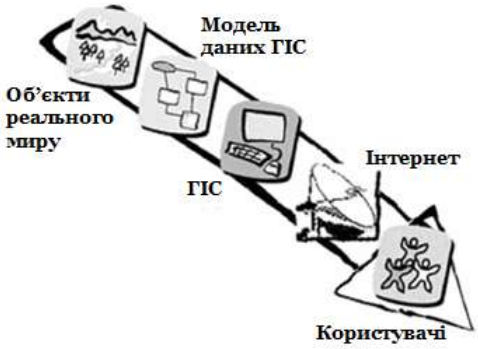


Рис. 1 – ГІС – моделювання

Для створення бази геоданих об’єктів нерухомості, потрібно структурувати інформацію, яка міститься в технічних і нормативних документах на об’єкт.

Наступним етапом після проведення збору та вивчення вихідних даних є аналіз та зведення даних у єдину систему ГІС.Для подальшої роботи з даними, зокрема створення тематичних шарів, було обрано програмний продукт ArcGIS 10.1 by ESRI, оскільки ArcGIS дозволяє розвивати інформаційну систему від простого до складного, інтегрувати географічні дані з традиційними базами даних.

Таким чинному, на підставі аналізу вихідних даних, за допомогою програмного забезпечення ArcGIS 10.1 у форматі *.shp були створені тематичні шари і скомпонована векторна карта міста (рис. 2).

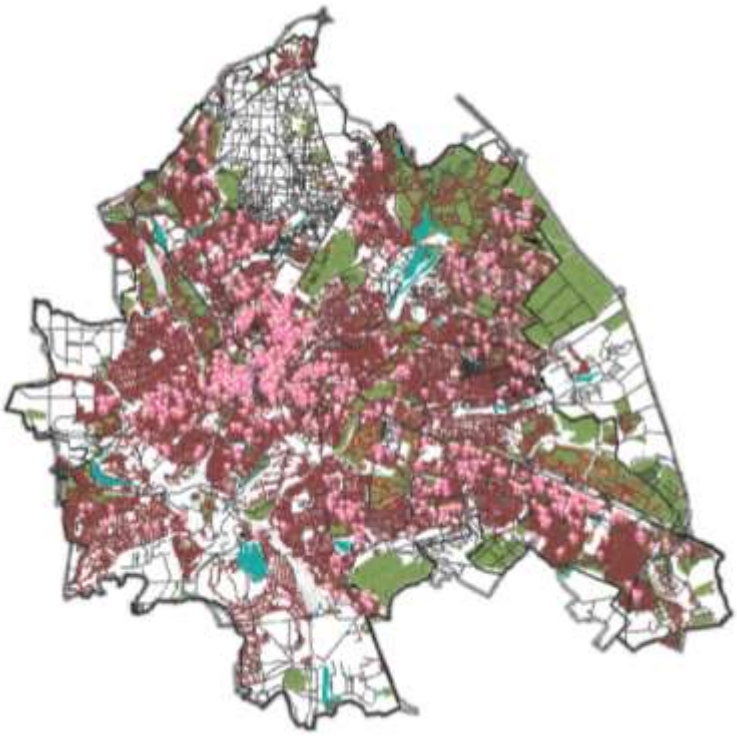


Рис. 2 – Карта міста Харкова з об’єктами нерухомості, які знаходяться в оренді

База геоданих складається з набору даних Data. Набір даних

Data складається з шарів: adm_zone, boundary, build_orenda, buildings, landuse, orient_dist, railway_st_line, railway_st_point, streets, underground, water, zone_km2. Також база геоданих містить таблиці, що пов'язані із шаром buildings, build_orenda і zone_km2.

Компонентна модель ArcObjects. ArcObjects - робоча оболонка для ArcGIS Desktop, ArcGIS Engine, and ArcGIS Server. Колекція об'єктів ArcObjects перебуває в меню, що використовується, щоб виконати завдання в ArcGIS. Ці об'єкти дозволяють розробникам програмного забезпечення одержувати доступ до даних і виконувати завдання з погляду програми (рис. 3).

ArcObjects складається з об'єктів і класів. Об'єкт представляє просторовий об'єкт, такий, як дорога або вулиця. У базі геоданих об'єкт відповідає рядку в таблиці, і атрибути об'єкта утримуються в стовпцях. У класі ArcObjects можуть бути убудовані інтерфейси, властивості і методи [2].

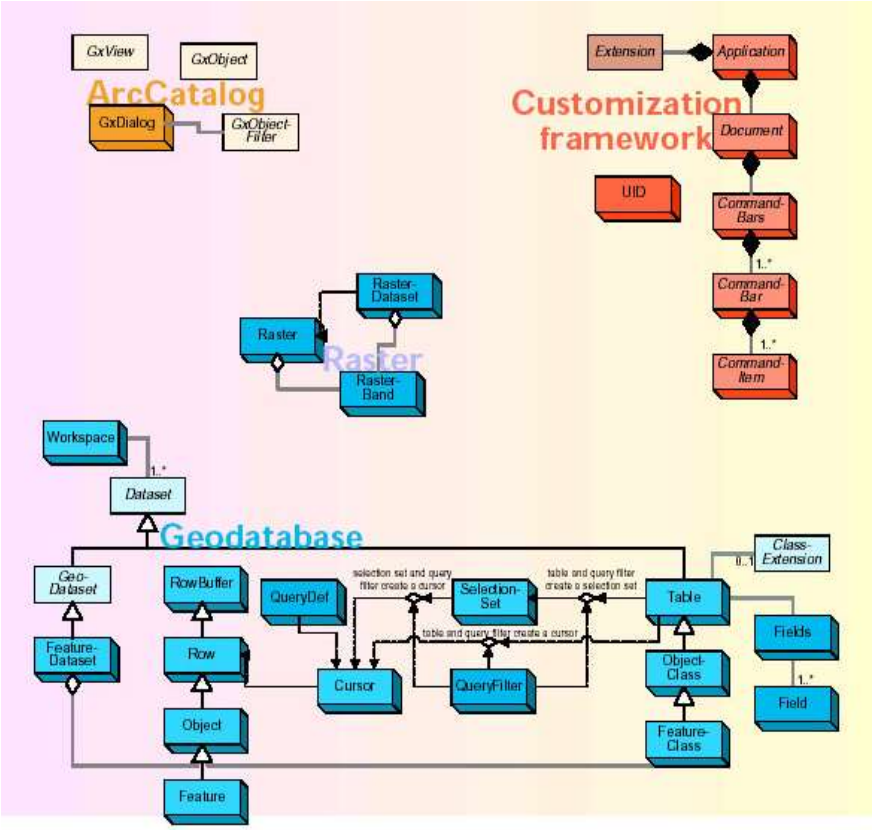


Рис. 3 - Спрощена структура деяких підсистем

Наступні два рядки показують як, створити змінну, котра буде посилатися на існуючий клас в ArcObjects:

Dim pField As IFieldEdit

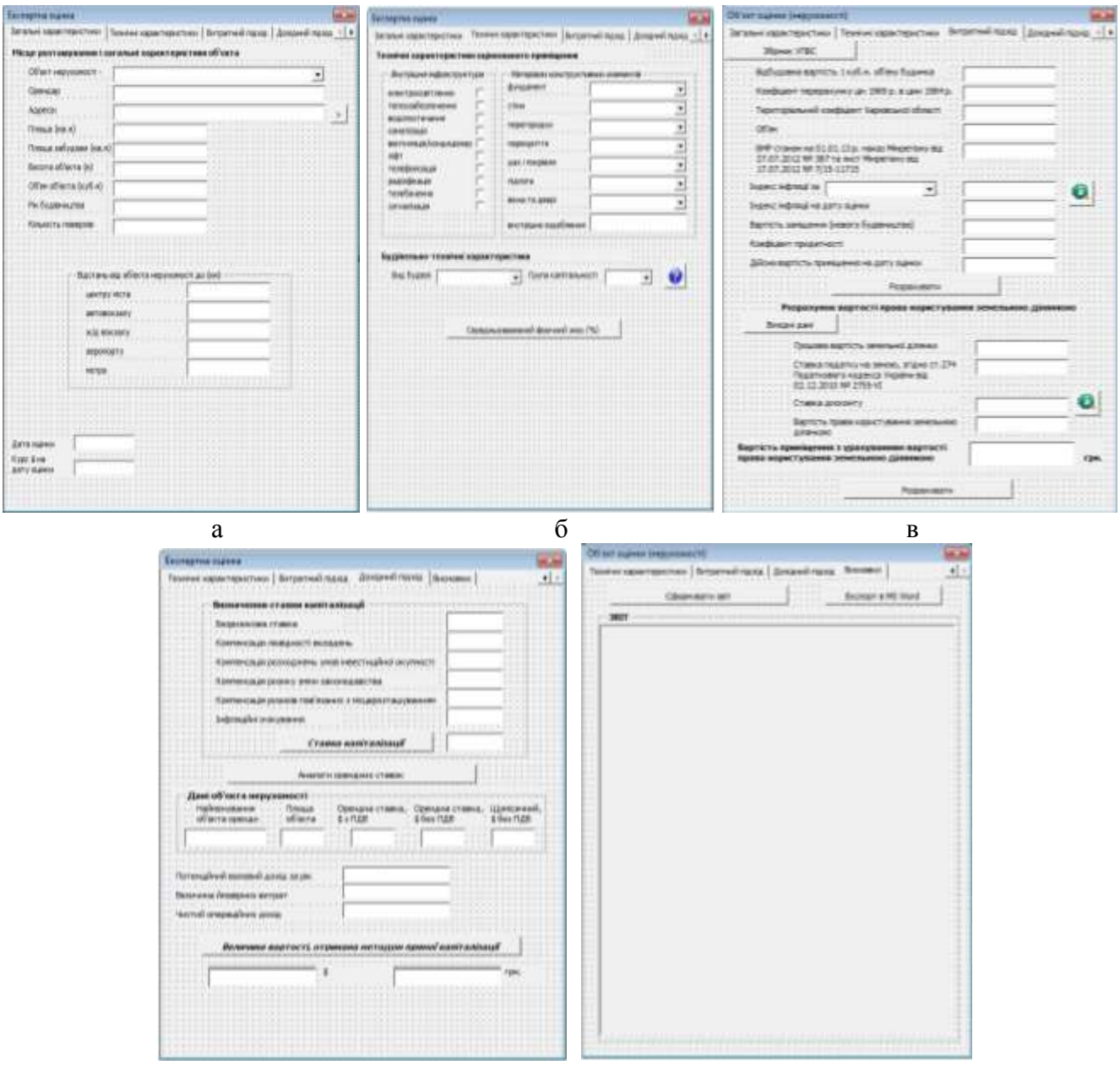
Set pField = New Field

Перший рядок повідомляє pField як змінну інтерфейсу IFieldEdit. Другий рядок створює новий об'єкт, повідомляючи, що pField є нащадком метакласса. VBA нечутливий до регістра, але таке написання змінних полегшує роботу й читаність коду.

Dim pMxDoc As IMxDocument
Dim pMap As IMap
Dim pFeatureLayer As IFeatureLayer
Set pMxDoc = ThisDocument
Set pMap = pMxDoc.FocusMap
Set pFeatureLayer = pMap.Layer(0)

Dim повідомляє pMxDoc, як об'єкт інтерфейсу IMxDocument, pMap об'єкт IMap, і pFeatureLayer об'єкт IFeatureLayer. Перше застосування Set призначає ThisDocument на pMxDoc. ThisDocument - убудоване ім'я об'єкта MxDocument, Таким чином, ми одержуємо доступ до відкритої карти ArcMap, до поточного документа. ThisDocument є документом застосування ArcMap. Друге застосування Set призначає FocusMap, тобто, установлює фокус поточного документа карти на pMap. Третє Set призначає Layer (0) або верхній шар на карті pFeatureLayer [3].

Розробка ГІС-застосунка для розрахунку експертної оцінки нерухомості за допомогою ArcObjects. За допомогою VBA створено форми для вводу даних про об'єкт нерухомості (рис.4). При аналізі методології оцінки нерухомого майна було визначено два підходи: витратний і дохідний. У зв'язку з цим, було проаналізовано, які коефіцієнти будуть потрібні для розрахунків.



а б в г д

Рис. 4 – Форма для розрахунку експертної оцінки: а– вкладка «Загальні характеристики», б– вкладка «Технічні характеристики», в– вкладка «Витратний підхід», г– вкладка «Дохідний підхід», д– вкладка «Висновки»

Приклад програмного коду: для знаходження об'єкту на карті при вводі адреси у форму (рис.4, а) застосовується наступний код:

```
'знаходження вулиці і номеру будинка
Public Sub CommandButton12_Click()
'описання змінних
Dim Adress As String
Dim pDoc As IMxDocument
Dim pMap As IMap
```

```
Dim BuildingsLayer As IFeatureLayer
Dim LayerName As String
Dim BuildingsFields As IFields
Dim BuildingsFC As IFeatureClass
Dim Buildings As IFeature
Dim pCursor As IFeatureCursor
Dim AdressField As String
'посилання на адресу
Adress = CStr(TextBox66)
   Set pDoc = ThisDocument
   Set pMap = pDoc.FocusMap
   Set BuildingsLayer = pMap.Layer(1)
   Set BuildingsFC = BuildingsLayer.FeatureClass
   Set BuildingsFields = BuildingsFC.Fields
'посилання на пошук адреси в таблиці
AdressField = CStr(BuildingsFields.FindField("NAME"))
'описання змінних для виділення результату на карті
Dim pSelection As IFeatureSelection
Dim pQFilter As IQueryFilter
Dim pAV As IActiveView
'виділення полігональних об'єктів
Set pSelection = BuildingsLayer
Set pAV = pDoc.FocusMap
Set pQFilter = New QueryFilter
'оновлення фільтру
pQFilter.WhereClause = "NAME = '" & Adress & "'"
'виділення результату на карті, оновлення фільтру
pSelection.SelectFeatures pQFilter, esriSelectionResultNew, False
pAV.PartialRefresh esriViewGeoSelection, Nothing, Nothing
'приближення до виділеного об'єкту
Dim pCmdItem As ICommandItem
   Set pCmdItem =
Application.Document.CommandBars.Find(arcid.Query_ZoomToSelected)
      pCmdItem.Execute
      pMap.MapScale = 2500
      pDoc.ActiveView.Refresh
End Sub
```

ГІС-застосунок компонує всі введені та розраховані дані в єдиний висновок (рис.4, д) і експортує до MS Word, що являється дуже зручним для оцінювача у формуванні звітних документів з експертної оцінки.

Для швидкого доступу до форми розрахунку експертної оцінки, а також до бази даних об’єктів нерухомості передбачена панель інструментів (рис.5.).

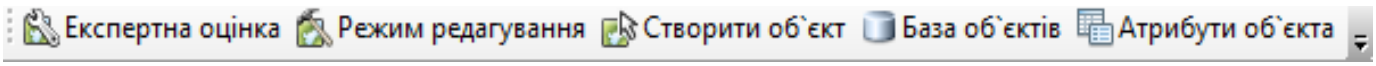


Рис. 5 – Панель інструментів «Робота з об’єктами нерухомості»

Висновок. Застосування ГІС дає додаткові переваги організаціям у наукових і прикладних сферах діяльності. Зростає кількість корпоративних ГІС-рішень та ІТ-

стратегій, складовою частиною яких є ГІС [4]. Із зростаючим попитом на ГІС пропонується розробка ГІС-застосування для автоматизації та візуалізації проведення експертної оцінки для встановлення плати за оренду нерухомого майна.

Робота із ГІС-застосуванням дозволить прискорити процес оцінювання об'єкту нерухомості. Можливості системи, на базі якої створено ГІС-застосування дають користувачеві всі необхідні умови для безпечного зберігання та доповнення баз геоданих про об'єкти нерухомості, які знаходяться в оренді.

Таким чином, впровадження у роботу даного ГІС-застосування на базі ArcGIS 10.1 by ERSI дозволить полегшити процес оцінювання, формування звітів і підвищити якість роботи оцінювача нерухомого майна.

Список літератури: 1. *Завора Т.* Ринок нерухомості та особливості його функціонування на загальнодержавному та регіональному рівнях в Україні // Економіст. – 2006. - №10. - 40-43 с. **2.** EDN Documentation Library [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://edndoc.esri.com **3.** Kang-Tsung Chang. ArcObjects with VBA. - Taylor & Francis Group, 2008. – pp. 18-19 **4.** *Гохман В. В*. ГИС, ГИС, ГИС…//ArcReview. - 2008. - №4. – 2 с.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 004.416.6

ГІС-підтримка управління орендою нерухомого майна/ В. Д. Шипулін, О. В Білоконєва // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.72-78 . – Бібліогр.: 4 назв.

Целью исследования является определение путей обоснования методологических подходов к анализу процессов развития рынка аренды недвижимого имущества и практического применения этих методов в программной среде ГИС.

Ключевые слова: аренда, недвижимое имущество, оценка, базы данных, геоинформационные системы.

Research objective is determination of ways of a substantiation of methodological approaches to the analysis of developments of the market of rent of real estate and practical application of these methods in software environment GIS.

Keywords: rent, real estate, an estimation, databases, geoinformation systems.

УДК 665.25

А. В. ВОВК, канд. техн. наук, доц., ХНУРЭ, Харьков;
А. В. БЕЛЬЧЕВА, ассистент, ХНУРЭ, Харьков;
И. В. ТРИШИНА, студентка, ХНУРЭ, Харьков

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕИЗДАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДОРЕВОЛЮЦИОННЫХ КНИГ

В данной работе исследуется технология переиздания на примере дореволюционных книг с целью ее усовершенствования. Приведена классическая схема переиздания. Предложена новая технологическая схема.

Ключевые слова: Переиздание, технология, репринт, сканирование, цветокоррекция, образ издания.

Введение. Одной из важных проблем современности является малая доступность библиотечных фондов для потенциальных читателей. Особенно это касается старинных книг и рукописей, которые сегодня стали редкостью. Учитывая несовершенство способов хранения информации, многие книги находятся на грани исчезновения. В этом случае решением проблемы доступности является введение источников в научный оборот, для этого осуществляется их копирование и переиздание.

© А. В. ВОВК, А. В. БЕЛЬЧЕВА, И. В. ТРИШИНА, 2013

Переиздание – каждая новая публикация, отличающаяся от предшествующих минимум номером типографского заказа, или же изменениями как содержания основного текста, так и оформления. Переиздание может содержать изменения, дополнения, исправления, переработку, комбинацию из перечисленных видов, полностью повторять предшествующее издание. (Если в последующем издании изменено более 25% текста, то оно считается новым изданием, а не переизданием). В зависимости от этого выделяются следующие виды переизданий: дополненное, исправленное, переработанное, пересмотренное, расширенное, стереотипное.

В качестве примеров переизданий можно привести следующие книги: Б. П. Никитин «Ступеньки творчества, или Развивающие игры» (М., 1989) – дополненное издание (добавлены новые игры); М. М. Марковская «Уголок природы в детском саду» (М., 1989) – доработанное издание (в конспекты занятий внесены изменения); А. А. Зализняк «Грамматический словарь русского языка: Словоизменение» (М., 1995) – второе, стереотипное. Или же, например, сочетание нескольких из перечисленных видов изменений в переизданиях: В. М. Фигурнов «IBM PS для пользователя» (М., 1995) – шестое переработанное и дополненное издание; «Популярная медицинская энциклопедия» (М., 1991) – третье, переработанное и дополненное издание; Седов Л. И. «Механика сплошной среды» (М., Наука, 1994) – издание пятое, исправленное; Л. И. Лопатников «Экономико-математический словарь» (М.: Наука, 1993) – третье издание, исправленное и дополненное. Изменения в подобных изданиях связаны с развитием техники и науки.

Одной из проблем является дореволюционная орфография. Часть книг переиздается с адаптацией старой орфографии на современную, для восприятия информации более широким кругом людей. С точки зрения доступности электронная форма публикаций позволяет повысить надежность хранения, удобство распространения, экономичность и эффективность. Однако печатные издания традиционны, а, следовательно, привычны и удобны в использовании для большого количества людей, поэтому эта форма переиздания не может быть исключена, т.о. современное переиздание должно содержать печатную и электронную форму. Речь пойдет о печатной форме.

Целью работы. Целью работы является исследование технологии переиздания на примере дореволюционной книги XIX века.

Методика экспериментов. Рассмотрим классическую технологию переиздания (рис 1). Представленная технология скорее является не целостной неразрывной цепочкой, а последовательными этапами, на каждом из которых можно остановиться [1]. При этом процесс переиздания будет завешен.

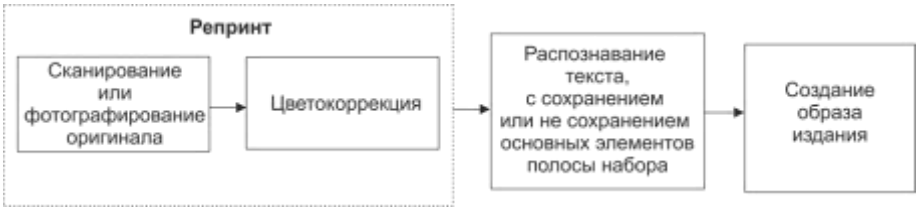


Рис. 1 – Классическая схема переиздания

Рассмотрим каждый этап подробней. Изначально сканируют текст и иллюстрации.

Если задачей является достижение максимального сходства с оригиналом, то создают репринт. Репринт – это репродукция старых книг с сохранением всех деталей первоисточника, таких, как художественное оформление страниц, обложки, переплета [2]. В этом случае после сканирования делают цветокоррекцию, добиваясь эффекта однородности страниц, а также воспроизведения всех мельчайших деталей оригинала. Основным недостатком этого способа переиздания является плохое

качество оттисков. Со временем символы на страницах блекнут, а в некоторых местах стираются. Поэтому не всегда останавливаются на репринте, а вместо цветокоррекции распознают текст [3].

После распознавания текста для идентичности с оригиналом сохраняют основные элементы полосы набора. Если стоит задача только донести до читателя содержимое книги, то дизайн издания может быть произвольным. Любая книга имеет свой зрительный образ. Он отражает представления того времени когда была издана книга, поэтому является вполне понятным и естественным [4]. Если же зрительный образ нарушается, то, будет нарушен и баланс между внутренним содержанием издания и его внешним образом [5].

На таких этапах как цветокоррекция и создание образа издания выявлены недостатки. Выполняя цветокоррекцию, а следовательно, останавливаясь на репринте, в большинстве случаев получается плохое качество оттисков. И на последнем этапе, создавая образ издания, теряем целостность его восприятия, нарушая баланс между внутренним содержанием и внешним образом.

Обсуждение результатов. Для решения возникающих на данных этапах недостатков, был заменен последний этап. А именно, вместо создания нового дизайна оформления, воссоздан стиль старинного издания, которое максимально приближается к оригиналу по стилистике того времени в котором он был издан.

В качестве примера использования новой схемы рассмотрен процесс переиздания книги XIX века – «Культурные переживания» О. Ф. Сумцова. Новая технологическая схема представлена на рис. 2.

Рис. 2 – Новая технологическая схема переиздания

Изначально в Журнале «Киевская Старина» с 1889 года по 1890 год выпускались статьи Сумцова. В 1890 году статьи были собраны, и вышла книга «Культурные переживания». Рассмотрим каждый этап переиздания.

На первой стадии были отсканированы страницы оригинала. Для сканирования текстовых материалов был выбран сканер Epson Perfection V600 Photo. Тип – планшетный максимальный формат бумаги – A4. Разрешение 6400x9600 dpi.

Так как репринт не является завершающим этапом в представленной технологической цепочке, вместо цветокоррекции выполнено распознание текста.

Для распознавания текста использовалась программа ABBYY FineReader – это программа для быстрого и качественного распознавания бумажных документов и изображений. Возможно распознавание текстов, написанных на 37 языках [6]. Достоинства программы: интеграция с операционной системой и программами из пакета MS Office. Программа работает со всеми популярными моделями сканеров и многофункциональных устройств. Недостатки программы: необходимость в правке и корректуре распознанного документа.

Воссоздан стиль старинного издания, для достижения максимального подобия оригиналу по стилистике XIX века. На данном этапе была адаптирована дореформенная орфография к современной орфографии. Это сделано для лучшего восприятия текста читателем.

В качестве текстового редактора был выбран редактор Microsoft Word 2007. Выбор этого редактора также связан с возможностью импорта подготовленных файлов в программу верстки.

Верстка оригинал-макета выполнена в программе Adobe InDesign. Adobe InDesign –программное обеспечение для настольных систем представляет собой универсальное приложение для публикации контента, которое обеспечивает точный контроль над дизайном и типографикой. Это современная профессиональная программа верстки с многообразными характеристиками типографики и развитой системой допечатной подготовки [7].

Сохранен формат переиздания – 70x100/16, как и у оригинала. Было учтено, что в 1890 году данный формат имел другие размеры. Выходные сведения издания представлены в табл. 1.

Таблица 1 –Выходные сведения издания

Вид и назначение издания		Полиграфическое оформление	
Целевое назначение	Научно-популярное	Красочность	Одноцветная (1+1)
Материальная конструкция	Книжное издание	Характер иллюстраций	ч/б
Знаковая природа информации	Текстово-иллюстративная	Формат полосы набора, кв.	7 3/4 x 11 1/4
Периодичность	непериодическое	Размеры полей, мм	16,18,19,24
Формат издания		Гарнитура	Old Standard, Bodoni72C
Формат бумажного листа, см	70x100\16	Начертание	Прямое светлое, курсивное
Формат блока до обрезки, мм	175x250	Кегль, интерлиньяж шрифта, пт	10,8/12; 10,5/11,5
Формат блока после обрезки, мм	170x240	Спуск	1/5

В книгу добавлены специально нарисованные художником буквицы (рис. 3). Шрифты XIX века – это и викторианский стиль, и конструктивизм и модернизм и неоклассицизм, и смесь всех этих стилей, бытовавшая в данную эпоху [8].

Рис. 3 – Буквицы

Были использованы такие гарнитуры шрифтов: Old Standard, Bodoni72C. Шрифт Old Standard применяли в первой половине XX века в сначала Царской, а потом внезапно Советской России [9]. Old Standard – шрифт, который относится к разновидности классицистической новой антиквы. Прекрасно подходит для верстки научных изданий, поскольку его специфика ассоциируется в глазах людей со старыми книгами, по которых они учились[9]. Данный шрифт был использован для набора основного текста. Bodoni72C – шрифт так же относящийся к классицистической новой антикве. Шрифт имеет сильный контраст, пропорционален[10]. Используется для заголовков.

Разработаны стили с помощью палитры Paragraph Styles в Adobe InDesign для основного текста, заголовков, дополнительно текста, нумерации глав, а так же для сносок. Стили представлены в табл.2.

Таблица 2 – Стили

Основные параметры стиля абзацев	Название стиля абзацев				
	Основной текст	Заголовок	Дополнительный текст	Нумерация глав	Сноска
Основные атрибуты символов	Font: Old Standard; Size: 10,8; Leading: 12.	Font: Bodoni72S; Size: 16; Leading: 19,2	Font: Old Standard; Size: 10,5; Leading: 11,5; Font Style: Italic; Left Indent: 15 mm; Space Before: 4 mm; Space After: 4 mm.	Font: Old Standard; Size: 14; Leading: 11; Font Stile: Bold.	Font: Old Standard; Size: 9; Leading: 10,8.
Отступы и отбивки	First Line Indent: 6 mm;	Alignment: Centre; Space After: 4 mm.	Alignment: Left Justify	Alignment: Centre; Space After: 2 mm.	First Line Indent: 6 mm
Параметры удерживания	Keep Lines Together: At Start/End of Paragraph (Start: 2, End: 2)		Keep Lines Together: At Start/End of Paragraph (Start: 2, End: 2)		

В ходе работы был разработан оригинал-макет издания, который представлен на рис. 4.

Изменено положение колонтитулов. Колонтитулы в оригинале выровнены по центру. Шрифт заголовков изменен с рубленого шрифта на классицистическую антикву. Дополнительный текст с начертания прямой, светлый изменен на курсив. Основной текст набран антиквой, как и в оригинале. Добавлены буквицы. Немного увеличены поля для лучшей концентрации внимания читателя.

Рис. 4 – Оригинал-макет разворотов

Выводы. В работе рассмотрена новая технология переиздания дореволюционных книг. Её преимущества – возможность сохранить зрительный образ издания и баланс между внутренним содержанием предмета и его внешним образом, что позволяет читателю получать эстетическое ощущение чтения старинной книги. Представлены примеры разработанной буквицы, которая позволяет сохранять стиль оригинала, и наборы стилей.

Список литературы: **1**. Репринт [Электронный ресурс] / «Салон-мастерская подарочной книги». – Режим доступа: www/URL: http://oldsalon.ru/uslugi/reprint.php – 23.01.2013 - Загл. с экрана. **2.** *О Квин, Донни.* Допечатная подготовка. Руководство дизайнера [Текст] : пер. с англ. – М. : Издательский дом "Вильямс", 2002. - 592 с. **3.** Abbyy Fine Reader [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.softhome.ru/ **4.** *Ян Чихольд. Облик книги* [Текст]: пер. с нем. – *В. В.Лазурского, В. П. Милютина, П. Ф. Чекрыжова* М.: Книга, 1980 - 240 с. **5**. Programs/text-recognition/abbyy-fine-reader/ - 2012г. - Загл. с экрана. **6**. Разработка факсимильных шрифтов и орнаментов [Электронный ресурс] – Режим доступа:www/URL: http://it-claim.ru/Library/Books/ITS/wwwbook/ist6/med_mat/med_mat.htm -23.01.2013 - Загл. с экрана. **7.** InDesign CS4 технические характеристики [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.adobe.com/ru/products/indesign/tech-specs.html - 2012г. - Загл. с экрана. **8**. *Кнут Э. Д.* Компьютерная типографика [Текст]: пер. с англ. – *О. А. Маховая, Р. М. Кузнец, Н. В. Третьяков, Тюменцев Ю. В.* М: Мир, 2003 – 668 с. **9.** *Джеймс Филичи*, Типографика: Шрифт, верстка, дизайн [Текст]: пер. с англ. – *С. И. Пономаренко* –СПб. : БХВ-Петербург, 2004 – 496 с. **10**. *Королькова А.* Живая типографика. М. IndexMarket, 2008. – 224с.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 665.25

Исследование технологии переиздания на примере дореволюционных книг/ И. В. Тришина, А. В. Бельчева, А. В. Вовк// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.78-83 . – Бібліогр.: 10 назв.

У даній роботі досліджується технологія перевидання на прикладі дореволюційних книг з метою її удосконалення. Наведена класична схема перевидання. Запропоновано нову технологічну схему.

Ключові слова: Перевидання, технологія, репринт, сканування, корекція кольору, образ видання.

In this paper is given the study of the reissue technology shown on examples of pre-revolutionary books with a view to its improvement. Classical scheme of reissue is shown. A new flow sheet is proposed.

Keywords: Reissue technology, reprint, scanning, color correction, image of publishing.

УДК 628.027.3

О. Л. СОКОЛЬСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., НТУУ «КПІ» Київ;
М. А. РОМАНЧЕНКО, студент, НТУУ «КПІ» Київ;
К. Г. КОВАЛЕНКО, аспірант, НТУУ «КПІ» Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТУ РОЗБУХАННЯ ПРИ ЕКСТРУЗІЙНОМУ ФОРМУВАННІ ПОЛІМЕРНИХ ПРОФІЛІВ

Проведені дослідження ефекту розбухання при екструзійному формуванні полімерних профілів, визначено залежності розподілу швидкостей зсуву та лінійних швидкостей по довжині профілю, проаналізовано залежність коефіцієнта розбухання від коефіцієнта тертя.

Ключові слова: полімери, екструзія, ефект розбухання, в'язко-пружність.

Вступ. У виробництві полімерних виробів методом екструзії поперечний переріз екструдованого струменя полімеру виявляється збільшеним в порівнянні з перерізом профілюючого каналу [1], що впливає на остаточні розміри і форму виробу. У технологічній практиці ефект розбухання оцінюють відношенням діаметра екструдату до діаметру формуючого каналу. При екструзії складних профілів неоднорідність розбухання різних елементів їх перетину обумовлена тим, що в різних ділянках формуючих каналів діють різні напруження, які є причиною виникнення в'язкопружної деформації різної величини. Це може призводити до спотворення профілю аж до повної неможливості отримання виробів заданої конфігурації при використанні формуючого інструменту з певною конфігурацією формуючих каналів.

Огляд стану досліджень явища екструзійного розбухання. Явище екструзійного розбухання полягає в розширенні струменя розплаву полімеру при виході з формуючого інструменту. Розширення струменя може бути обумовлене двома факторами. Перший полягає в прояві пружних властивостей рідини. Другий – це перебудова профілю швидкостей при переході рідини з режиму течії Пуазейля до течії з вільною поверхнею. Таннер [2] показав, що розширення струменя відбувається при взаємодії обох механізмів.

Експериментальні дослідження розширення потоку при екструзії поліцукриду з великою молекулярною масою і ксантану, який виявляє властивості степеневої рідини, проводили Аллайн зі співробітниками [3]. Вони визначили відстань від виходу з формуючого інструменту екструдера до ділянки, на якій відбувається стабілізація екструдованого профілю.

Для моделювання течії неньютонівських рідин, що проявляють пружні властивості, Берадо і Фортин [4] використовували багатопараметричну модель Фан-Тьєн-Таннера. Результати досліджень профілів вільної поверхні для довгих і коротких насадок екструдера показали, що для коротких формуючих каналів спостерігалося розбіжності з експериментальними даними, а для довгих формуючих каналів результати моделювання показали досить добру збіжність з експериментами.

У ряді робіт проводилися дослідження неньютонівських рідин з використанням умов проковзування в області виходу екструдату з формуючого отвору [5, 6].

Фан-Тьєн [7] досліджував залежність коефіцієнта проковзування для різних рідин, ґрунтуючись на даних експериментів Рамамурті [8]. Він показав, що

© О. Л. СОКОЛЬСЬКИЙ, М. А. РОМАНЧЕНКО, К. Г. КОВАЛЕНКО, 2013

проковзування виникає, коли напруження на стінках досягають певної критичної величини, а наявність проковзування призводить до зменшення ефекту розбухання потоку.

Панов [9] досліджував неоднорідність розбухання екструдату при виході з формуючого інструменту, яке призводить до спотворення форми виробу, що особливо важливо враховувати при виробництві виробів складного профілю. Він зробив висновок про те, що коефіцієнти розбухання екструдатів, отриманих при витіканні розплавів з каналів складного поперечного перерізу, більші, ніж екструдатів, отриманих в циліндричних каналах. Крім того, коефіцієнти розбухання екструдатів більші в тих випадках, коли у поперечного перерізу каналу, в якому вони були отримані, малися виступаючі кути. При напірній течії розплаву полімеру виникають концентрації напруження і при виході струменя розплаву вони збільшують поперечне розбухання екструдату, так що нерівномірність напружень по перерізу в цілому для некруглого екструдату більша, ніж для струменя циліндричної форми.

Постановка завдання. При проектуванні формуючих головок для виробництва профільно-погонажних виробів необхідно враховувати закономірності прояву пружного відновлення розплавів полімерів і ступінь їх проковзування по стінках формуючого інструменту.

Метою дослідження є врахування впливу в'язкопружних властивостей розплавів полімерів на зміну структури їх потоку після виходу з формуючого каналу, що, в свою чергу, призводить до необхідності зміни як технологічних параметрів процесу екструзії, так і конструктивних розмірів формуючого інструменту.

Результати досліджень. З метою дослідження ефекту розбухання в'язкопружних рідин, розглянемо наступні умови витікання ступеневої рідини з формуючого отвору круглого перетину за умов розширення потоку. Розрахункова область течії вязкопружної рідини в зоні виходу з формуючого отвору обмежена відношенням z його довжини до діаметру від -3 до 3. Від'ємні значення z означають область формуючого отвору перед виходом з нього. У позиції „0" знаходиться вихід з формуючого отвору насадки екструдера.

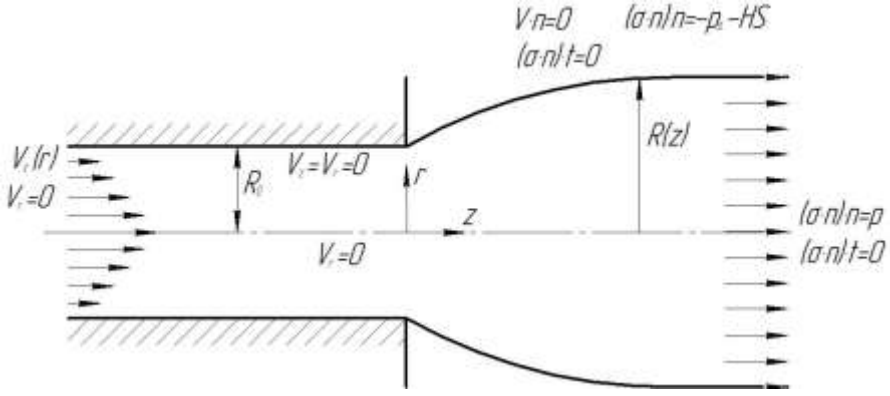


Рис. 1 – Схема течії з граничними умовами: r – радіальна координата, z – аксіальна координата; V_z, V_r – аксіальні та радіальні швидкості відповідно; n – нормаль до поверхні; σ – напруження; t – час; p – тиск; p_a – Лапласівський тиск; $H\bar{S}$ – нормальні напруження

Схема течії з граничними умовами представлена на рис. 1.

Для дослідження умов розширення потоку в'язкопружної рідини на виході з формуючого отвору проаналізуємо напруження, що виникають в екструдаті в області виходу за наступних граничних умовах: при $z < 0$ виконується умова повного прилипання, а при $z > 0$ напруження зсуву дорівнюють нулю; на вході в розрахункову область аксіальна складова швидкості є функцією радіуса: $V_z(r)$, а радіальна складова швидкості $V_r = 0$; на стінках виконується умова прилипання

($V_z = 0, V_r = 0$); умова симетрії відносно осі ($V_r = 0$); рівність нулю дотичних напружень на виході з формуючого отвору ($(\sigma \cdot n) \cdot t = 0$, $(\sigma \cdot n) \cdot n = -p$); вільна границя характеризується відсутністю тангенціальних напружень, нормальні напруження збалансовані Лапласівським тиском, границя непроникна ($(\sigma \cdot n) \cdot t = 0$, $V \cdot n = 0$, $(\sigma \cdot n) \cdot n = -p_a - H\bar{S}$).

В даній роботі моделювання течії вязкопружної рідини при виході з формуючого інструменту екструдера здійснено з використанням програмного комплексу ANSYS Academic Teaching POLYFLOW. В якості реологічної моделі вибрана модель Фан-Тьєн-Таннера. Вона є однією із найбільш реалістичних диференціальних в'язкопружних моделей [10].

Розрахунки виконувалися для квадратного пустотілого полімерного профілю шириною 30·30 мм, з товщиною стінки 1,7 мм. Розрахункова область обрана довжиною 100 мм, де довжина формуючого каналу екструзійної головки 40 мм, а 60 мм – довжина вільного кінця, тобто екструдованого профілю після виходу із головки.

По координаті z було використано згущення сітки в області виходу з формуючого інструменту екструдера, тобто поблизу координати $z = 0$. Це пов'язано з тим, що, як показано в роботі [11], найбільші стрибки тиску і напружень відбуваються поблизу вільної поверхні після виходу з формуючого отвору. Таке згущення розрахункової сітки дозволяє точніше дослідити геометрію вільної поверхні екструдату на виході з формуючого отвору і зміну розподілу тиску і напружень в екструдованому профілі.

Розглянемо графіки розподілу швидкостей зсуву та лінійних швидкостей руху екструдату по довжині досліджуваної області. Вони представлені на рис. 2 та 3.

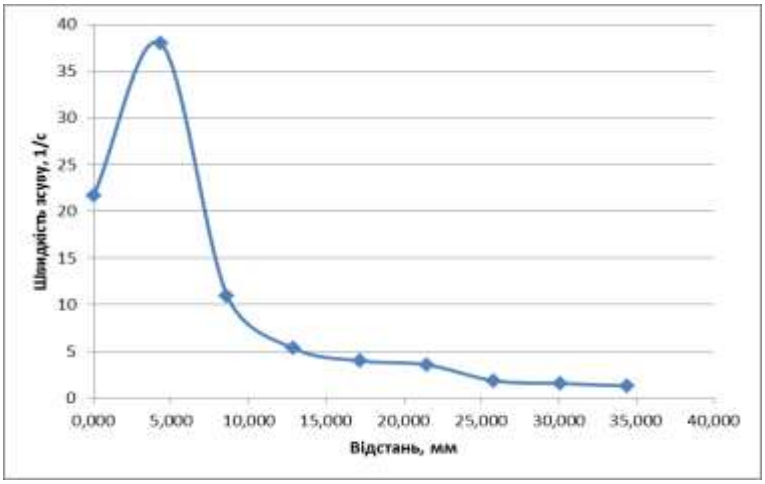


Рис. 2 – Розподіл швидкостей зсуву по довжині

На рис. 2 представлений розподіл швидкості зсуву по довжині моделі, максимальне значення досягається через деяку відстань після виходу з екструзійної головки, тобто з певним запізненням, що пов’язано з явищем релаксації. Коефіцієнт тертя в даному випадку прийнято k=10000.

На наведеному графіку спостерігається поступове зменшення швидкостей внаслідок їх перебудови в поперечному напрямі, досягаючи постійного значення на деякій відстані від головки. Сумарний об’єм речовини при цьому зберігається.

Таким чином, врахування пружних властивостей полімеру показує зростання стрибків тиску і напружень в області виходу з формуючого інструменту екструдера, а також дозволяє визначити межі області перебудови екструдованого профілю і здійснювати обґрунтований вибір параметрів формуючого інструменту.

Досліджено залежності швидкості екструзії від коефіцієнту тертя полімеру по стінці формуючого каналу. Для визначення умов тертя полімеру в каналі використано узагальнений закон Нав'є в такому вигляді:

$$f_s = -k \cdot v_s ,$$

де v_s – тангенціальна складова швидкості течії; k – коефіцієнт тертя.

При врахуванні умови проковзування екструдату з $k = 10^5$ на стінці формуючого каналу спостерігається розширення потоку на 3%, за умов прилипання екструдату розбухання потоку збільшується до 11%.

Результати проведених чисельних експериментів показані на рис. 4.

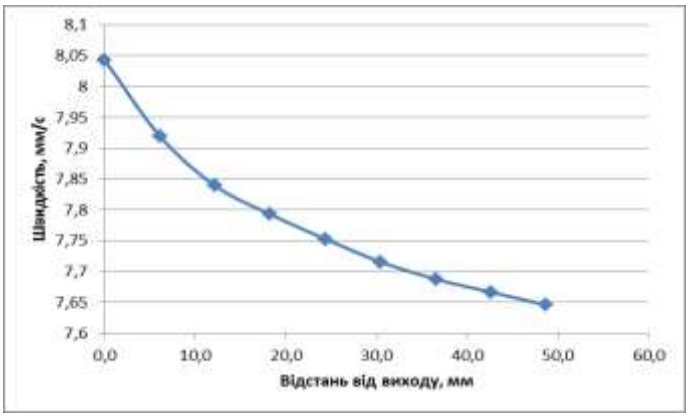


Рис. 3 – Розподіл лінійних швидкостей по довжині

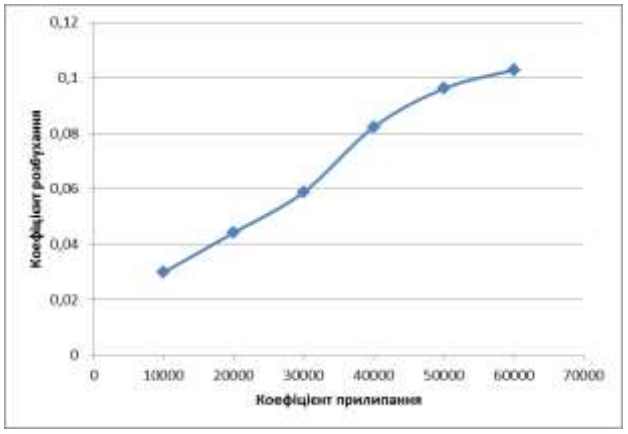


Рис. 4 – Залежність коефіцієнту розбухання від коефіцієнту тертя

З графіку на рис. 4 видно, що при збільшенні коефіцієнта тертя коефіцієнт розбухання полімерного профілю збільшується практично лінійно з лінійною залежністю.

Уздовж осі симетрії екструдованого профілю перепад тиску в ньому на виході з формуючого отвору монотонно зменшується до нуля, тоді як на поверхні екструдованого профілю на виході тиск різко змінюється і приймає негативні значення на ділянці з $z = 0…1$. Причому зі збільшенням пружних властивостей рідини, перепад тиску на поверхні екструдов аного профілю на цій ділянці збільшується. Падіння тиску поблизу поверхні відбувається до –5 МПа для в'язкопружної рідини.

Висновки. Показано, що врахування в'язкопружних властивостей полімерів при моделюванні їх течії на виході з формуючого інструмента екструдера дозволяє розрахувати зміну перерізу екструдованого погонажного виробу.

Отримані поля швидкостей, тиску і напружень для течії в'язкопружної рідини на виході з формуючого інструмента екструдера при різних значеннях коефіцієнту тертя екструдованих рідин.

Одержано залежність розбухання екструдованого профілю від умов прилипання матеріалу на стінках формуючого каналу екструдера. Зі збільшенням коефіцієнту тертя, ступінь розбухання збільшується.

Результати проведених чисельних досліджень процесу зміни конфігурації струменя на виході з формуючого інструменту екструдера є основою для уточненого моделювання процесів екструзії розплавів полімерів при проектуванні нових екструзійних головок. Результати також можуть бути застосовані для обґрунтування доцільних режимів процесу екструзії з метою поліпшення якісних характеристик погонажних виробів.

Список литературы: 1. *Сівецький, В.І.* Пристінні ефекти в процесах переробки полімерних матеріалів [Текст] / *В.І. Сівецький, О.С. Сахаров, О.Л.Сокольський, Д.Д. Рябінін* // К.: НТУУ „КПІ”, ПП Видавничий центр „Прінт-центр”, 2009. — 140 с. **2.** *Tanner, R.I.* A new inelastic theory of

exstrudate swell. [Текст] / *R.I.Tanner,* // J. Non-Newtonian Fluid Mech. 1980- v.6-p.289. **3.** *Allain, C.,* Die swell in semi-rigid polymer solutions. [Текст] / *C. Allain, M. Cloitre, P. Perrot //* Eur. J. Mech, B/Fluids 1993- v.12- №2- p. 175-186. **4.** *Beraud, C. A* finite element method for computing the flow of multi-mode viscoelastic fluids: comparison with experiments. [Текст] / *C. Beraud, A. Fortin, T. J. Coupez //* Non-newtonian Fluid Mech. 1998- v.75- p. 1-23. **5.** *Silliman, W.J.* Separating flow near a static contact line: slip at the wall and shape of the free surface. [Текст]/ *W.J. Silliman, L.E. Scriven //*J. Comput. Phys. 1980- v.34- p.287-313. **6.** *Liu, T.* Finite difference solution of a newtonian jet swell problem. №74 [Текст] / *T. Liu, Cheng T.* // Int. J. For Num. Meth. In Fluids. -1991 v. 12- p. 125-142 **7.** *Phan-Thien, N.* Influence of wall slip on extrudate swell: a boundary element investigation. [Текст] / *N. Phan-Thien //* J. Non-newtonian Fluid Mech. 1988- v.26- p.327. **8.** *Ramamurthy, A.V.* Wall slip in viscous fluids and influence of materials of constructions. [Текст] / *A.V. Ramamurthy //* J. Rheology 1986- v.30- p.337. **9.** *Панов, А.А.* Разработка конструкций и метода расчета многоручьевых экструзионных головок: дис. … канд. техн. наук: 05.02.13 [Текст] / А. А. Панов // Уфа, 2002. – 165с. **10.** ANSYS POLYFLOW 12.1 User's Guide // ANSYS, Inc., 2009. - 859 p. **11.** *Гадельшина, Г.А.* Моделирование течений неньютоновских жидкостей на выходе из экструдера: дис. … канд. техн. наук: 01.02.05 [Текст] / Г. А. Гадельшина // Казань, 1999. – 126с.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 628.027.3

Дослідження ефекту розбухання при екструзійному формуванні полімерних профілів / О. Л. Сокольський, М. А. Романченко, К. Г. Коваленко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С. 84-88. – Бібліогр.: 11 назв.

Проведены исследования эффекта разбухания при экструзионном формовании полимерных профилей; определены зависимости распределения скоростей сдвига и линейных скоростей по длине профиля; проанализирована зависимость коэффициента разбухания от коэффициента трения.

Ключевые слова: полимеры, экструзия, эффект разбухания, вязкоупругость.

Research of the swelling effect in extrusion molding polymer profiles was done; the relationship between the shear rate and linear velocity along the length profile was defined; the dependence of swelling coefficient on friction coefficient was analyzed.

Keywords: polymers, extrusion, swelling effect, viscoelasticity.

УДК 678.057

В. І. СІВЕЦЬКИЙ, канд. техн. наук, проф. каф., НТУУ «КПІ», Київ;
О. Л. СОКОЛЬСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., НТУУ «КПІ», Київ;
М. С. КУШНІР, аспірант, НТУУ «КПІ», Київ;
О.В. РОСЛОВ, студент, НТУУ «КПІ», Київ

МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ТА ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ В ДИНАМІЧНОМУ ЗМІШУВАЧІ ЕКСТРУДЕРА

Проведено чисельне моделювання динамічного змішувача бар'єрного типу при нестаціонарних умовах з врахуванням ефекту дисипації. Показано результати моделювання, що дозволяють досліджувати динаміку зміни температур та гідравлічного опору при течії полімерних матеріалів в змішувальних елементах та здійснювати вибір оптимальних конструктивних параметрів змішувальних елементів або обирати технологічні режими процесів змішування полімерних композицій.

Ключові слова: динамічний змішувач, моделювання, гомогенізація, змішування.

Вступ. Якість продукції з термопластичних полімерних матеріалів часто залежить від якості змішування базових полімерів з різноманітними інгредієнтами: наповнювачами, стабілізаторами, барвниками та іншими модифікаторами. Особливо в разі використання вторинної полімерної сировини необхідно забезпечити

© В. І. СІВЕЦЬКИЙ, О. Л. СОКОЛЬСЬКИЙ, М. С. КУШНІР, О.В. РОСЛОВ,2013

гомогенізацію полімерної композиції, тобто вирівнювання вмісту інгредієнтів і властивостей матеріалу по всьому його об'єму. Процеси змішування реалізуються як на стадіях готування полімерних композицій, так і на стадії переробки у вироби і деталі.

На сьогодні, незважаючи на те, що процеси змішування і гомогенізації набули надзвичайно великого значення у виробництві, ці процеси ще досить погано вивчені. Полімерні композиції є складними системами, що часто обумовлює емпіричний підхід у дослідженнях та відсутність теоретичних розробок. Існуючі фізичні і математичні моделі процесу плавлення термопластичних полімерів не повністю відображають різноманітність процесів, які відбуваються в черв'ячних машинах, не враховують ряд важливих факторів і потребують подальшого уточнення. Тому для ефективного виробництва термопластів і виробів з них необхідно знати основні закономірності процесу змішування і мати надійні критерії оцінки якості отриманої суміші.

Аналіз наявних методів моделювання процесів змішування. Розплави полімерів мають властивості високов'язкої неньютонівської рідини з числом Рейнольдса, меншим за одиницю. Тому сучасні теорії змішування розплавів будуються на припущенні про ламінарний рух суміші. Як правило, використовуються два підходи. Перший (метод смуг) базується на попередньому визначенню поля швидкостей та деформацій суміші і далі по емпіричним залежностям знаходиться ширина смуг окремих компонент, яка приймається за характеристику якості суміші. Другий підхід (метод маркерів) відрізняється тим, що по знайденому полю швидкостей будуються траєкторії руху позначених маркерами елементарних об'ємів кожної компоненти суміші, а потім, по щільності їх в перерізах каналу, де рухається розплав, визначається концентрація окремих складових і якість суміші. Основним недоліком першого підходу є те, що він розрахований на рух суміші по простим траєкторіям, при яких циркуляційні процеси мало впливають на змішування компонент і не враховуються. Але в сучасному обладнанні широко використовуються змішувальні елементи, які збурюють потоки розплавів і примушують рухатись частинки суміші по дуже складним траєкторіям. Другий підхід дозволяє отримати важливу інформацію про закономірності руху кожної компоненти суміші, але при визначенні концентрацій компонент значно ускладнюється контроль закону збереження маси кожної із складових суміші, що може приводити до викривлення результатів розрахунків. Крім того, обидва підходи не передбачають врахування впливу дифузійних процесів на інтенсивність змішування, залежності руху суміші від властивостей компонент, тощо.

Постановка задачі. Найбільш обґрунтованим і універсальним підходом до моделювання процесів ламінарного змішування полімерних композицій є підхід, що базується на фундаментальних законах збереження (маси, руху та енергії) в рамках механіки суцільного середовища [1]. Використання зазначених законів в загальному вигляді призводить до зростання трудомісткості завдань, але, зважаючи на постійне підвищення вимог до точності розрахунків і на сучасні досягнення в області чисельних методів і комп'ютерної техніки, такий підхід є цілком виправданим і перспективним. Така математична модель описана в роботі [2].

Інтегральним показником степені гомогенізації полімерної композиції по об'єму робочої області може бути рівномірність розподілу температур в ній, оскільки для полімерних матеріалів характерним є те, що теплообмін в них внаслідок низької

теплопровідності, високої в’язкості та молекулярної маси відбувається переважно за рахунок конвективного переносу об’ємів матеріалу.

До основних задач, які пов’язані з процесами в зоні змішувача, слід віднести:

визначення розподілу швидкостей, в'язкості і температури матеріалу в динамічного змішувача з врахуванням впливу дисипації і конвекції;

визначити вплив геометричних параметрів статора та ротора змішувача на параметри полімеру;

Результати досліджень. Моделювання реальних промислових процесів змішування і гомогенізації полімерних розплавів в неізотермічних режимах екструзійного процесу проводилося з використанням змішувача динамічного типу (рис.1). Особливістю досліджуваного змішувача є те, що він включає в себе вхідний кільцевий канал 1, вхідне 2 та вихідне 3 поглиблення, розділені між собою виступами 4, 5, які називаються бар'єрними гребенями, вихідний кільцевий канал 6.

При обертанні ротора змішувача поглиблення на корпусі періодично сполучаються з поглибленнями на роторі (рис.2), тому процес змішування є нестаціонарним

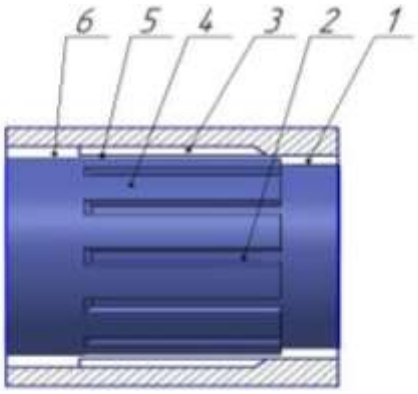


Рис. 1 - Динамічний змішувач: 1 – вхідний кільцевий канал; 2 – вхідне поглиблення ротора; 3 – вихідне поглиблення корпусу; 4 – бар’єрний гребінь ротора; 5 – бар’єрний гребінь корпуса; 6 – вихідний кільцевий канал

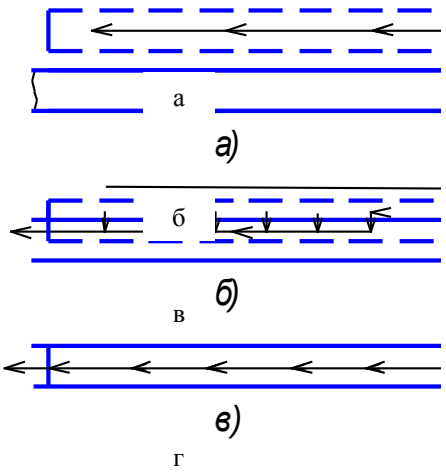


Рис.2 - Схема течії матеріалу в каналах ротора і корпуса:1 – вхідне поглиблення ротора; 2 – вихідне поглиблення корпусу: а – поглиблення не сполучаються; б – сполучаються частково; в – сполучаються повністю; г – поглиблення вийшли з сполучення

Чисельні дослідження проводилися з метою дослідження розподілу температури з урахуванням енергії дисипації і при різних теплофізичних характеристиках матеріалу, конструктивно-геометричних параметрах змішувача, витратах і теплових режимах. Рівномірність розподілу температур на виході зі змішувача можна вважати критерієм степені гомогенізації.

В якості досліджуваного матеріалу розглядався поліетилен високої густини марки ПЕВГ 15802-020. Реологічні і теплофізичні властивості матеріалу задавалися з [3].

Швидкість на вході в змішувач задавалася по параболічному закону, з середньою величиною V = 20мм/с. Обертовий рух задавався внутрішньому циліндру (ротору), а корпус вважався нерухомим.

В якості обєкту для моделювання взято змішувач (рис.1) загальною довжиною L = 85мм встановленого на черв'як діаметром 60мм. Корпус змішувача містить

поглиблення довжиною L1 = 50мм і глибиною 4мм, такі ж поглиблення виконано на роторі змішувачча. Довжина вихідної ділянки L2 = 20мм і товщина h = 2мм.

Дослідження зміни температури, тиску та швидкості руху полімеру в каналах бар'єрного змішувача проводили по центральному повздовжньому перерізу поглиблення ротора на половині його глибини, в момент, коли на нього находить бар'єрний гребінь корпуса тобто поглиблення між собою сполучаються між собою лише через мінімальний зазор між корпусом та ротором (рис.2г).

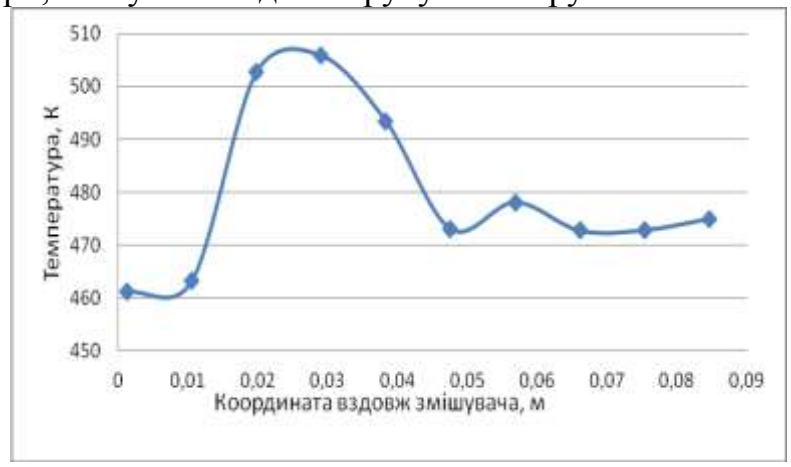


Рис. 3 - Графік розподілу температури по довжині каналу змішувача

На рис.3 зображено графік розподілу температури полімеру по довжині каналу бар'єрного змішувача.

На початковій ділянці 0,015-0,03м каналу температура піднімається з 460К до 505К, тоді як різниця між вхідною і вихідною температурою становить 10,5 градусів. Це пов'язано з ефектом дисипації енергії в зазорі над гребнями внаслідок різкого збільшення швидкості зсуву і перетікання полімеру через нього в канал.

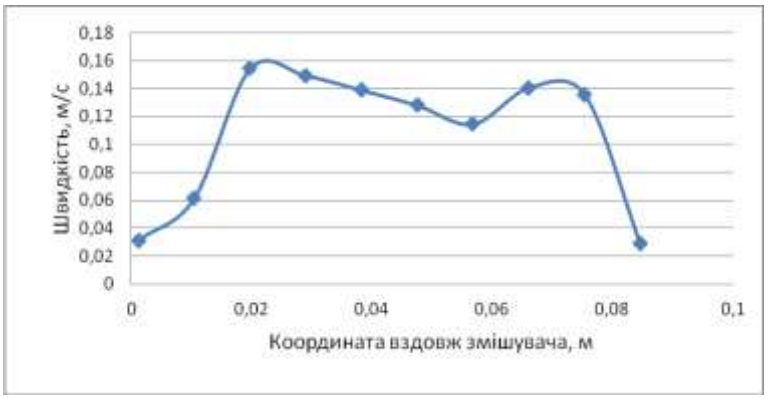


Рис. 4 - Графік розподілу тангенціальної складової швидкості по довжині змішувача

На розподілі тангенціальної складової швидкості по довжині змішувача (рис.4) спостерігаються максимуми в місцях переходу з циліндричного зазору в поглиблення.

Недоліком такого роду змішувачів є значний гідравлічний опір, тобто є виключно елементом, що споживає тиск (рис.5).

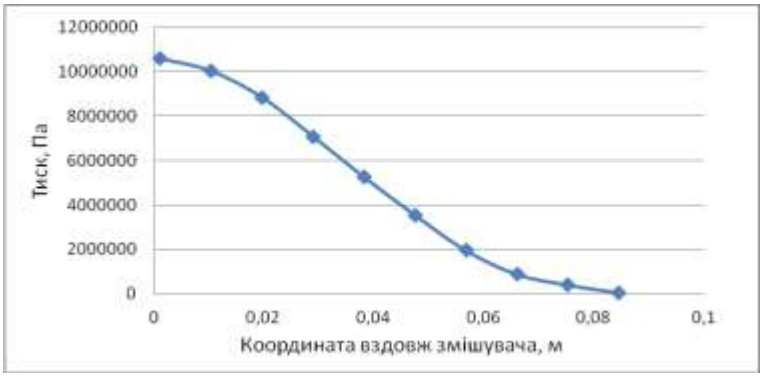


Рис. 5 - Графік розподіл тиску по довжині каналу змішувача

Перепад тиску по довжині каналу даного змішувача складає близько 10 МПа.

Доцільним вбачається вдосконалення конструкції змішувача на таку, що знизила б його гідравлічний опір та сприяла генерації тиску.

Висновок. Метод чисельного моделювання дозволяє досліджувати динаміку зміни температурної неоднорідності при течії полімерних матеріалів в змішувальних елементах і їх опір та здійснювати вибір оптимальних конструктивних параметрів

змішувальних елементів або обирати технологічні режими процесів змішування полімерних композицій.

Перспективою подальших досліджень може бути розробка методики визначення геометрії динамічних змішувачів за необхідним рівнем гомогенізації та вдосконалення конструкції змішувача з метою зниження гідравлічного опору.

Список литературы: 1. *Седов Л.И.* Механика сплошной среды./ Седов Л.И. М: Наука, т.1 (т.2) – 1970, 492 (568) с. **2.** *Сахаров А.С., Колосов А.Е., Сокольский А.Л., Сивецкий В.И.* Моделирование процесса смешения полимерных композиций в экструзионном смесителе барьерного типа. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2011. - №12. – С.3-7. **3.** Наполненные термопласты: Справочник / *Пахаренко В.А., Зверлин В.Г., Кириенко В.М.;* под общ. ред. Липатова Ю.С.- К.: Техніка, 1986.- 182с.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 678.057

Моделювання гідродинаміки та гомогенізації полімерних композицій в динамічному змішувачі екструдера / В. І. Сівецький, О. Л. Сокольський, М. С. Кушнір, О.В. Рослов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.88-92 . – Бібліогр.: 3 назв.

Проведено численное моделирование динамического смесителя барьерного типа при нестационарных условиях с учетом эффекта диссипации. Показаны результаты моделирования, позволяющие исследовать динамику изменения температур и гидравлического сопротивления при течении полимерных материалов в смесительных элементах и осуществлять выбор оптимальных конструктивных параметров смесительных элементов или выбирать технологические режимы процессов смешивания полимерных композиций.

Ключевые слова: динамический смеситель, моделирование, гомогенизация, смешивание.

A numerical simulation of the dynamic barrier-type mixer with non-stationary conditions, taking into account the effect of dissipation. Showing the results of the simulation, allowing us to investigate the dynamics of change of temperature and pressure drop in the flow of polymer materials in the mixing elements and the choice of optimal design parameters of mixing elements or choose technological modes of mixing of polymer compositions.

Keywords: dynamic mixer, modeling, homogenization, mixing.

УДК 621.789

О. Л. СОКОЛЬСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., НТУУ «КПІ», Київ;
І. В. СЛІСАРЕНКО, студент, НТУУ «КПІ», Київ

ПІДВИЩЕННЯ РІВНОТОВЩИННОСТІ ТЕРМОФОРМОВАНИХ ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ

Запропонована методика вдосконалення процесу термоформування полімерних виробів. Показано результати експериментальних та чисельних досліджень для реалізації даної методики. Це дає можливість отримувати полімерні вироби з листових та плівкових заготовок з рівномірною товщиною стінки та змогу економії полімерної сировини за рахунок її раціонального використання.

Ключові слова: термоформування, механічне напруження, механічне навантаження, деформація.

Вступ. Широке поширення процесів термоформування для виготовлення полімерних виробів, зокрема одноразових лотків і контейнерів, пояснюється простотою виготовлення, компактністю, відносною дешевизною використовуваного устаткування і технологічного оснащення. На відміну від технології лиття під тиском при виготовленні виробів методом термоформування потрібно значно простіша конструкція формуючих елементів, а виготовлення готової продукції здійснюється з листових рулонних матеріалів.

© О. Л. СОКОЛЬСЬКИЙ, І. В. СЛІСАРЕНКО, 2013

Технологія термоформування поділяється на кілька видів: вакуумне, пневматичне, з попередніми нагрівом і витяжкою, штампування та ін., а також комбінування перерахованих методів. Оскільки зазначені методи передбачають нагрів термопластичної листової заготовки до високоеластичного стану, з подальшим формуванням і охолодженням, їх можна об'єднати загальною назвою «термоформування». Методами термоформування можна одержувати вироби завтовшки до 6-8мм. Простішим та дешевшим методом вважається вакуумформування, за якого формування відбувається за рахунок створення вакууму між поверхнями заготовки та форми. При переробці листів завтовшки більше 5мм атмосферного тиску, який можна створити при вакуумформуванні, недостатньо, тому застосовують пневмоформування створенням тиску до 0,7-1МПа з боку зовнішньої поверхні заготовки.

Аналіз наявних методів термоформування. Традиційно метод термоформування включає в себе затискання листової полімерної заготовки, нагрівання її до пластичного стану, герметизацію простору між заготовкою та поверхнею форми, створення перепаду тиску по обидва боки листової полімерної заготовки до притискання її до поверхні форми, зняття перепаду тиску, охолодження виробу на поверхні форми та зняття виробу [1-2].

Недоліком відомих методів термоформування є значна різнотовщинність отримуваних таким чином виробів внаслідок різного степеню розтягування листової полімерної заготовки в різних точках, що може призвести до дефектів, зокрема короблення виробів, та зайвої витрати полімерної сировини для забезпечення мінімальної заданої товщини стінки виробів.

Постановка задачі. В основу досліджень поставлена задача підвищення рівнотовщинності виробів, отримуваних методом термоформування, шляхом забезпечення різної температури нагрівання листової полімерної заготовки в різних точках у зворотній відповідності від степеня розтягнення листової полімерної заготовки, що приведе до вирівнювання товщини виробу по всій його площині. Остання обставина є досить важливою, оскільки зниження різнотовщинності формованих виробів покращує не тільки їх експлуатаційні фізико-механічні характеристики (міцність, жорсткість), але і характеристики газо-і паронепроникності, що забезпечує необхідну тривалість зберігання продукції в тому випадку, коли термоформовані вироби використовуються в якості полімерних упаковочних засобів.

Результати досліджень. Товщина виробу в кожній точці поверхні залежить від початкової товщини заготовки, степеня її розтягування та температури розігріву. При цьому чим більший степінь розтягнення заготовки, тим меншою буде товщина виробу в даній точці.

Чим більша температура, до якої розігріта заготовка в даній точці в межах діапазону пластичності, тим більшими стають деформівні властивості полімеру, тобто тим сильніше може зменшуватись товщина заготовки. Якщо нагрівання заготовки здійснювати в різних точках поверхні в зворотній залежності від степеня розтягнення листової полімерної заготовки, ті ділянки заготовки, що розтягуватимуться сильніше, будуть розігріті до меншої температури. Внаслідок цього і їх товщина зменшуватиметься в меншій мірі, ніж на більш розігрітих ділянках. Також чим більше зусилля притискання заготовки до нагрівальної поверхні, тим швидшим буде теплообмін між ними і температура заготовки в даній точці зростатиме швидше.

Пропонується вдосконалити метод термоформування нагріванням полімерної заготовки до пластичного стану через екран з матеріалу, прозорого для інфрачервоного випромінювання з нанесеним на ньому шаром матеріалу, непрозорого для випромінювання зі степенями екранування на різних ділянках поверхні, величини яких відповідні зростанню температури заготовки та степеню розтягнення листової полімерної заготовки в різних точках. Тоді ті ділянки заготовки, що розтягуватимуться сильніше, будуть розігріті до меншої температури. Внаслідок цього і їх товщина зменшуватиметься в меншій мірі, ніж на більш розігрітих ділянках, що призведе до вирівнювання товщини виробу по всій його площині.

Запропонований метод термоформування оформлено заявкою на патент [3].

Експериментально визначено залежність між навантаженням і степенем деформації полімеру, з якого виготовлена заготовка, для різних значень температури. Була проведена серія експериментів з метою визначення модуля пружності та степеня деформації полімерних матеріалів в залежності від різної температури нагріву та різного навантаження на них.

Експеримент відбувався наступним чином: Нагрів полімерного матеріалу відбувався в термокамері, всередину якої поміщено досліджуваний зразок, затиснений між рухомими і нерухомими губками. До рухомої губки приєднано ланцюг, який пропущено через шків. До іншого кінця ланцюга прикріплено динамометр, за допомогою якого фіксується навантаження на полімерний матеріал. Поступово збільшується навантаження на зразок, що призводить до того, що полімер починає розтягуватися і рухомі губки починають рухатися по направляючим. Під час досліду фіксувався ступінь розтяжіння при різних навантаженнях та температурах.

Досліджуваний зразок з полістиролу товщиною 0,15мм нагрівався при температурах 100ºС, 110ºС і 120ºС.

За результатами даних досліджень побудовано графіки залежності відносної деформації від механічного напруження (рис. 1).

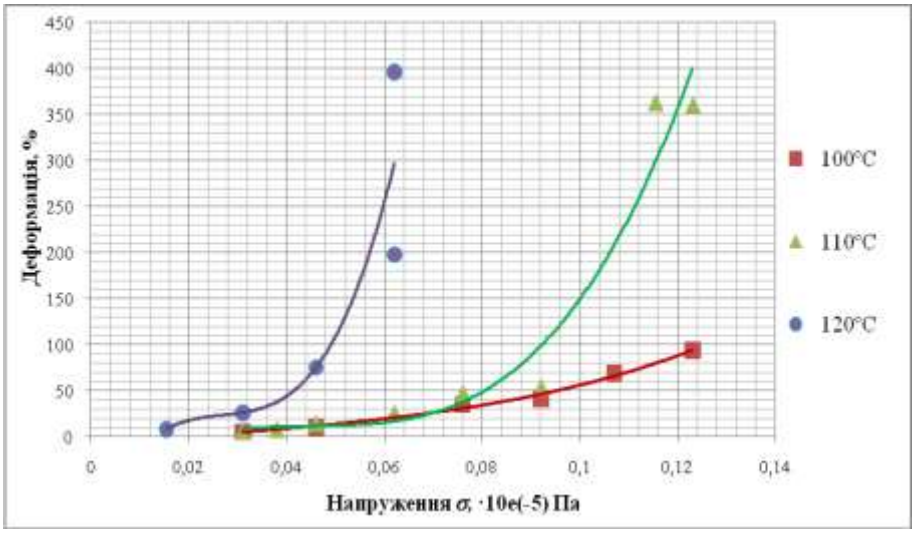
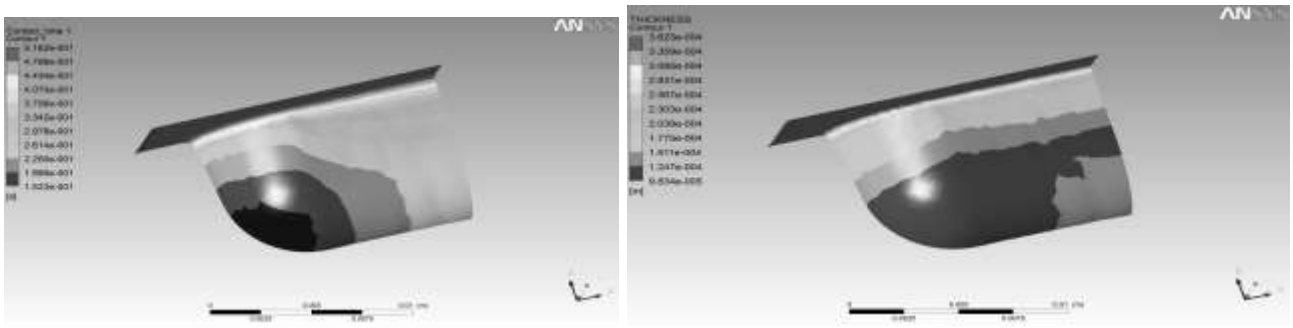


Рис. 1 – Залежності відносної деформації полістиролу від механічного напруження при різних температурах

Залежності, показані на рис. 1, дають можливість встановити необхідне зусилля притискання зразка листової заготовки до нагрівальної поверхні, та температуру нагрівання заготовки для досягнення однакової товщини виробу.

З метою дослідження розподілу товщини стінки в сформованому полімерному виробі в залежності від технологічних режимів було виконане чисельне моделювання процесу термоформування полімерної заготовки у програмному комплексі «ANSYS POLYFLOW». Завдяки симетричній по двох осях формі виробу у вигляді коритця моделювалась лише його чверть. Результати моделювання наведено на рис. 2.



а б

Рис. 2 – Моделювання процесу термоформування полімерної заготовки: *а* – розподіл часу контакту заготовки з матрицею на заключній стадії термоформування, *б* – розподіл товщини стінки у відформованому виробі

Отриманий моделюванням розподіл товщин стінки термоформованого виробу, а також експериментально визначені залежності між навантаженням і степенем деформації полімеру, з якого виготовлена заготовка, для різних значень температури та швидкості її нагріву дозволяє визначити зусилля притискання до нагрівальної поверхні, а також визначити залежність між степенем екранування поверхні заготовки і температурою її нагріву в діапазоні пластичності полімеру, з якого виготовлена заготовка для досягнення рівної товщини стінки виробу по всій його поверхні.

Користуючись змодельованим розподілом товщини відформованого виробу, знаходимо значення температури та зусилля, які потрібні для зміни товщини в кожній *i*-тій точці виробу. Для цього реалізуємо таку послідовність дій.

За результатами моделювання (рис. 2*б*) знаходимо коефіцієнт різнотовщинності:

$$i = \frac{h_i}{h_з},$$

де h_i – розрахована товщина виробу в *i*-тій точці;

$h_з$ – задана товщина стінки виробу.

Розраховані товщини стінки готового виробу з вузлів деформованої згідно алгоритму моделювання розрахункової сітки переносимо на відповідні їм вузли початкової розрахункової сітки заготовки. Тоді кожна *i*-та точка виробу буде спроектована на відповідну їй точку заготовки.

Деформація в *i*-тій точці визначається з відношення початкової товщини заготовки до товщини виробу у відповідній точці:

$$\varepsilon_i = \frac{h_0}{h_i},$$

де h_0 – початкова товщина заготовки.

На графіку залежності відносної деформації від механічного напруження (рис. 1) відкладаємо отриману величину деформації в *i*-тій точці ε_i при максимальних значеннях температури нагріву заготовки. Значення деформації ε_{ikop} в *i*-тій точці, яка відповідатиме бажаній товщині стінки виробу, відповідає залежності:

$$\varepsilon_{ikop} = i \cdot \varepsilon_i$$

Проводимо вертикальну лінію від точки ε_i на графіку залежності відносної деформації від механічного напруження (рис. 1) до значення ε_{ikop} і визначаємо, якій температурі t_i відповідає ε_{ikop}.

Розраховуємо залежність температури нагріву заготовки від потужності й часу інфрачервоного випромінювання та визначаємо, за який час температура заготовки

досягне заданої величини. Далі визначаємо, яку ступінь перекриття теплового потоку необхідно забезпечити для отримання бажаних температур t_i в кожній точці за заданий час нагріву.

Після цього на екран з матеріалу, прозорого для інфрачервоного випромінювання, наноситься шар матеріалу, непрозорого для випромінювання зі степенем екранування на різних ділянках поверхні, необхідним для досягнення заготовкою однакової по поверхні виробу товщини стінки. Змінна степеня екранування може бути досягнута нанесенням на екран шару непрозорого матеріалу змінної товщини або нанесенням їм ліній чи точок з густотою, що забезпечує необхідну долю перекриття потоку випромінювання.

Процес термоформування за запропонованою методикою здійснюється таким чином. Нагрівання листової заготовки здійснюють опроміненням листової заготовки інфрачервоним нагрівачем через екран на протязі визначеного раніше періоду часу. Далі простір між заготовкою та поверхнею форми герметизується, наприклад, притисканням заготовки по контуру до ущільнень, і створюється перепад тиску по обидва боки листової полімерної заготовки до притискання її до поверхні форми, що може бути здійснено подачею надлишкового тиску на зовнішню поверхню заготовки та/або вакуумуванням простору між заготовкою та поверхнею форми. Після цього перепад тиску знімається, виріб охолоджується на поверхні форми та виймається з форми.

Висновки. Для отримання рівномірного розподілу товщин стінки полімерних виробів з листових або плівкових заготовок за отриманим розподілом деформаційних властивостей полімерного матеріалу можна здійснюювати опромінення листової заготовки інфрачервоним нагрівачем через екран зі змінним по поверхні ступенем перекриття. Це сприятиме підвищенню їх споживчих властивостей, забезпеченню міцності та жорсткості, а також мінімізації дефектів.

Перспективою подальших досліджень може бути розробка методик термоформування з іншими методами нагрівання заготовок: конвективним, контактним та ін.

Список літератури: **1.** *Басов Н. И.* Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов. – М.: Химия, 1991.- 352 с. **2.** Основы технологии переработки пластмасс: Учебник для вузов / *С. В. Власов, Л. Б. Кандырин, В. Н. Кулезнев и др.* – М.: Химия, 2004. – 600 с. **3.** *Колосов О. Є., Сокольський В. І., Кривошеєв В. С., Слісаренко І. В. та ін.* Спосіб формування полімерних виробів з листових полімерних заготовок з використанням інфрачервоних нагрівачів – Заявка на патент України №201302777; заявл. 05.03.2013.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 621.789

П**ідвищення рівнотовщинності термоформованих полімерних виробів/ О. Л. Сокольський, І. В. Слісаренко** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.92-97 . – Бібліогр.: 3 назв.

Предложена методика усовершенствования процесса термоформования полимерных изделий. Показаны результаты экспериментальных и численных исследований для реализации данной методики. Это дает возможность получать полимерные изделия из листовых и пленочных заготовок с равномерной толщиной стенки и возможность экономии полимерного сырья за счет его рационального использования.

Ключевые слова: термоформование, механическое напряжение, механическая нагрузка, деформация.

The methodology of process improvement thermoformed polymer products is proposed. The results of experimental and numerical researches for the implementation of this technique are shown. It gives

ability to obtain the polymer products with uniform wall thickness and potential savings of polymer raw materials due to its rational use.

Keywords: thermoforming, mechanical stress, mechanical stress, deformation.

УДК 614.8.084

М. Г. РУСАНОВ, канд. техн. наук, доц., с.н.с, «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної Ради;
В. В. КРАСНОГОРСЬКА, студентка, «Харківська гуманітарно - педагогічна академія» Харківської обласної Ради;
Н. В. ПОЧТАР, студентка, «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної Ради

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ІЗ ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ЛЮДИНИ

Статтю присвячено основним теоретичним питанням змісту практичних занять із безпеки життєдіяльності зі студентами гуманітарних спеціальностей.

Ключові слова: безпека, навколишнє середовище, забруднення повітря.

На сучасному етапі розвитку цивілізації безпека людини та людства в цілому розглядається як основне питання. Концепція сталого розвитку людства стала основою для вирішення низки проблем, пов’язаних із безпекою людини, зокрема розвитком освіти в певній галузі [1]. Зазначені проблеми є особливо актуальними для нашої країни, котра зараз переживає глибоку еколого-економічну кризу .

Безперечно, що одним із головних напрямів забезпечення безпеки населення України є належна освіта з проблем безпеки. Це знайшло своє повне відображення в Концепції освіти з напряму "Безпека життя і діяльності людини", у котрій розглянуто методологічну та наукову основи безпеки життєдіяльності. Один із розділів концепції розпочинається з розгляду наукових засад БЖД людини в системі “людина – середовище існування ”. Безпека життєдіяльності входить до блоку дисциплін, пов’язаних із безпекою людини, котрий включає охорону праці, валеологію, основи медичних знань, основи екології та цивільну оборону. "Безпеці життєдіяльності" відводиться чільне місце, оскільки саме ця дисципліна має світоглядно-професійний характер.

Об’єктом вивчення безпеки життєдіяльності є людина в усіх аспектах її діяльності (фізичному, психологічному, духовному, суспільному). Предметом вивчення є вплив на життєдіяльність та здоров’я людини зовнішніх та внутрішніх факторів.

Дисципліна БЖД розглядає:

– загальні питання безпеки;
– взаємодію людини з навколишнім середовищем;
– основи фізіології та раціональних умов праці;
– анатомо-фізіологічні наслідки дії на людину небезпечних, шкідливих і вражаючих факторів, причини їхнього формування;
– ідентифікацію небезпечних, шкідливих і вражаючих факторів надзвичайних ситуацій;
– способи та методи підвищення безпеки технічних способів і технологічних

© М. Г.РУСАНОВ, В. В. КРАСНОГОРСЬКА, Н. В. ПОЧТАР, 2013

процесів;

– методи дослідження стійкості функціонування об'єктів і технічних систем у надзвичайних ситуаціях, прогнозування надзвичайних ситуацій і розробку моделей їхніх наслідків; розробку планів дій із захисту населення та виробничого персоналу й ліквідації наслідків аварій, катастроф і стихійних лих; правові, нормативно-технічні та організаційні основи безпеки життєдіяльності, контроль і управління умовами життєдіяльності [2,3].

Це знайшло своє повне відображення в Типовій навчальній програмі нормативної дисципліни «Основи охорони праці» для вищих навчальних закладів для всіх спеціальностей і напрямів підготовки за освітньо-кваліфікаційними рівнями «молодший спеціаліст» та «бакалавр» що її було затверджено Міністерством освіти та науки України 18.03. 2011.[4].

Виходячи з цього, основною метою вивчення дисципліни є надання знань, умінь, здатностей (компетенцій) для здійснення ефективної професійної діяльності шляхом забезпечення оптимального управління охороною праці в закладах освіти, формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку і усвідомлення необхідності обов'язкового виконання в повному обсязі всіх заходів гарантування збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у різних сферах професійної діяльності безпеки праці на робочих місцях.

Зокрема, у структурі Типової програми нормативної навчальної дисципліни «Основи охорони праці» передбачено вивчення розділу «Основи фізіології та гігієни праці». Під час вивчення якого рекомендовані зокрема такі теми практичних занять:

1. Визначення повітрообміну за наявності загальнообмінної вентиляції.
2. Оцінка впливу параметрів мікроклімату робочої зони на фізіологічний стан працівників.

Метою вивчення зазначених тем є:

1. забезпечення необхідного рівня оволодіння навчальним матеріалом, формування умінь і навичок для прийняття обґрунтованих рішень щодо захисту виробничого персоналу від небезпечних і шкідливих виробничих чинників;
2. опрацювання методів і засобів оцінки безпеки виробничого середовища.

Вивчення цих питань об'єднано під час виконання практичної роботи «Дослідження рівня забруднення атмосфери шкідливими речовинами».

Метою роботи є засвоєння студентами гуманітарної спрямованості класифікації шкідливих речовин за характером дії на організм людини; з'ясування сутності принципу визначення концентрації шкідливих речовин у повітрі; навчання вимірювання вмісту вуглекислого газу в повітрі.

Під час підготовки до виконання роботи студенти повторюють за підручниками та методичними посібниками навчальний матеріал, що стосується видів шкідливих та небезпечних факторів, їхнього впливу на організм людини; методів та засобів, що дозволяють ліквідувати пилоутворення та обмежують поширення пилу в навчальному приміщенні; будову інтерферометра «ШИ-11»; з'ясовують причини, що впливають на рівень забруднення повітря.

Діагностика рівня підготовленості до виконання практичної роботи проводиться шляхом опитування за такими запитаннями:

1. Як шкідливі речовини впливають на організм людини ?
2. Які параметри навколишнього середовища підсилюють негативну дію шкідливих речовин?

3. Якими методами можна виявити шкідливі речовини й проконтролювати їхню концентрацію в повітрі?

4. Яка концентрація вмісту вуглекислого газу в повітрі закладу освіти є небезпечною ?

5. Якими методами перевіряють рівень запиленості приміщень? На чому вони ґрунтуються?

6. Як визначити вміст вуглекислого газу за допомогою інтерферометра «ШИ-11»?

7. Які джерела забруднення повітря у закладах освіти? Які заходи вживають задля зменшення вмісту вуглекислого газу впродовж дня ?

8. Які особливості долікарської допомоги у разі отруєннях сильно дійними речовинами?

Далі студентам пропонуємо для поглиблення й закріплення знань із заданої теми ознайомитися з теоретичними відомостями.

Для ефективної трудової діяльності слід забезпечити нормальні метеорологічні умови та необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності в повітряне середовище можуть надходити різні шкідливі речовини, що погіршують якість повітря, а також можуть негативно впливати на життєдіяльність людини. Тому для створення оптимальних умов життєдіяльності людини в різноманітних закладах й установах необхідно забезпечити комфортні мікрокліматичні умови та чистоту повітря, до складу котрого можуть входити шкідливі речовини. Вимоги до мікроклімату виробничих приміщень наведено в Державних санітарних нормах [3].

Шкідливими вважаються речовини, що при контакті з організмом людини можуть викликати погіршення самопочуття, функціональні зміни, котрі виходять за межі прийнятих норм, і навіть професійні захворювання або відхилення від стану здоров'я, які можна виявити сучасними методами як у процесі роботи, так і у віддалені строки життя сучасних і наступних поколінь [5,6]. Ці речовини проникають до організму людини через органи дихання, органи травлення, через шкіру та слизові оболонки тощо.

Дихальними шляхами потрапляють пари, газо- та пилоподібні речовини, а через шкіру – переважно рідкі речовини. У більшості випадків шкідливі речовини потрапляють в організм людини дихальними шляхами. Завдяки значній всмоктувальній поверхні легенів ($\geq 90 м^2$) утворюються сприятливі умови для потрапляння шкідливих речовин, що є причиною гострих або хронічних отруєнь.

Ступень отруєння залежить від токсичності речовини, її кількості, часу дії, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму тощо. Гострі отруєння виникають у результаті одноразової дії порівняно великих доз чадного газу, сірководню, метану, вуглекислого газу. Хронічні отруєння розвиваються внаслідок тривалої дії на людину невеликих доз свинцю, ртуті, марганцю. Потрапивши в організм людини, шкідливі речовини розподіляються у ньому нерівномірно, концентруються лише в певних органах і затримуються там тривалий час. Наприклад, найбільша кількість свинцю накопичується в кістках, фтору – в зубах, марганцю – у печінці.

При хронічному отруєнні шкідливі речовини можуть не лише накопичуватися в організмі (матеріальна кумуляція), але й викликати «накопичення» функціональних ефектів (функціональна кумуляція). У санітарно-гігієнічній практиці такі речовини поділяють на хімічні речовини та промисловий пил [6]. Отрути, що надходять до

організму через дихальні шляхи, створюють підвищену небезпеку, тому що безпосередньо потрапляють у кров.

Одним із досить поширених серед небезпечних і шкідливих чинників є пил, який може здійснювати на людину фіброгенну дію, що є причиною багатьох професійних захворювань органів дихання. Пил – це тонкодисперсні частинки у вигляді аерозолю або аерогелю, утворені під час виробничих процесів.

За характером дії на організм людини промисловий пил поділяється на подразливий та токсичний. До подразливого відносить мінеральний (вугільний, кварцовий та ін.), металевий (чавунний, стальний, цинковий та ін.) та дерев'яний пил. Проникаючи в легені та лімфатичні вузли, пил викликає їхнє захворювання. Тривала праця в умовах запиленого повітря може призвести до хронічних захворювань легень – пневмоконіозу (силікоз – від кварцового пилу, антракоз – від вугільного пилу, омоміноз – від алюмінієвого пилу та ін.), котрі призводять до обмеження поверхні легень та змін в усьому організмі людини.

Токсичний пил (пил ртуті, свинцю та ін.), розчиняючись в біологічних середовищах, діє як отрута та викликає отруєння організму. Пил здатен адсорбувати з повітря деякі отруйні гази, внаслідок чого неотруйний пил може перетворюватися на отруйний. Наприклад, вугільний пил та сажа можуть адсорбувати монооксид вуглецю.

Пил може накопичувати електричні заряди, що полегшує його осідання в легенях, збільшуючи кількість пилу, котрий затримується в організмі.

Окрім шкідливої дії на організм людини, пил також збільшує зношення обладнання, головним чином частин, що труться, збільшує кількість браку продукції. При певному вмісті горючого пилу в повітрі можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші.

Під час роботі у приміщеннях з високою запиленістю слід користуватися засобами індивідуального захисту: респіраторами (маскою зі спеціальними протипиловими фільтрами), киснево-ізолюючими (маскою з автономною подачею повітря), киснево-ізолюючими приладами, пристроями, що подають свіже повітря для дихання із-зовні, протипиловими окулярами та спецодягом тощо.

Велике значення має розмір пилинок. Частинки розміром менш ніж 0,01 мкм у більшості випадків видихають назад з повітрям. Частинки розмірами понад 5–10 мкм осідають у дихальних каналах, вони видаляються з них разом зі слизом під час чхання та кашлю.

Побічна дія пилу на людину полягає в тому, що в умовах підвищеної запиленості повітря змінюється спектр інтенсивності сонячної радіації (поглинання та розсіювання ультрафіолетового випромінювання) та знижується освітленість. Пил, що потрапив до очей, викликає запалювальні процеси слизистої оболонки – кон'юнктивіт.

Запиленістю повітря називають масову концентрацію пилу, яку виражають у грамах або міліграмах на 1 $м^3$ повітря за нормальних умов.

Для визначення запиленості повітря використовують декілька методів.

1. Ваговий метод оснований на зміні ваги поглинача (фільтру) під час проходження через нього певного обсягу досліджуваного забрудненого повітря.

2. Лічильний метод аналізу полягає у збиранні пилу на предметне скло з наступним підрахунком кількості пилинок під мікроскопом.

3. Оптичний метод оснований на використанні ефекту розсіювання світла зваженими в повітрі частинками. Розроблено декілька приладів, що працюють на

принципі зміни роботи за допомогою чутливого фотоелементу та гальванометра ослаблення світлового потоку під впливом абсорбції та розсіювання світла під час проходження світового потоку крізь запилене скло. Для виміру концентрації вугільного пилу в шахтах розроблені прилади ФПГ-6, Ф-1 та ін.

4. Електричні методи. В електронних кониметрах використовують здатність пилових частинок електризуватися при високій швидкості руху в потоках. Досліджувану аерозоль пропускають із великою швидкістю через канал. Пилинки, що під час проходження каналу одержали електричний заряд, віддають його екрану (зонду), котрий зустрічає на своєму шляху потік при витіканні його з каналу. Сила струму в ланцюзі зонду в цьому випадку буде пропорційна площі поверхні часток.

Принцип попереднього заряду пилу та наступного визначення величини цього заряду покладено в основу роботи деяких приладів для безперервного визначення запиленості. Наприклад, електроіндукційний вимірювач кількості пилу, призначений для вимірювання поверхонь та вагової (масової) концентрації пилу в різних приміщеннях та в зовнішньому просторі.

Для визначення запиленості повітря використовують також радіометричні, іонізаційні та інші методи. Згідно з діючими в Україні санітарними нормами вміст пилу в навколишньому середовищі рекомендується оцінювати у ваговому вираженні. Ваговий метод добре виправдовує себе на практиці контролю чистоти довкілля.

Особливо небезпечною є одночасна дія пилу та шкідливих речовин. Шкідливі речовини, які потрапляють в організм людини різними способами, особливо небезпечними стають тоді, коли їхня кількість на одиницю об’єму перевищує граничну величину для кожної речовини. Згідно з [7] нормуються гранично допустимі концентрації різного пилу в робочій зоні виробничого приміщення. Гранично допустима концентрація пилу різного походження коливається від 10 мг/м^2.

Забруднення повітря шкідливими речовинами в закладах освіти часто спостерігається у фізичних і хімічних лабораторіях та кабінетах, а перевищення допустимої концентрації вуглекислого газу – в усіх навчальних приміщеннях. Основними причинами такого стану є незадовільна вентиляція та несправність системи опалення через матеріальні труднощі, котрі є у більшості навчальних закладів. Це призводить до створення несприятливих умов для навчання й виховання, котрі виникають внаслідок зменшення вмісту кисню та збільшення концентрації вуглекислого газу в повітрі.

Збільшення вуглекислого газу до 1% має невеликий вплив на самопочуття дорослої людини, але призводить до частішого дихання та зниження працездатності при збільшеному навантаженні на всі органи. При подальшому збільшенні вмісту вуглекислого газу в повітрі, що вдихається, самопочуття різко погіршується, дихання стає важким і частішим, працездатність значно знижується, людина може втратити свідомість. Тривале дихання повітрям, що містить значну кількість вуглекислого газу, є небезпечним для життя.

Загальні засоби захисту від пилу – вентиляція, герметизація, зволоження пиловидних матеріалів, брикетування і гранулювання пиловидних матеріалів.

Ефективним засобом забезпечення чистоти та допустимих параметрів мікроклімату повітря робочої зони є вентиляційна система [8].

Вентиляцією називають організований та регульований повітрообмін, який забезпечує видалення із приміщення забрудненого повітря і приплив на його місце чистого з метою створення сприятливого для здоров’я людей повітряного середовища. Залежно від засобів спонукання повітря до руху, вентиляція може бути

природною (гравітаційною), штучною (механічною) та комбінованою; за призначенням – робочою та аварійною.

Перевірити наявність шкідливих речовин, зокрема концентрації вуглекислого газу в приміщеннях, можна за допомогою газосигналізаторів і газоаналізаторів різного типу.

Інтерферометр шахтний ШИ-11. Являє собою прилад, що переноситься [9]. Призначений для визначення вмісту метану (CH_4) і вуглекислого газу (CO_2) в рудниковому повітрі діючих провітрюваних гірських виробок шахт, де максимальний вміст вуглекислого газу або метану (місцеві скупчення) допускається 0-6%.

Рис.- Інтерферометр шахтний ШИ-11

Технічні характеристики:

-межі вимірювання вмісту газів в об'ємних частках 0–6% ;

-межа допустимої абсолютної похибки вимірювання ± 0,2%;

-температура навколишнього середовища – від -10 до + 40ºС;

-атмосферний тиск – 720–800 мм рт. ст.;

-час одного визначення – 0,5хв;

-габаритні розміри – 115х54х186 мм;

-маса приладу без футляра – 1,45 кг.

Принцип дії приладу заснований на вимірюванні різниці між показниками заломлення світла досліджуваної газової суміші (повітря в досліджуваному приміщенні) та чистого атмосферного повітря. Цю різницю виявляють і визначають (кількісно) за зміщенням інтерференційних смуг щодо їхнього початкового положення.

Різниця між показниками заломлення світла досліджуваної газової суміші та чистого атмосферного повітря пропорційна процентному змісту аналізованого газу в досліджуваному приміщенні повітрі.

Конструкція приладу забезпечує автоматичну установку газоповітряної камери з положення "контроль" у положення "вимір", установку мікрогвинта інтерференційної картини в нульове положення.

Прилад складається з литого алюмінієвого корпусу, до якого вмонтовано усі деталі приладу. Всередині корпус приладу поділено перегородками на три відсіки:

5. у першому відсіку розташовано оптичні деталі приладу;

6. у другому відсіку розташовано лабіринт та сухий елементА-343;

7. у третьому відсіку приладу розташовано поглинальний патрон, штуцер, на який надягається трубка гумової груші при заповненні повітряної лінії чистим атмосферним повітрям.

Порядок підготовки інтерферометра ШИ-11 до роботи такий:

– Перевірити справність гумової груші, для чого стиснути її рукою та, затиснувши кінець гумової трубки, простежити, як швидко вона розправляється в розщипленої руці. Справна груша не повинна розправлятися.

– Перевірити герметичність газової лінії приладу. Для цього гумову трубку груші надіти на штуцер 4 (рис.), закрити щільно штуцер 1 та справити стиск груші. Газова лінія герметична, якщо після розтиснення руки груша не розправляється.

– При швидкому розправленні необхідно знайти і усунути несправність приладу. Продути чистим атмосферним повітрям газову та повітряну лінії приладу, для чого необхідно відкрити кришку відділення з поглинальним патроном, зняти

гумовий ковпачок зі штуцера та на його місце надіти гумову трубку, що входить в комплект приладу.

– Інший кінець гумової трубки потрібно надіти на вихлопній штуцер гумової груші та зробити п'ять-шість стиснень груші.

– Після прокачування чистим повітрям повітряної та газової ліній штуцер повітряної лінії слід закрити гумовим ковпачком, закрити кришку відділення з поглинальним патроном.

– Встановити інтерференційну картину в вихідне нульове положення для чого слід натиснути одночасно кнопки 6 та 7 (див. рис. 1) і повільно обертати мікрогвинт 5 до суміщення лівої чорної смуги інтерференційної картини з нульовою відміткою шкали.

Існують такі види перевірок. Герметичність газової лінії інтерферометра перевіряють за допомогою гумової трубки, вдягненою на вхідний штуцер приладу ШИ. Штуцер інтерферометра з трубкою і гумовою грушею слід закрити гумовим ковпачком, а штуцер поглинального патрона підключити до приладу ШИ. За допомогою натискного пристрою в газовій лінії створюється тиск 300 кПа. Інтерферометр вважається таким, що витримав випробування, якщо протягом 3 хв. тиск в його газовій лінії зміниться не більше ніж на 2 кПа.

Інтерференційну картину спостерігають через окуляр при натиснутій кнопці включення. При цьому необхідно перевірити чіткість інтерференційної картини і виявити можливість її вимірювання з точністю до 0,1%.

Порядок проведення вимірювань. Для визначення вмісту вуглекислого газу в повітрі необхідно спочатку концентрацію метану. Для цього розподільний кран ставлять у положення CH_4 . Стиснення гумової груші призводить до продування проби повітря через прилад. Якщо в повітрі є метан, то інтерференційна картина зміщується вправо впродовж шкали. За цим зміщенням відраховують кількість поділок, що відповідають вмісту метану в повітрі (у %).

Розподільний кран ставлять у положення CO_2 , прокачують повітря та проводять відлік за шкалою. Це і є сумарне значення вмісту в повітрі метану та вуглекислого газу.

Вміст вуглекислого газу дорівнює різниці останнього й першого результатів.

Рекомендуємо такі завдання до виконання роботи:

– опрацювати теоретичні відомості практичного заняття та рекомендовану літературу;

– визначити вміст вуглекислого газу в повітрі аудиторії (дослідження повторити 3 рази й визначити середнє значення), порівняти отримані результати з нормативними вимогами.

Результати вимірювань оформити у вигляді таблиці і зробити висновки.

Контрольні питання можуть бути такими:

1. Як впливають шкідливі речовини на організм людини?
2. Які параметри навколишнього середовища підсилюють негативну дію шкідливих речовин?
3. Якими методами можна виявити шкідливі речовини та проконтролювати їхню концентрацію в повітрі?
4. Що таке пил? Які отруєння може викликати пил, що потрапив до організму?
5. Шляхи зменшення концентрації пилу в закладах освіти.
6. Що таке запиленість повітря?

7. Яка концентрація вмісту вуглекислого газу в закладах освіти є безпечною?

8. Якими методами перевіряють рівень запиленості приміщень? На чому вони грунтуються?

9. Які існують джерела забруднення повітря в закладах освіти? Які заходи вживають для зменшення вмісту вуглекислого газу впродовж дня?

10. Заходи безпеки під час виконання практичної роботи.

11. Які особливості долікарської допомоги при отруєннях сильнодіючих отруйних речовин?

Як показує досвід [9,10], така організація проведення занять із безпеки життєдіяльності, сприяє глибокому засвоєнню знань, покращує загальну підготовку фахівця та вміння використовувати набуті знання в розпізнаванні небезпек, організації та проведені заходів із забезпечення безпеки життєдіяльності в системі «Людина – життєве середовище».

Розробка методичного апарату з вивчення факторів виробничого середовища та їх вплив на здоров'я і працездатності людини залежить від фаху та рівня підготовки студентів, кількості годин, що їх відведено на дисципліну «Охорона праці», тощо та має бути предметом окремого розгляду.

Список літератури: **1**. *Кузнецов В. О., Мухін В. В., Буров О. Ю. та ін*. Концепція освіти з напрямку «Безпека життя і діяльності людини» // Інформаційний вісник «Вища освіта». – К.: Видавництво науково-методичного центру вищої освіти МОНУ, 2001. – №6. – С. 6-17. **2.** *Пістун І. П., Кочубей В. І.* Безпека життєдіяльності : підручник – Суми : Університетська книга, 2012. – 575 с. **3**. Державний реєстр міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці – Харків : Форт, 2003. – 192 с. **4**. *Типова навчальна програма* нормативної дисципліни «Основи охорони праці» для вищих навчальних закладів для всіх спеціальностей і напрямів підготовки за освітньо-кваліфікаційними рівнями «молодший спеціаліст» та «бакалавр». – Київ: 18.03.2011**.** – 14 с. (Нормативний документ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України. Наказ). **5.** *Жидецький В. Ц.* Основи охорони праці. Підручник – Львів : УАД, 2006 – 336 с. **6**. Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки: ГОСТ 12.1.007-76 – М. : ВЦРПС, 1976. (Національний стандарт України). **6.** *Загальні санітарно-гігієнічні вимоги* до повітря робочої зони ГОСТ 12.1.005-88. Введ. 01.01.89. – М.: ВЦРПС, 1976. (Національний стандарт України). **7.** *Нормы проектирования*. Отопление, вентиляция и кондиционирование: БНіП 2.04.05-91**.** – М.: Стройиздат. – 1988.-64с. (Національний стандарт України). **8.** *Інструкція по експлуатації* приладу «Інтерферометр ШИ-11» [Ел. ресурс]-режим доступу www.smolenskpribor.ru/docs/instruktsiya-shi-11.doc**. 9**. *Величко С. П., Царенко І. Л.* Лабораторний практикум із безпеки життєдіяльності. Навчальний посібник. – К.: «Професіонал», 2008. 192 с. [Електронний ресурс] – режим доступу // gdzblog.ucoz.ru **10**. *Биков В. І., Кожем'якін О. С.* Удосконалення процесу викладання дисципліни «Безпека життєдіяльності» у вищих закладах освіти // Безпека життєдіяльності. – 2007**.** – №5. – С.38-39**.**

Надійшла до редколегії 20.03.2013

УДК 614.8.084

Теоретичні аспекти практичних занять із вивчення впливу забруднення повітря на працездатність людини/ М. Г. Русанов, В.В. Красногорська, Н.В.Почтар // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.97-104 . – Бібліогр.: 10 назв.

Статья посвящена организации практических занятий по безопасности жизнедеятельности студентов гуманитарной направленности

Ключевые слова: безопасность, окружающая среда, загрязнение воздуха

Article is devoted to main theoretical aspects of practical classes' organization for students of humanitarian specialties.

Keywords: safety, surroundings, pollution of air.

УДК 666.29.022:546.74

Г. О. ЮРЧЕНКО, викладач-стажист, НТУ «ХПІ»;
А. М. БУТЕНКО, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»;
А. О. ЛАВРЕНКО, с.н.с., НТУ «ХПІ»;
М. А. БЛІНКОВ, студент, НТУ «ХПІ»

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ВИЛУЧЕННЯ НІКОЛ (II) ГІДРОКСИДУ БУФЕРНИМ РОЗЧИНОМ АМОНІАКУ Й АМОНІЙ ХЛОРИДУ

Розраховані кінетичні характеристики комплексу хімічних реакцій, які складають конкретні способи видобування нікелю з вторинної сировини. Наводяться висновки, що важливі для вибору кращого способу з метою його подальшого впровадження у виробництво.

Ключові слова: нікол (II) гідроксиду, вилучення, концентрація

Вступ. Проблема утилізації та переробки відходів, а також їх збору та транспортування є однією з нагальних з усього комплексу екологічних проблем будь-якого міста. Відходи у виробничій та побутовій сферах та їх накопичення в містах є джерелом істотної екологічної небезпеки та соціальної напруги, створюють негативний імідж населених пунктів держави. В цілому складається враження, що держава і муніципалітет нездатні раціонально й ефективно управляти вторинними ресурсами, у тому числі твердими промисловими та побутовими відходами.

З урахуванням сучасного технологічного рівня переробки відходів в Україні, серед загальної кількості відходів, що утворюються кожного року, реальну цінність становлять 410 – 430 млн. тонн, а утилізується лише третина загальної кількості відходів. При цьому частка вторинної сировини в загальному споживанні ресурсів в Україні становить 13 – 14%.

Вторинне використання нікелю в усьому світі традиційно актуально як з економічної, так і з природоохоронної точок зору. На Україні одним з поширених видів нікель вторинної сировини є відпрацьовані позитивні електроди нікель-залізних акумуляторів, що переробляються разом з рудним сировиною пірометалургійнкими способами на підприємствах нікелевої промисловості. Такий підхід не враховує особливостей даної сировини, що представляє собою матеріал з досить великим вмістом нікелю і малою кількістю домішок, і з цієї причини неминуче пов'язане як з втратами матеріалу, так і з обмеженням можливостей його подальшого застосування через недостатню чистоти процесу. В даний час перевага віддається гідрометалургійним способам вилучення нікелю завдяки їх селективності, високому виходу, екологічності та невеликою питомою витрат. Оскільки подібних способів утилізації відпрацьованих електродів НЖ-акумуляторів в літературі не описано, їх розробка і застосування залишаються актуальною задачею.

Постановка задачі досліджень. Відомі гідрометалургійні технології [1-3] переробки такої сировини, як правило, включають обов'язкову стадію розборок ламелей з наступним витягом з них активної маси шляхом розчинення останній у кислотах. Отриманий розчин фільтрують від нерозчинної частини сировини (головним чином від графіту).

Відомо, що практично всі сполуки ніколу активно реагують з амоніаком з утворенням стійких амонійних комплексів [4]. Застосування амоніачного вилучення

© Г. О. ЮРЧЕНКО, А. М. БУТЕНКО, А. О. ЛАВРЕНКО, М. А. БЛІНКОВ, 2013

до переробки позитивних електродів нікель-залізних акумуляторів не вимагає розбирання ламелей і дозволяє видалити з розчину одну з найбільш важко відокремлюваних домішок - залізо.

Ефективність вилучення сполук ніколу в амоніачних розчинах може бути істотно підвищена введенням у розчин солей амонію, що надають реакційному середовищу буферну дію і перешкоджають накопиченню гідроксид-іонів.

Експериментальна частина. На першому етапі дослідження була встановлена залежність молярного співвідношення NH_4OH до одноосновної солі NH_4Cl, що додавалася. Перші ж досліди показали, що навіть за короткий час вилуговування (60 хв.) ступінь вилучення сполук ніколу помітно перевищує значення цього показника при застосування суто амоніачного вилучення. Отримані дані вказані в табл. 1.

Таблиця 1 – Ступінь вилучення сполук ніколу амонійними розчинами різноманітного складу

Склад розчину	Ступінь вилучення сполук Ni (II) за 60 хв, %	
	298 K	348 K
2 M NH_4OH	2,17	1,98
4 M NH_4OH	7,74	6,86
1 M NH_4OH + 1 M NH_4Cl	18,55	69,24
2 M NH_4OH + 1 M NH_4Cl	68,39	99,97
3 M NH_4OH + 1 M NH_4Cl	36,2	82,5

Таким чином, розчини, що містять аміак і хлорид аммоній, ефективно витравлюють сполуки ніколу (II) з вихідної вторинної сировини. Оптимальними слід вважати склади розчинів вилучення, що містять певний надлишок вільного амоніаку по відношенню до іонів NH^{4+} при збереженні їхньої сумарної концентрації 3-3,5 моль/л. Необхідно відзначити, що суворе підтримання зазначених вище співвідношень концентрацій солі і амоніаку не є критичним фактором: незначне відхилення складу розчинів вилуговування в сторону нестачі вільного аміаку приводить лише до зміни забарвлення розчину в бік більш зелених відтінків. Дана закономірність є результатом зміщення pH з області максимальної буферної ємності в бік більш кислих середовищ. Це сприяє часткового переходу іонів металу в аміачні комплекси з числом лігандів, меншим 6, проте в цілому не позначається на ефективності вилучення нікелю.

Після встановлення оптимального складу розчину для вилучення сполук ніколу (II), більш ретельному вивченню піддавалися закономірності амоніачного вилуговування ніколу з відпрацьованої активної маси позитивного електрода. Була вивчена кінетика взаємодії порошку активної маси в буферному розчині складу 2 M NH_4OH + 1 M NH_4Cl за температурах 298, 323 і 348 K.

Дослідження починали з того, що в кварцовий реактор, забезпечений повітродувкою і зворотним холодильником, заливали буферний розчин, кількістю, якої достатньо для повного вилучення $Ni(OH)_2$, згідно з рівнянням реакції:

$$Ni(OH)_2 + 4\ NH_4OH + 2\ NH_4Cl \rightarrow [Ni(NH_3)_6]Cl_2 + 6\ H_2O \quad (1)$$

При включеній повітродувки, мішалці і працюючому водяному холодильнику за допомогою термостата доводили температуру буфера до заданого значення.

Після встановлення відповідної температури через спеціальну лійку завантажували зразки вихідної сировини масою 0,1 кг і проводили процес його обробки.

Через певні проміжки часу зразки витягували з реактора, ретельно промивали бідистилятом і висушували при 363 К, потім аналізували на вміст сполук ніколу (II) за допомогою лазерного мас-спектрометра ЕМАЛ-2 і вираховували ступінь вилучення $Ni(OH)_2$ (табл.2). Математичну обробку здобутих даних проводили за допомогою програми Sigmaplot-10.1. Отримана залежність ступеня вилучення $Ni(OH)_2$ від температури і тривалості обробки активної маси буферною суміші задовільно описується рівнянням, коефіцієнт кореляції (R) якого становить 0,99:

$$\varphi = - 605{,}18 + 0{,}0045\ \tau\ (320 + \tau) + 0{,}0046\ T\ (728 - T), \qquad (2)$$

де φ - ступінь вилучення, %;

τ - час обробки активної маси буферною сумішшю NH_4OH : 1 М NH_4Cl, хв;

Т - температура обробки, К.

Таблиця 2 – Ступінь вилучення $Ni(OH)_2$ в залежності від температури проведення процесу

Термін обробки, хв	Ступінь вилучення $Ni(OH)_2$, %		
	Температура, К		
	298 К	323 К	348 К
0	0	0	0
10	13,2	15	17,8
20	29,5	38	40
30	44	55,5	63
40	57,2	71,7	80,3
50	65,3	80,3	92
60	68,39	85,5	99,97

На рис.1 представлений графік залежності ступеня вилучення $Ni(OH)_2$ від і часу контактування активної маси з сірчаною кислотою.

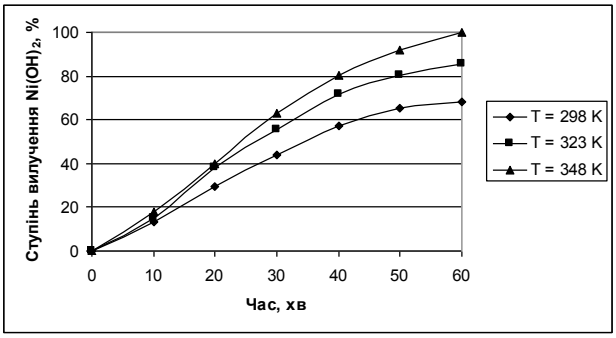


Рис. 1 - Залежність ступеня вилучення $Ni(OH)_2$ від часу і температури обробки вихідної сировини буферною сумішшю NH_4OH : 1 М NH_4Cl

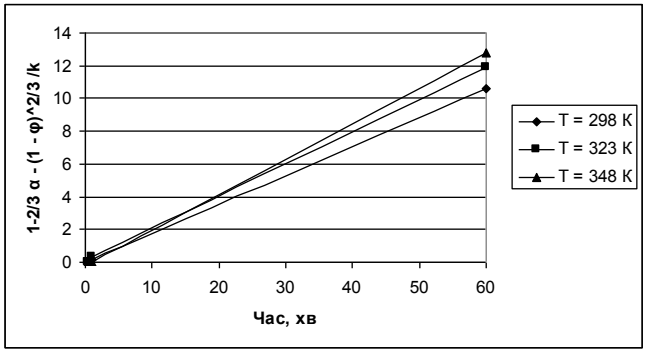


Рис. 2 - Кінетика вилучення $Ni(OH)_2$ буферною сумішшю відповідно до рівняння (4)

Отримані результати, що стосуються ступеня вилучення $Ni(OH)_2$ з активної маси амоніачним буферним розчином, були оброблені за рівнянням, що описує процеси розчинення твердих тіл, що протікають в кінетичної області:

$$1 - (1 - \varphi)^{1/3} = k\ \tau, \qquad (3)$$

де φ- ступінь вилучення,%;

τ - час обробки маси буферним розчином NH_4OH : 1 М NH_4Cl, хв;

і за рівнянням, що характеризує процеси розчинення твердих тіл, яке має місце в дифузійної області [5]:

$$1\text{-}2/3\ \alpha - (1 - \varphi)^{2/3} = k\ \tau. \quad (4)$$

де α- ступінь завершеності процесу,%.

Аналіз отриманих даних покує, що процес вилучення $Ni(OH)_2$ буферною сумішшю досить добре описується рівнянням (4), тобто він протікає в дифузійній області.

На підставі наявних даних були розраховані кінетичні параметри процесу вилучення $Ni(OH)_2$ буферною сумішшю, які наведені в табл. 3. Знайдене значення уявної енергії активації 21,37 кДж / моль також свідчить про протікання процесу вилучення в дифузійної області.

Таблиця 3- Кінетичні параметри процесу вилучення Ni(OH)2 буферною сумішшю

Кінетичні параметри процесу	Температура, К		
	298	323	348
Константа швидкості К, с$^-$	$7{,}4\cdot10^{-3}$	$8{,}1\cdot10^{-3}$	$9{,}3\cdot10^{-3}$
Уявна енергія активації E_a, кДж/моль	21,37		

З метою отримання більш переконливих доказів висловлених вище висновків поряд з рівняннями (3, 4) використовували і рівняння, одне з яких описує перебіг процесу вилучення твердих тіл у кінетичному режимі:

$$1 - \varphi = \frac{\tau}{T_S}, \quad (4)$$

друге - в дифузійному [5]:

$$1 - \varphi^{2/3} = \frac{\tau}{T_S}, \quad (5)$$

де φ - ступінь вилучення $Ni(OH)_2$ з активної маси,%;

τ - поточний момент часу, хв;

T_s - час повного вилучення, хв.

Область протікання процесу вилучення $Ni(OH)_2$ буферною сумішшю складу NH_4OH:NH_4Cl можна визначити і шляхом зіставлення експериментальних даних (рис. 3) з двома різнорідними по конфігурації кривими. Процес, який характеризується кривою, над апроксимується прямою, протікає в дифузійній області. Рис. 3 також свідчить про те, що процес вилучення $Ni(OH)_2$ протікає в дифузійній області.

На підставі проведених досліджень встановлено, що оптимальними умовами для вилучення $Ni(OH)_2$ з активної маси сумішшю розчинів NH_4OH:NH_4Cl з є температура 348 К при тривалості процесу вилучення 60 хвилин.

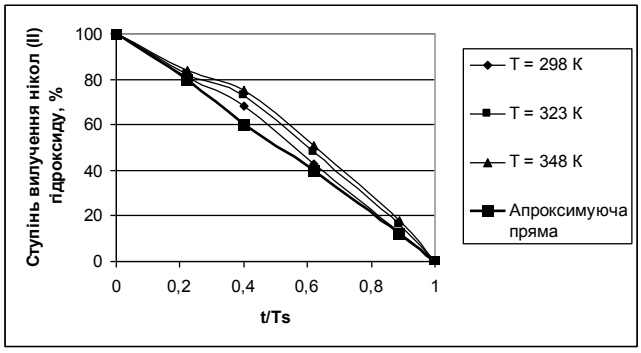


Рис.3 - Криві кінетики вилучення $Ni(OH)_2$ буферною сумішшю

Висновки. Отриманий розчин амоніачного комплексу ніколу (II) разом з нерозчинною частиною активної маси витягували з реактора і поділяли на нутч-фільтрі. Твердий залишок відмивали бідистилятом до негативної проби на іони Cl^-. Висушували при 363 К і аналізували на присутність йонів ніколу.

Перебіг процесу в дифузійної області характерно для систем, в яких відбувається розчинення продукту, який представляє собою сукупність полідисперсних (тобто сильно відрізняються між собою за розмірами і формою) часток. Опис закономірностей таких процесів пов'язане з рядом складнощів:

1. Швидкість процесу вилучення пропорційна площі поверхні твердої фази, яка в ході процесу безперервно зменшується. Залежність площі поверхні від ступеня розчинення невідома через розмаїття форм частинок, їх пористості, відмінності швидкостей вилуговування для різних модифікацій однієї речовини, неоднорідності складу частинок і т.д.

2. Величина конвективних дифузійних потоків у системі зважених часток не може бути надійно визначена навіть для стаціонарного процесу. Ця обставина посилюється через неоднорідностей розмірів часток і розподілу речовини, що не вилучиться з вихідної сировини, за їх обсягом.

Список літератури: 1. *Буянов, Р. А.* Изучение механизма зарождения и роста кристаллов гидроокиси железа / Р. А. Буянов, О. П. Криворучко, И. А. Рыжак // Кинетика и катализ. — 1991. — № 13. — С. 470—478. **2.** *Cornell, B.* Structure of colloidal goethite / B. Cornell // Colloids & Surfases. — 1996. — № 40. — P. 4036. **3**. *Pfeffer, Z.* Polymer state of precipitated goethite / Z. Pfeffer. // Inorgan. Chem. — 1997. — № 56. — P. 261. **4.** Химия координационных соединений : учеб. / под ред. Дж. Бренар. — М. : Изд-во иностр. лит., 1988. — 379 с. **5**. *Von K. Wefer*. Construction and formation mechanism of goethite particles / Von K. Wefer // J. Colloid Interface Sci. — 2001. — № 43. — P. 677. **6**. *Рыжак, И. А.* Изменение структуры трёхвалентного гидроксида железа / И. А Рыжак, О. П. Криворучко, Р. А. Буянов, Л. М. Кефели, А. А. Останьович // Кинетика и катализ. — 1989. — № 10. — С. 377—385.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 666.29.022:546.74

Дослідження кінетичних параметрів процесу вилучення нікол (II) гідроксиду буферним розчином амоніаку й амоній хлориду/ Г. О. Юрченко, А. М. Бутенко, А. О. Лавренко, М. А. Блінков // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.105-109 . – Бібліогр.: 6 назв.

Рассчитаны кинетические характеристики комплекса химических реакций, которые составляют конкретные способы извлечения никеля из вторичного сырья. Приводятся выводы, которые важны для выбора лучшего способа с целью дальнейшего внедрения в производство.

Ключевые слова: никель (II) гидроксид, извлечение, концентрация

Kinetic parameters of chemical reaction complex that completes particular methods of Nickel production from raw material were calculated. The conclusion is also shown. It is important for choosing a better method in order to implement it in industry.

Keywords: nickel (II) hydroxide, the extraction, the concentration of

УДК 664.3:547

А. П. МЕЛЬНИК, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», УкрНДІгаз, Харків;
Д. О. ДЕГТЯРЬОВ, УкрНДІгаз, Харків;
С. Г. МАЛІК, аспірант, НТУ «ХПІ»

ОЦІНКА АДСОРБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АМІДОВАНОЇ ЛЛЯНОЇ ОЛІЇ В РОЗЧИНАХ СОЛЯНОЇ КИСЛОТИ

Досліджено вплив інгібованої соляної кислоти та солянокислотних розчинів на корозію сталей насосно-компресорних труб марок Д, Е та Р 110 при різних температурах. Визначена абсорбційна здатність за захисним ефектом амідованої лляної олії в порівнянні з деякими водорозчинними інгібіторами корозії.

Ключові слова: амідована лляна олія, інгібітор корозії, солянокислотний розчин.

© А. П. МЕЛЬНИК, Д. О. ДЕГТЯРЬОВ, С. Г. МАЛІК, 2013

Вступ. Відомо [1,2], що для інтенсифікації газовидобувних процесів використовуються технології солянокислотних обробок (СКО) свердловин, суть яких полягає в здатності соляної кислоти вступати в реакцію з карбонатними породами з утворенням діхлориду кальцію і діхлориду магнію, які розчинні у воді у значних концентраціях. Таким чином, замість твердої фази, наприклад вапняку, в порах і тріщинах карбонатного колектора в результаті реакції утворюються речовини, що залишаються в розчині, які разом з ним можна видалити з привибійної зони пласта.Часто, крім розчинів соляної кислоти, використовуються спеціальні солянокислотні розчини (СКР), звичайними складовими яких, крім соляної кислоти, є оцтова кислота, метанол, інгібітори корозії та піноутворювачі [4]. Соляна кислота надзвичайно корозійно активний реагент [1].

Для зменшення корозійної агресивності використовують адсорбційно-активні речовини. Зокрема інгібітори корозії – одними з таких речовин є азотопохідні жирних кислот.

Відомо використання для захисту від корозії продуктів амідування етилендіамінів ріпакової олії [3]. Адсорбційні властивості продуктів амідування лляної олії, наведений жирно кислотних склад якої суттєво відрізняється від похідних ріпакової олії і невідомий. Тому дослідження адсорбційних властивостей таких продуктів за їх захисним ефектом по відношенню до сталі насосно-компресоних труб (НКТ), особливо в солянокислотних розчинах є актуальними.

Виходячи з актуальності, мета роботи полягає в дослідженні швидкості корозії деяких сталей у соляній кислоті при різних температурах і визначенні абсорбційної здатності за захисним ефектом амідованої лляної олії в порівнянні з деякими водорозчинними інгібіторами корозії.

Дослідження виконано згідно [6] в 13 % мас. водному розчині інгібованої соляної кислоти (ТУ У 24.1-30688373-001-2001) та СКР в інтервалі температур 30 °С - 95 °С. Така концентрація HCI вибрана тому, що водний розчин такої концентрації часто використовується в промислових умовах. Середню швидкість корозії з двох паралельних вимірювань визначено масометричним методом за зразками–свідками, які виготовлені зі сталей НКТ марок Д, Е та Р 110 розмірами 30 мм × 15 мм × 2 мм у термостатичній установці, де коловий рух рідини відбувався зі швидкістю ≈ 3 м/с, об’єм розчину соляної кислоти – 200 мл. Температура підтримувалась автоматично за допомогою реле з похибкою ± 0,2 ºС Відхилення поточних величин швидкості корозії від середнього значення коливається в межах ± 2г/(м2·год.). Як інгібітори корозії використано ІКУ-118 (ТУ 2415-021-5465030-2007), СВК (ТУУ 21.1-20257936-023-2006) та амідовану лляну олію Інко К (ТУУ 24.6-24841217-002:2008 зі змінами 2012).

Спочатку досліджено закономірності розчинення різних сталей в розчині HCI з ростом температури (рис. 1).

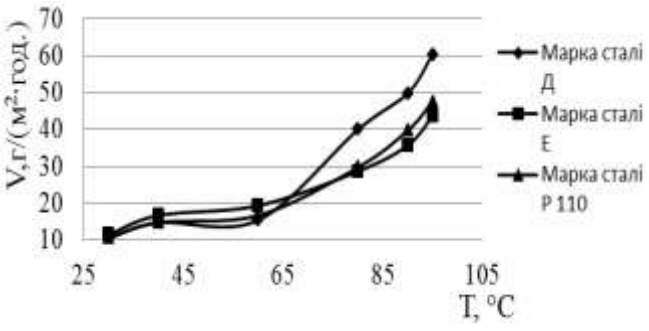


Рис. 1 – Залежність швидкості корозії V від температури Т з використанням зразків сталі НКТ

Порівнюючи залежності, можна говорити про те, що сталь НКТ марки Д більш стійка до температури 60 ºС, а сталь НКТ марки Е та Р 110 при температурах більше 60 ºС

Властивості сталі НКТ марки

Р 110 в інгібованій соляній кислоті мають більш універсальний характер: так до температури 60 ºС швидкість корозії знаходиться на рівні із швидкістю корозії сталі НКТ марки Д,а в інтервалі температур 60 ºС – 95 ºС взаємодіє із інгібованою соляною кислотою на рівні сталі НКТ марки Е. Можна відмітити і те, що від 30 °С до~ 60 ºС швидкості корозії досліджених сталей не перевершують 20 г/(м2·год.), а при температурах > 60 ºС спостерігається різке збільшення швидкості розчинення металу. Подібні закономірності (рис. 2) виявлені і для СКР: 27 % мас. інгібована соляна кислота, вода, метанол, оцтова кислота, цитринова кислота, піноутворювач.

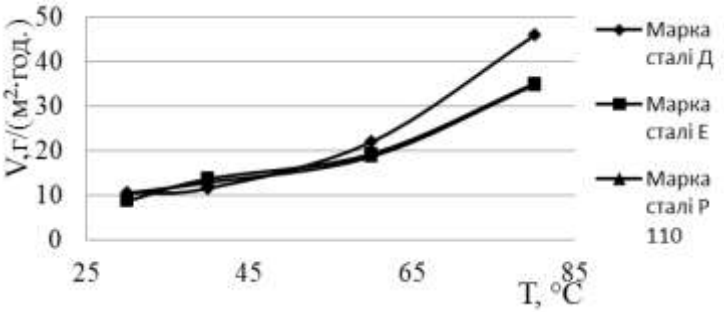


Рис.2 – Залежність швидкості корозії V від температури Т з використанням зразків сталі НКТ в СКР

З наведених залежностей чітко видно, що при температурах (> 30 ºС) швидкість корозії у СКР сталі НКТ марки Д більша, ніж у сталей марки Е та Р 110. При температурі ≈ 50 ºС швидкість корозії у марок сталей Е та Р 110 однакова, з підвищенням температури швидкість корозії цих сталей змінюється також однаково. В СКР, як і в розчині НСІ, зростання швидкості корозії при температурах > 60 ºС більше ніж при температурах до 60 ºС.

Порівняння впливу на швидкість корозії 13 % мас. НСІ і СКР свідчить про те, що при зміні корозійно агресивного середовища при температурах до 60 ºС змінюються закономірності впливу як температури, так і природи сталі НКТ. При підвищених температурах такі зміни не відмічаються, хоча потрібно підкреслити, те що такий висновок оснований на величинах швидкостей корозії, які одержані в результаті екстраполяції.

У зв’язку з тим, що соляна кислота та СКР, зумовлюють достатньо високі швидкості корозії, особливо при збільшенні температури, то для зменшення їх корозійної агресивності необхідно застосовувати інгібітори корозії. Вплив деяких інгібіторів корозії на зміни швидкості корозії при температурах 60 ºС і 80 ºС в СКР та 13 % мас. водному розчині соляної кислоти порівняно з розчинами без інгібіторів корозії наведено в табл 1.

Одержані результати свідчать про те, що інгібітор корозії СВК в інгібованій соляній кислоті стимулює корозію, а в СКР тільки при 60 ºС проявляє незначний захисний ефект. Інгібітор корозії Інко К достатньо ефективно знижує швидкість корозії при підвищених температурах.

В зв’язку з тим, що обробка свердловин солянокислотними розчинами триває заданий час τ, то для оцінки ефективності захисту від рівномірної корозії пропонується критерій δ.

За ефективний інгібітор корозії можна приймати такий, що забезпечує поточні втрати товщини стінки, які менші 0,01мм. Оскільки часто солянокислотні обробки свердловин тривають 4 год., то з врахуванням цього та за даними табл. 1 розраховані втрати товщини стінки сталі марки Д під впливом деяких інгібіторів корозії наведені в табл. 2.

Таблиця 1 – Швидкість корозії Vc сталі НКТ марки Д і захисний ефект (Z) у 13 % мас. водному розчині інгібованої соляної кислоти та СКР в присутності інгібіторів корозії

Корозійне середовище	Інгібітор корозії	Сі, г/л	Швидкість корозії, г/(м2·год), при температурах			
			60 ºС		80 ºС	
			Vc	Z, %	Vc	Z, %
Інгібована соляна кислота	Контрольний	-	19,1	-	36,1	-
	СВК	2	20,6	-8	44,2	-22
	ІКУ-118	2	13,0	32	20,2	44
	Інко К	30	7,9	59	12,4	66
СКР	Контрольний	-	15,6	-	33,2	-
	СВК	2	11,7	25	38,4	-16
	ІКУ-118	2	6,5	58	24,1	27
	Інко К	30	6,2	60	9,7	71

Примітка: 1. СКР – солянокислотний розчин: 2.1 м3 27 % мас. HCI + 1,725 м3 H2O + 1 м3 CH3OH + 0,1 м3 CH3COOH+ 2,5 кг цитринової кислоти + 80 л Сольпен 10 2. Концентрації інгібіторів відповідають заявленим в ТУ. 3. Vc – середня швидкість корозії. 4. Сі - концентрація інгібітору.

Таблиця 2 - Оцінка втрат товщини стінки сталі НКТ марки Д в СКР і у присутності інгібіторів корозії при температурах 60 ºС і 80 ºС

Корозійне середовище	Сі, г/л	Величина критерію δ· 10-3 через 4 год. обробки при температурі ºС,мм	
		60	80
13 % мас. HCI	0	9,7	18,3
13 % мас. HCI + СВК	2	10,5	22,4
13 % мас. HCI + ІКУ 118	2	6,6	10,3
13 % мас. HCI + Інко К	30	6,3	4,0
СКР	0	7,9	16,9
СКР + СВК	2	5,9	19,5
СКР + ІКУ 118	2	3,3	12,2
СКР + Інко К	30	3,1	4,9

З отриманих результатів витікає, що тільки при застосуванні інгібітору корозії Інко К критерій $\delta < 0{,}01$ мм при двох найбільш поширених температурах в НКТ, а тому цей інгібітор має перевагу над іншими інгібіторами.

Висновки. 1. Встановлено, що швидкості корозії сталі НКТ марки Д в 13 % мас. розчину HCI і СКР при температурі 30 ºС майже однакові. При збільшенні температури до 40 ºС швидкість корозії в соляній кислоті більша, ніж в СКР, а при 60 ºС і 80 ºС швидкість корозії - більша в СКР. 2. Визначено, що швидкості корозії сталі НКТ марки Е при температурах 30 ºС - 40 ºС в СКР менша ніж в 13 % мас. розчині HCI, при температурі 60 ºС – практично однакові, а при температурі 80 ºС швидкість корозії - більша в СКР. 3. Швидкості корозії сталі марки Р 110 при температурі 30 ºС однаковів 13 % мас. розчині HCI і СКР, а при температурах 40 ºС - 80 ºС швидкість корозії в СКР - більша. 4. Встановлено, що продукт на основі

амідованої лляної олії проявляє адсорбційні властивості до різних сталей і може бути використаний як інгібітор корозії.

Список літератури*:* **1**. *Логинов Б. Г.* Руководство по кислотным обработкам скважин [Текст] / *Б.Г. Логинов, Л. Г. Малышев, Ш. С. Гарифуллин*. – М.: Недра, 1966. – 222 с. **2.** *Мордвинов В. А*. Механизм воздействия солянокислотных растворов на нефтяной коллектор [Текст]// Нефтяное хозяйство. – 2011. - № 1 – С. 44-46. **3**. Діхтенко К.М. Технологія отримання моноацилгліцеринів амідуванням ріпакової олії: дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: 05.18.06/ *К.М. Діхтенко* –Харків, 2008. – 184с. **4.** *Амелин И. Д*. Прогноз разработки нефтяных залежей на поздней стадии [Текст]/ *И. Д. Амелин, М. Л. Сургучев, А. В. Давыдов*. – М. Недра, 1994. – 308с. **5** *Мельник А. П.* Оцінка швидкості корозії сталі свердловин у присутності соляно-кислотних розчинів та деяких інгібіторів корозії [Текст*]/ А.П. Мельник, В.М. Світлицький, К.М. Діхтенко, Д.О. Дегтярьов, Т.І. Марценюк, В.П. Кравець*. // Питання розвитку газової промисловості України: зб. наук. праць. Вип. XL.: УкрНДІгаз, 2012. - С. 151-155. **6.** Ингибиторы кислотной коррозии. Методы испытаний защитной способности при кислотном травлении металлов: ГОСТ 9.505-86. - [Текст]. – М.: Госстандарт СССР, 1986. – 16 с.

Надійшла до редколегії 10.05.2013

УДК 664.3:547

Оценка адсорбционных свойств амидированного льняного масла в растворах соляной кислоты/ Мельник А. П., Дегтярев Д. А., Малик С. Г. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.109-113 . – Бібліогр.: 6 назв.

Исследовано влияние ингибированной соляной кислоты и солянокислотных растворов на коррозию сталей насосно-компрессорных труб марок Д, Е, и Р 110 при разных температурах. Определены адсорбционные свойства по защитному эффекту амидированного льняного масла в сравнении с некоторыми водорастворимыми ингибиторами коррозии.

Ключевые слова: амидированное льняное масло, ингибитор коррозии, солянокислотный раствор.

Influence of inhibited chloride acid and chloride acid solutions on corrosion of tubing steel mark D, E and P 110 have been developed under different temperatures. Adsorb properties by defensive effect of amidated linseed oil in comparison with some water soluble corrosion inhibitors have been determined.

Keywords: amidated linseed oil, corrosion inhibitor, hydrochloric acid solution.

УДК 621.004

В. А. ЛАБЖИНСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., НТУУ “КПІ”, Київ

РОЗРОБКА МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ДАНИХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

В статті запропоновано авторське бачення мультиагентної системи для потреб здійснення екологічного моніторнигу. Визначено суть мультиагентної системи та її агентів, описано властивості і завдання мультиагентної системи. Зроблена спроба дослідити принципи використання мультиагентних систем в Державній системі екологічного моніторингу довкілля.

Ключові слова: агент, вимоги, властивості, довкілля, екологічний моніторинг, елемент, завдання, мультиагентна система, проектування мультиагентних систем управління.

Визначення загального вигляду проблеми та її зв’язок із завданнями наукового та практичного характеру. Моніторинг – це спостереження за станом об’єкта, яке відображує динаміку змін у ньому та прогнозує розвиток ситуації. З точки зору екологічного підходу моніторинг є своєрідним зворотнім зв’язком в регулюванні екологічної ситуації.

Інструментарій цілого комплексу моніторингових заходів, направлених на прийняття управлінських рішень, містить перш за все інформаційну моніторингову систему.

© В. А. ЛАБЖИНСЬКИЙ, 2013

Як складова інформаційної системи, екологічний моніторинг базується на первинній інформації, що стосується стану і динаміки об'єктів управління. Також вона ґрунтується на усвідомленні ролі навколишнього середовища, яке містить функціонуючу систему. Лише достатньо ефективна система оперативного спостереження дозволяє отримати необхідну первинну інформацію.

Важливим показником ефективності екологічного управління залишається вчасна та адекватна реакція суб'єктів управління на ті зміни, що постійно відбуваються в навколишньому середовищі. Саме для вирішення таких питань покликане використання мультиагентної системи обробки даних для забезпечення екологічного моніторингу.

Мультиагентна система обробки даних включає спостереження, збирання, обробку, передавання, збереження та аналіз інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розробка рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки.

Деякі задачі з теорії технічних мультиагентних систем з'явились разом із появою та розвитком такого поняття, як теорія адаптивних та інтелектуальних систем техніки й управління. Україна поступово входить до світового інформаційного простору, і знаходиться у пошуку найоптимальніших шляхів інформатизації суспільства. Саме тому першочерговою є багатоаспектна проблема автоматизації теперішніх процесів. Головною перевагою під час впровадження мультиагентних систем обробки даних для забезпечення екологічного моніторингу є зменшення вартості і пришвидшення реалізації процесів управління. Але через використання цих систем відчувається нестача реальної автоматизації завдань.

Аналізуючи останні дослідження і публікації, на які спирається автор, оскільки вони містять розв'язання цього питання, можна виділити невирішені частини в загальній проблемі. Їм і присвячена дана стаття. Дослідження в напрямку розробки мультиагентної системи обробки даних для забезпечення екологічного моніторингу слід поділити на два види: функціонування інтелектуальних (мобільних) агентів та специфіка системи екологічного моніторингу.

До першого напряму слід віднести таких науковців, як Бєлецький Я. В., Брусенцев В. О., Гужва В. М., Діденко Д. Г., Ібрагімхалілова Т. В., Ковальський П. В., Коноваленко О. Є., Кравець П. О., Лабжинський В. А., Лисак Н. В., Литвин В. В., Новаківський І. І., Рачинська Г. В., Сегеда О. М., Слюняєв А. С., Філатов В. О. тощо.

Представниками другого напряму є Голуб С. В., Міщенко О. Д., Романюк А. В., Самра Муавия Хассан Хамо, Скрипник В. С.

Серед фундаментальних праць слід виділити: комп'ютерна інформаційно–вимірювальна система для оперативного екологічного моніторингу водного середовища (Романюк А. В.), методологія створення автоматизованих систем багаторівневого соціоекологічного моніторингу (Голуб С. В.), мультиагентна інформаційна технологія адаптивної маршрутизації в мобільних комп`ютерних мережах (Лисак Н. В.), мультиагентна технологія синтезу розподілених ієрархічних систем обробки даних (на прикладі СОД екологічного моніторингу) (Лабжинський В. А.), мультіагентні технології інтеграції гетерогенних інформаційних систем і розподілених баз даних (Філатов В. О.), система екологічного моніторингу та заходи стабілізації довкілля Надвірнянського нафтогазопромислового району (Скрипник В. С.).

Отже, саме зв'язку і взаємодії мультиагентних систем та екологічного моніторингу присвячено лише одну змістовну працю. Відповідно питання залишається досить актуальним і потребує подальших досліджень.

Постановка завдання та формування цілей статті. Метою статті є узагальнення досліджень, які стосуються питань екологічного моніторингу та використання мультиагентних систем для потреб здійснення екологічного моніторнигу.

Відповідно до мети в роботі поставлені і вирішені такі завдання:

з'ясувати сутність елементів мультиагентної системи;

дати визначення поняттю «агент» та «агент мультиагентної системи»;

дослідити особливості функціонування мультиагентної системи;

сформулювати вимоги до мультиагентної системи;

описати властивості і завдання мультиагентної системи;

подати загальні ознаки проектування мультиагентних систем управління;

дослідити принципи використання мультиагентних систем в Державній системі екологічного моніторингу довкілля;

подати рівні мультиагентної системи екологічного моніторингу;

запропонувати модель мультиагентної системи для потреб здійснення екологічного моніторнигу.

Викладення базових матеріалів дослідження з детальним обґрунтуванням наукових результатів, отриманих під час роботи. Для того, щоб вирішити завдання діяльності мультиагентних систем в сфері екологічного моніторингу необхідне використання агентно–орієнтованої технології. Вони засновується на інтелектуальних програмних агентах і збільшують можливості та функціональність сучасних розподілених систем.

Ключовим елементом мультиагентної системи є програмний агент, який сприймає ситуацію, приймає рішення і проводить комунікацію із агентами системи. Такі можливості відрізняють мультиагентні системи від інших, організованих більш жорстко, систем. Окремі модулі в такій системі можуть домовитись про вирішення завдання. Такі модулі починають діалог із користувачем. Вони діють в умовах невизначеності та пропонують уточнення і переоформлення завдань. Без нового формулювання немає змін в системі [1, с. 12].

Інтелектуальним (мобільним) агентом стає агент, здатний переміщатись в розподіленому інформаційному середовищі. В нього є такі властивості:

- автономність;
- взаємодія;
- реактивність;
- проактивність [1, с. 11].

Агент – автономна система, що виробляє та приймає рішення з елементами штучного інтелекту, і для розв'язування задачі взаємодіє з іншими агентами та людиною за допомогою ресурсів інформаційної мережі. Агент функціонує згідно заданих цілей, закладених розробником або власником [9, с. 134].

Агент, по суті, є апаратною або програмною сутністю, здатною діяти згідно мети, поставленої перед нею користувачем. В системі мультиагентних систем діють агенти, які є автономними компонентами, діючими за певним сценарієм. Кожен агент виконує роботу, що наближає всю систему до розв'язання задачі, поставленої загалом [7, с. 159–160].

Агенти і мультиагентні системи – один з сучасних напрямків технології програмування систем управління і зв'язку. Такі агенти доставляють код на віддалені системи. Код розширює функціональні можливості системи. Мультиагентні комплекси розпаралелюють вирішення найбільш складних задач, причому природним шляхом. Агент – направляючий у діях виконавця, головний помічник і порадник [8, с. 84].

Мультиагентні системи засновуються на базі інтелектуальних агентів, які взаємодіють з іншими агентами, і мають функції адаптивної поведінки та навчання на прецедентах, а також толерантність до помилок. Все це діє на рівних засадах із автономним виконанням завдань [7, с. 160].

Мультиагентна система – згруповані агенти інформаційної мережі, які взаємодіють між собою та досягають визначену розробником мету [10, с. 134].

Мультиагентна система побудована у вигляді об'єднання окремих агентів. Її формальне визначення виглядає так:

), (1.1) де:□Agnt,Env,Rel,Org,Act,Com,Evol□□AgentNet (

Agnt є множиною агентів;

Env – середовищем функціонування агентів;

Rel – сукупністю допустимих взаємовідносин між агентами;

Org – визначається як опис правил формування мережі агентів;

Act є набором індивідуальних і спільних дій, стратегій поведінки і вчинків;

Com – це набори індивідуальних і спільних дій або комунікаційних взаємодій;

Evol – можливість еволюції системи [15, с. 308].

Аналізуючи аналоги, ми можемо сформулювати такі вимоги до мультиагентної системи:

– забезпечення переносу коду на різні платформи, коли мобільність пов'язана з поняттям переносу нерозривні;

– доступність на великій кількості платформ;

– багатопотокова обробка;

– підтримка мережної взаємодії;

– безпека.

Мультиагентна система є системою, яку утворюють декілька інтелектуальних агентів, взаємодіючих між собою та з відповідними властивостями властивостями:

- автономності (агенти повністю або частково незалежні);

- спеціалізації та обмеженості знань (кожен з агентів виконує вузькоспеціалізовані функції, не маючи цілісного уявлення про всю систему),

- децентралізація (агенти керують локальними ділянками розподіленої системи) [9, с. 134].

Мультиагентні системи використані для вирішення проблем та питань, які або складно, або неможливо вирішувати послугами одного агента чи монолітної системи. Головна перевага такої системи – це гнучкість, яку можна доповнювати і модифікувати без переписування великої частини програми. Такі системи здатні самовідновлюватись [5, с. 82].

Мультиагентні системи забезпечують найкраще вирішення задач без втручання ззовні, під яким розуміють рішення із витраченням найменшої кількості енергії у випадку, коли ресурси обмежені. Система має в своєму розпорядженні необхідні знання, обчислювальні здібності і ресурси, може розв'язати навіть глобальну проблему без великих зусиль та громіздких процесів [5, с. 82].

Основа мультиагентної системи повинна містити такі модулі:

– інтерфейс;

– функція для взаємодії з користувачем (обробник подій);

– головний модуль координації й керування згідно із поставленим завданням;

– модуль додаткових функцій для роботи з даними (сортування, фільтрація, пошук);

– повернення результатів користувачеві (повідомлення на інтерфейс користувача).

Литвин В. В., на відміну від традиційних поглядів, пропонує також використовувати прецеденти в роботі мультиагентної системи. Метрична оцінка, тобто рішення стосовно близькості даної ситуації до прецеденту буде саме інтелектуальний агент.

Інтелектуальний аґент володіє рядом знань про себе та навколишній світ, його поведінка визначається цими знаннями. Для вищеозначеного підходу агент складеться з бази даних (БД) прецедентів, а також архіву даних (історії функціонування всієї системи) та онтології програмного забезпечення, за яку відповідає цей інтелектуальний агент [13, с. 29].

З метою проектування мультиагентних систем управління використовуються:

– методи колективної поведінки автоматів;

– теорія ігор;

– засоби кооперативного рішення проблем на базі розподіленого штучного інтелекту;

– теорія розкладів;

– методи оптимального планування та адаптивного управління.

За умов мультиагентного управління технічними системами кожна машина розглядається як інтелектуальний об’єкт із власною базою даних і знань. Він адаптується до невідомих умов функціонування, здатних змінюватись в середовищі з перешкодами. Важливе значення в теорії мультиагентного управління отримують методи навчання та адаптації агентів на локальному, тактичному рівні управління, і в цілому на стратегічному управлінському рівні [8, с. 85].

Технічний аспект узгоджується розробленням спеціалізованого технічного і програмного мережного забезпечення, яке орієнтується на виконання програм–агентів. Забезпечення автоматично керує колективами агентів, їх трафіком та обчислювальними ресурсами. Інформаційний аспект підкреслюється зростанням рівня інтелектуальності агентів, які адаптуються до поточних станів системи, навчаються діяти раціонально та самостійно. Вони забезпечують оптимальне вирішення поставлених задач та протидіють цілеспрямованим атакам, можливим зі сторони інших агентів.

Важливими є методи навчання і адаптації окремих агентів на тактичному і на стратегічному рівнях управління. Сьогодні завдяки таким методам та їх модифікації (використані у моделях віртуальної реальності), виконуються наступні завдання інтелектуального управління:

1. Оптимальне або адаптивне планування роботи агентів у середовищі з перешкодами (з використанням локальної або глобальної інформації);

2. Моделювання агента і поведінки інших агентів у віртуальному просторі;

3. Розпізнавання у віртуальному просторі ситуацій;

4. Ухвалення оптимальних рішень;

5. Програмування і адаптивне корегування діяльності агентів;

6. Інтелектуальне, адаптивне і нейромережеве керування діями агентів [15, с. 307].

Процеси відбуваються за допомогою обміну інформацією з різними каналами зв'язку. Мультиагентне управління координує цілеспрямовану діяльність автономних агентів, планує їх поведінку. Воно може адаптуватися до динаміки середовища з перешкодами за умов взаємодії з іншими агентами, вирішувати конфлікти між учасниками процесу на стратегічному рівні управління, навігації і комунікації. [15, с. 307].

В нашому дослідженні технології мультиагентних систем пропонується застосовувати для обробки даних екологічного моніторингу, тому доцільно розглянути масштабність системи.

Створення й функціонування Державної системи екологічного моніторингу довкілля грунтується на наступних принципах:

– систематичність спостережень за станом навколишнього природного середовища і техногенними об'єктами впливу;

– комплексність використання екологічної інформації, що поступає у систему від постачальників – відомчих служб екологічного моніторингу та інших;

– своєчасність отримання та обробки спостережень як на відомчих, так і узагальнюючих рівнях – місцевому, регіональному та національному;

– узгодженість нормативного, організаційного та методичного забезпечення екологічного моніторингу довкілля відповідними суб'єктами управління;

– об'єктивність первинної, аналітичної і прогнозної екоінформації;

– сумісність інформаційного, технічного і програмного забезпечення всіх складових частин;

– оперативність доведення екологічної інформації до суб'єктів управління, інших зацікавлених органів, підприємств, організацій та установ;

– доступність екологічної інформації населенню України та загальній спільноті світу.

Тобто система екологічного моніторингу являє собою глобальну систему з багатьма тисячами учасників, які мають потребу отримувати необхідну актуальну інформацію в режимі реального часу та приймати відповідні управлінські рішення.

Нині профільною проблемою для України лишається інтеграція суб'єктів екологічного моніторингу в цілісну систему, розроблення єдиного методу збирання, накопичення, оброблення і передавання моніторингової інформації. Не менш важливим є узгодження функціонування деяких відомчих систем моніторингу.

Інтеграція екологічних інформаційних систем в цілісну схему, особливо якщо вони належать різним відомствам та охоплюють певні території, як, прикладом, регіональні моніторингові системи, повинна забезпечувати нормативно, організаційно та методично. Важливо сумістити технічне, інформаційне та програмне забезпечення складових частин, комплексно обробити та використати екологічну інформацію, що зберігається в системі моніторингу.

Міжвідомчу комісію з питань моніторингу довкілля створено з метою координації роботи Державної системи моніторингу довкілля, забезпечення функціонування системи на базі єдиного нормативного, методологічного і метрологічного забезпечення, формування уніфікованих технічних компонентів.

Україна приймає участь у вирішенні глобальних екологічних проблем, виконує міжнародні екологічні зобов'язання. Все це потребує забезпечення достовірності вимірювань в оцінках показників екологічної ситуації як по окремих регіонах

України, так і на міжнародному рівні. Завдання це покладається на національну систему моніторингу довкілля.

Задля вирішення екологічної проблеми у світі створюється багато мереж, які охопили державні й недержавні суб'єкти діяльності на всіх рівнях. Такі мережі корисні для обміну екологічною інформацією між різними країнами завдяки впровадженню нових інформаційних технологій.

ООН розробила програму з навколишнього середовища (ЮНЕП), в якій започаткований процес збирання, аналізу та синтезу даних, глобальних і регіональних, які стосуються стану навколишнього середовища. Діє розгалужена мережа 35 партнерських центрів у всьому світі.

Регулярно видається екологічний огляд – «Глобальна екологічна перспектива».

Державна система екологічного моніторингу довкілля України та інших країн повинна відповідати міжнародним стандартам для того, щоб приймати участь в подібних ініціативах. Виникає потреба в перебудові та переорієнтації системи із отриманням нових комплексів первинних даних і нових міжнародних екологічних стандартів.

Основні цілі, здатні забезпечити покращення якості екологічного управління, залежать від трансформації системи екологічного моніторингу. Перш за все мова йде про:

1. Зростання адекватності інформаційної моделі довкілля, що відповідатиме дійсному екологічному стану. Вона формується завдяки даним систематичних спостережень, які здійснюються спеціальними службами суб'єктів екологічного управління, підприємствами, організаціями та установами. Виробничо–інформаційна діяльність на базі дослідних робіт і наукових досліджень необхідна для розвитку такої моделі;

2. Покращення оперативності отримання та достовірності первинних даних, використання найновіших методик, сучасних контрольно– вимірювальних приладів, засобів комп'ютеризації процесів збирання.

3. Накопичення та обробка екологічної інформації на різних рівнях управління;

4. Зростання якості інформаційного обслуговування громадян, споживачів екологічної інформації на різних рівнях управління, формування мережного доступу до розподілених відомчих та інтегрованих банків даних;

5. Комплексна обробка і використання інформації для прийняття необхідних рішень в межах екологічної аналітичної системи.

Отже, мультиагентна система обробки даних для забезпечення екологічного моніторингу повинна складатися з таких рівнів:

– агенти локального рівня по напрямках:

грунти і ландшафти;

водні об'єкти;

атмосферне повітря та опади;

джерела викидів в атмосферу;

наземні, річкові і морські екосистеми;

рослинний покрив земель;

сільськогосподарські тварини і продукти;

природно–заповідний фонд;

геологічне середовище (геологічні, геофізичні, геохімічні, гідрогеологічні, еколого–геологічні характеристики надр);

екзогенні та ендогенні геологічні процеси;

забруднення підземних вод, ґрунтів та донних відкладів;
сейсмічні прояви;
мінерально–сировинна база;
звалища промислових і побутових відходів;
місця утворення, зберігання і видалення відходів;
транскордонне перевезення небезпечних відходів;
об'єкти захоронення радіоактивних відходів;
небезпечні природні явища та техногенні аварії;
об'єкти підвищеної небезпеки;
– агенти регіонального і національного рівня;
– агенти відомчих служб екологічного моніторингу та інших постачальників;
– агенти управлінського рівня:

загальний екологічний моніторинг – параметри й періодичність спостережень за довкіллям, оптимальні за кількістю та розміщенням. Вони підтримують прийняття відповідних рішень на всіх рівнях відомчої та загальнодержавної екологічної діяльності, засновуючись на оцінках і прогнозуванні стану довкілля;

кризовий екологічний моніторинг – спостереження інтенсивного характеру за природними об'єктами, джерелами техногенного впливу, які знаходяться в районах екологічної напруженості, у місцях аварій та небезпечних природних явищ, там, де спостерігаються шкідливі екологічні наслідки. Метою моніторингу є своєчасне реагування на кризові та надзвичайні екологічні ситуації, прийняття рішень стосовно їх ліквідації, створення комфортних умов для життєдіяльності населення і для процесів господарювання;

фоновий екологічний моніторинг – комплексні багаторічні дослідження об'єктів природоохоронних зон, визначних спеціально для оцінки та прогнозування змін у стані екосистем, які віддалені від об'єктів промислової і господарської діяльності, а також для одержання інформації. Це необхідно, щоб визначити фоновий середньостатистичний рівень забруднення довкілля в умовах антропогенного середовища.

Визначивши основні завдання та склад агентів системи, з'ясуємо, які основні моменти привертали увагу вітчизняних дослідників та побудуємо власну модель мультиагентної системи екологічного моніторнигу.

Дослідник Голуб С. В. [2] розглядає науково–методичні основи автоматизованого управління системами.

Він діє на основі виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, застосовуючи теорію ієрархічних систем, системний підхід, методи та засоби сучасних інформаційних технологій. Відповідно до запропонованого принципу у роботі розглянуті зниження суміщеності структур та сигналів моделі, методи, алгоритми, програмні засоби координації локальних алгоритмів обробки інформації. Все це діє в межах ієрархічних багаторівневих систем соціоекологічного моніторингу.

Використання такої інформації дає змогу створювати автоматизовані системи соціоекологічного моніторингу із достовірною кількістю результатів моніторингу. Крім того, це суттєво підвищує оперативність та ефективність прийняття рішень стосовно управління техногенним навантаженням на довкілля.

У дисертаційній роботі Романюка А. В. [16] створюються теоретичні засади комп'ютерної інформаційно–вимірювальної системи, яка би діяла для оперативного

екологічного моніторингу з підвищеною точністю визначення параметрів водного середовища.

Автор окреслює важливість впровадження мультиагентної системи, розглядає коло проблем з теоретико–методологічної точки зору. Існує програмне забезпечення засобів та методів експериментального дослідження параметрів водного середовища, прописаних мовою С++. Його прямими перевагами є продуктивність та ефективність використання пам'яті. Крім того, клієнти отримують зручний доступ по мережі до баз даних згідно протоколу HTTP. Актуальна і робота в реальному часі, є можливість одночасно опрацювати результати вимірів та передавати дані за поданою адресою. Все це є важливим під час виявлення та запобігання техногенних катастроф.

Але все ж проблемам агентів системи сьогодні приділено не достатньо уваги.

В своїй роботі Лабжинський В. А. [11] описує та застосовує до практичних потреб мультиагентну технологічну систему екологічного моніторингу. Автор пропонує загальну методику побудови такої системи, в той час як сучасні потреби вимагають дослідження не глобальної складової, а поетапне виконання завдань за кожним запропонованим напрямком (наприклад, грунти, води, атмосфера, рослини тощо), та їх пошагове застовування відповідними державними інституціями. Після чого мультиагентну систему можна об'єднувати в глобальну мережу екологічної інформації.

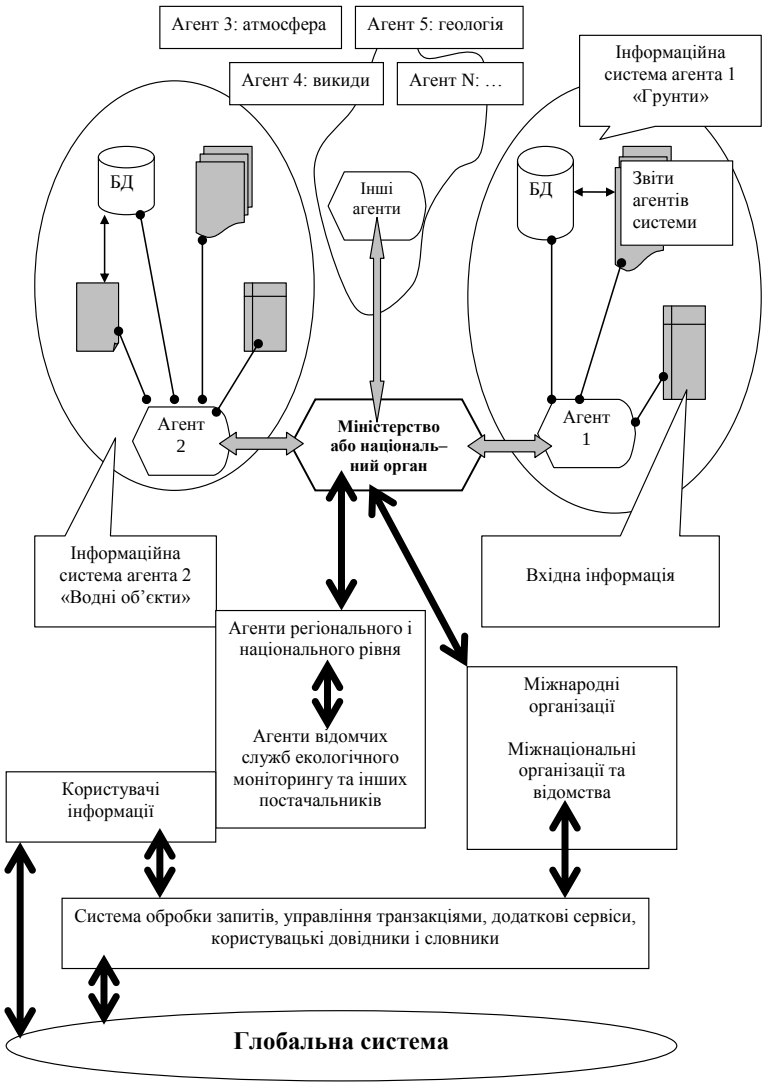


Рис. - Модель структури мультиагентної системи (*Джерело: розроблено автором*)

Узагальнюючи змістовні дослідження питань екологічного моніторингу і використання мультиагентних технологій, розглянемо модель мультиагентної системи для потреб здійснення екологічного моніторнигу (рис.).

Отже, для мультиагентних систем обробки даних для забезпечення екологічного моніторингу необхідним є дослідження додаткових сервісів, направлених на контроль та управління діями автономних інтелектуальних агентів:

– розроблення та ведення бази нормативних правил поведінки різних агентів у мережі;

– виявлення сигнатур агентів з несанкціонованими діями, їх виправлення, лікування або вилучення з мережі;

– розроблення сервісних агентів для виконання операцій розподіленого контролю за дотриманням нормативних правил поведінки;

– вирішення конфліктів агентів на ґрунті нормативних правил;

– виявлення та усунення протиріч в інформаційних базах агентів;

– планування задач, синхронізація та координація дій;

– забезпечення пластичності агентів однієї популяції для досягнення сформульованої мети при зміні інфраструктури взаємодії агентів;

– забезпечення комунікаційних послуг та інтерфейсів для спілкування агентів з агентами і з користувачами;

– консультування, навчання та допомога агентам у прийнятті раціональних рішень.

Висновки з дослідження та перспективи подальшої роботи в даному напрямку. Розглядаючи вищенаведені матеріали, ми робимо висновок, що екологічний моніторинг є цілим комплексом методів та засобів, науково–інформаційною системою спостережень, оцінки й прогнозування змін в стані навколишнього середовища та живих організмів під впливом факторів антропогенного характеру.

Агентний підхід є доволі гнучким і дозволяє реалізувати і впровадити нову функціональність системи обробки даних в процесі забезпечення екологічного моніторингу.

Базуючись на сформованих вимогах до мультиагентної системи розроблена теоретична модель агентної системи, необхідна для здійснення екологічного моніторнигу.

Збільшення продуктивності сучасних обчислювальних систем, розвиток інформаційних мереж, технологій та засобів паралельного та розподіленого програмування дали можливість додатково досліджувати колективну поведінку агентів та розподіленого штучного інтелекту, децентралізованого керування, прийняття рішень тощо. Результатом реконструкції та інтеграції знань цих областей є новий науковий напрямок, орієнтований на роботу з агентами.

Список літератури: 1. *Бєлецький Я. В.* Удосконалення мережі мобільних платіжних терміналів // Вісник КНУТД. – 2012. – №4. – С. 11–16. **2.** *Голуб С. В.* Методологія створення автоматизованих систем багаторівневого соціоекологічного моніторингу: дис... д–ра техн. наук: 05.13.06 / *Голуб Сергій Васильович* ; НАН України; Інститут проблем математичних машин і систем. – К., 2008. – 408 арк. **3.** *Гужва В. М.* Моделювання мультиагентних систем для управління логістичними процесами на підприємствах: Автореф. дис... канд. екон. наук: 08.03.02 / *Гужва Володимир Михайлович* ; Київський національний економічний ун–т. – К., 2002. – 17с. **4.** *Диденко Д. Г.* Мультиагентная система дискретно–событийного имитационного моделирования OpenGPSS [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / *Диденко Дмитрий Георгиевич* ; Нац. техн. ун–т Украины «Киев. политех. ин–т». – К., 2010. – 155 л. **5.** *Ібрагімхалілова Т. В.* Альтернативні методи моделювання ефективного механізму функціонування логістичної системи інноваційного типу // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2012. – №1 (172), ч.2. – С. 81–85. **6.** Індуктивне моделювання складних систем. Збірник наукових праць // Відп. редактор *В. С. Степашко* – Київ: Міжнар. наук.– навч. центр інформ. технологій та систем НАН та МОН України, 2011.– Вип. 1. – 246 с. **7.** *Ковальський П. В., Кравець П. О.* Інформаційна мультиагентна система випробування стійкості алгоритмів шифрування даних // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2008 – №610. – С. 159–166. **8.** *Коноваленко О. Є., Брусенцев В. О.* Адаптивні мультиагентні системи управління та зв'язку // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2007. – №1. – С. 84–86. **9.** *Кравець П. О.* Динамічна координація стратегій мультиагентних систем // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – №699. – С. 134–144. **10.** *Кравець П. О., Сегеда О. М.* Безпека мультиагентних програмних систем // Тези доповідей II

міжнародної НПК «Безпека та захист інформації в інформаційних системах». – С. 134–135. **11.** *Лабжинський В. А.* Мультиагентна технологія синтезу розподілених ієрархічних систем обробки даних (на прикладі СОД екологічного моніторингу) [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / *Лабжинський Володимир Анатолійович* ; Нац. техн. ун–т України «Київ. політехн. ін–т». – К., 2011. – 196 арк. **12.** *Лисак Н. В.* Мультиагентна інформаційна технологія адаптивної маршрутизації в мобільних комп`ютерних мережах: дис... канд. техн. наук: 05.13.06 / *Лисак Наталія Володимирівна* ; Вінницький національний технічний ун–т. – Вінниця, 2008. – 169 арк. **13.** *Литвин В.В.* Мультиагентні системи підтримки прийняття рішень, що базуються на прецедентах та використовують адаптивні онтології // Искусственный интеллект. – 2009 . – №2. – С. 24–33. **14.** *Міщенко О. Д.* Мультиагентні технології як основа для управління містобудівними системами // Містобудування та територіальне планування. – 2009. – №33. – С. 101–106. **15.** *Новаківський І. І., Рачинська Г. В.* Застосування штучного інтелекту для управління інноваційними процесами у ланцюгах вартості // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – №720. – С. 303–309. **16.** *Романюк А. В.* Комп'ютерна інформаційно–вимірювальна система для оперативного екологічного моніторингу водного середовища [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.05 / *Романюк Анатолій Володимирович* ; Нац. ун–т «Львів. політехніка». – Л., 2009. – 182 арк. **17.** *Самра Муавия Хассан Хамо.* Нейросетевые методы и средства распознавания газов для медицинской диагностики и экологического мониторинга: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.23 / *Самра Муавия Хассан Хамо*; Винниц. нац. техн. ун–т. – Винница, 2008. – 150 л. **18.** *Скрипник В. С.* Система екологічного моніторингу та заходи стабілізації довкілля Надвірнянського нафтогазопромислового району: дис... канд. техн. наук: 21.06.01 / *Скрипник Василь Степанович*; Надвірнянський коледж Національного транспортного ун–ту. – Надвірна, 2006. – 286арк. **19.** *Слюняєв А. С.* Методика побудови інтелектуальної інформаційно–керуючої системи аеропорту на основі мультиагентного підходу [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / *Слюняєв Артем Сергійович* ; Київ. нац. ун–т ім. Т. Шевченка. – К., 2011. – 203 арк. **20.** *Філатов В. О.* Мультіагентні технології інтеграції гетерогенних інформаційних систем і розподілених баз даних: дис... д–ра техн. наук: 05.13.06 / *Філатов Валентин Олександрович* ; Харківський національний ун–т радіоелектроніки. – Х., 2005. – 421 арк.

Надійшла до редколегії 12.05.2013

УДК 621.004

Розробка мультиагентної системи обробки даних для забезпечення екологічного моніторингу/ В. А. Лабжинський// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.113-123 . – Бібліогр.: 20 назв.

В статье предложено авторское видение мультиагентной системы для потребностей осуществления экологического мониторнига. Определена суть мультиагентной системы и ее агентов, описаны свойства и задачи мультиагентной системы. Предпринята попытка исследовать принципы использования мультиагентных систем в Государственной системе экологического мониторинга окружающей среды.

Ключевые слова: агент, требования, свойства, окружающая среда, экологический мониторинг, элемент, задачи, мультиагентная система, проектирование мультиагентных систем управления.

Annotation. In article suggests author's vision of multi-agent system for the purpose of implementation of ecological monitoring. Determined the essence of multi-agent systems and its agents, and describes the properties of multi-agent problem. Attempt to investigate the use of the principles of multi-agent systems in the state system of ecological monitoring of the environment.

Keywords: agent, claims, property, environment, ecological monitoring, element, task, multi-agent systems, elaboration of multi-agent systems.

УДК 665.9

С. О. ПРИСТАЙЛОВ, канд. техн. наук, доц., НТУУ «КПИ», Киев;
С. А. ВЛАСЮК, студент, НТУУ «КПИ», Киев

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ И ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА СУШКИ ПЭТФ-ГРАНУЛЯТА

Разработана математическая модель процесса сушки ПЭТФ-гранулята до заданного влагосодержания, что является необходимым условием для стабильности дальнейшего технологического процесса.

Ключевые слова: ПЭТФ-гранулят, сушка гранул, многофакторный эксперимент, смеситель типа пьяная бочка, изготовление ПЭТФ-тары.

Введение. На сегодняшний день накоплен определенный объем научно-технической информации о возможности стабильного проведения процесса перевода гранулированного полимера в состояние расплава [1] (вязкотекучее состояние) при оптимизации режимов его сушки [2]. Необходимо учитывать, что: лишь при влагосодержания полимера менее 0,01% может быть получен достаточно стабильный во времени расплав [3], продолжительность плавления каждой частицы полимера должна быть одинаковой [4], что обусловлено идентичностью размеров и структуры гранул [5].

Формирование задачи исследований. Была поставлена задача разработать математическую модель процесса сушки ПЭТФ-гранулята до необходимого влагосодержания (0,01-0,005%) в заданных пределах.

Экспериментальная установка. Опыты по изучению оптимальных условий процесса сушки ПЭТФ-гранулята проводились на экспериментальной вакуум-сушилке типа «пьяная бочка», изображенной на рис. 1.

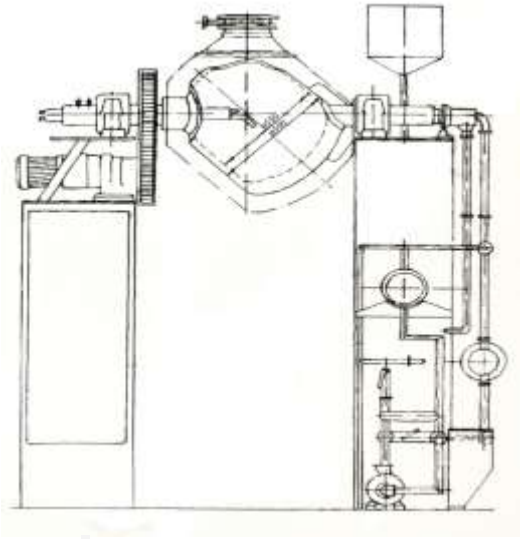


Рис. 1 - Смеситель типа пьяная бочка, состоящий из емкости для сушки гранулята вместимостью 100 дм^3, вакуумной линии, системы обогрева и щита управления

Сушилка смонтирована на профильной стальной раме. Барабан сушилки изготовлен из нержавеющей стали и имеет двойную рубаху по всей поверхности. Теплоноситель - минеральное масло АМТ-100. Благодаря изоляции поверхность барабана не нагревается выше 45°С. Внутри барабана установлена термопара для контроля температуры среды внутри сушилки и патрубок для создания вакуума в барабане сушилки. Барабан сушилки приводится во вращение с помощью электродвигателя через двухступенчатый редуктор. Частота вращения - 20 об/мин.

Методика проведения исследований

При изучении такого процесса, как сушка гранулята, наиболее существенными факторами [6], влияющими на влагосодержание высушиваемого материала, является

© С. О. ПРИСТАЙЛОВ, С. А. ВЛАСЮК, 2013

диаметр гранул последнего, время сушки и температура, при которой проходит технологический процесс.

Серия опытов по сушке ПЭТФ-гранулята проводилась по составленной матрице планирования с равномерным дублированием экспериментов. Всего было произведено 8 серий опытов. Каждый опыт дублировался 4 раза, следовательно, дублирование является равномерным. Итого было проведено 32 опыта.

Варьируемыми факторами были взяты: диаметр гранул (d), температура сушки (Т) и время (τ), необходимое для достижения допустимого уровня влагосодержания. Границы варьирования параметров: диаметр (d) - 2,98 ... 4,16 мм, интервал варьирования 0,59 мм, температура (Т) - 140 ... 180°С, интервал варьирования 20°С; время (τ) - 175 ... 415мин, интервал варьирования 120мин.

Построение регрессионной модели в виде степенной функции

1. Расчет коэффициентов регрессии

Уравнения регрессии в виде степенной функции относительно полного трёхфакторного эксперимента записывается следующим образом:

$$\hat{y} = a_0 \cdot (a_1)^{X_1} \cdot (a_2)^{X_2} \cdot (a_3)^{X_3} \cdot (a_{12})^{X_1 \cdot X_2} \cdot (a_{13})^{X_1 \cdot X_3} \cdot (a_{23})^{X_2 \cdot X_3} \cdot (a_{123})^{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3}, \quad (1)$$

где a_1, a_2, a_3, a_{12}, a_{13}, a_{23}, a_{123} – коэффициенты.

После логарифмирования обеих частей уравнения (1) получим:

$$\ln(\hat{y}) = \ln(a_0) + X_1 \cdot \ln(a_1) + X_2 \cdot \ln(a_2) + X_3 \cdot \ln(a_3) + X_1 \cdot X_2 \cdot \ln(a_{12}) + X_1 \cdot X_3 \cdot \ln(a_{13}) + X_2 \cdot X_3 \cdot \ln(a_{23}) + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot \ln(a_{123}). \quad (2)$$

Введем следующие обозначения:

$$\ln(\hat{y}) = Z;\ \ln(a_0) = b_0;\ \ln(a_1) = b_1;\ \ln(a_2) = b_2;\ \ln(a_3) = b_3;$$
$$\ln(a_{12}) = b_{12};\ \ln(a_{13}) = b_{13};\ \ln(a_{23}) = b_{23};\ \ln(a_{123}) = b_{123}.$$

Тогда уравнение (2) принимает вид:

$$Z = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3. \quad (3)$$

После нахождения в уравнении (3) неизвестных коэффициентов b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123} следует провести обратную замену переменных:

$$\hat{y} = e^z \quad (4)$$

Коэффициенты в уравнении (3) рассчитываются по зависимости:

$$b_i = \frac{\sum_{u=1}^{N} X_{i_u} \cdot Z_u}{N}, \quad (5)$$

где Z_u – новая переменная, $Z_u = \ln(\bar{y}_u)$, $\bar{y}_u$ - средние арифметические значения функции отклика.

Расширенная матрица планирования для расчета коэффициентов в уравнении (3) имеет вид, показанный в табл. 1.

Таблица 1 - Расширенная матрица плана 2^3 для регрессионной модели в виде степенной функции

Номер опыта	X_0	X_1	X_2	X_3	$X_4 = X_1X_2$	$X_5 = X_1X_3$	$X_6 = X_2X_3$	$X_7 = X_1X_2X_3$	$\bar{y}_u$, %	$Z_u = \ln(\bar{y}_u)$
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	$32{,}7 \cdot 10^{-3}$	-3,42
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	$47{,}1 \cdot 10^{-3}$	-3,055
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	$17{,}9 \cdot 10^{-3}$	-4,022
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	$22{,}0 \cdot 10^{-3}$	-3,817
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	$7{,}7 \cdot 10^{-3}$	-4,867
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	$11{,}7 \cdot 10^{-3}$	-4,448
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	$5{,}6 \cdot 10^{-3}$	-5,185
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	$5{,}3 \cdot 10^{-3}$	-5,24

Рассчитаем коэффициенты в уравнении (3) по зависимости (5) с учетом знаков X_i в столбцах табл. 1:

$$b_0 = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8}{8} = \frac{-3{,}42 - 3{,}055 - 4{,}022 - 3{,}817 - 4{,}867 - 4{,}448 - 5{,}185 - 5{,}24}{8} = -4{,}257;$$

$$b_1 = \frac{-Z_1 + Z_2 - Z_3 + Z_4 - Z_5 + Z_6 - Z_7 + Z_8}{8} = \frac{3{,}42 - 3{,}055 + 4{,}022 - 3{,}817 + 4{,}867 - 4{,}448 + 5{,}185 - 5{,}24}{8} = 0{,}117;$$

$$b_2 = \frac{-Z_1 - Z_2 + Z_3 + Z_4 - Z_5 - Z_6 + Z_7 + Z_8}{8} = \frac{3{,}42 + 3{,}055 - 4{,}022 - 3{,}817 + 4{,}867 + 4{,}448 - 5{,}185 - 5{,}24}{8} = -0{,}309;$$

$$b_3 = \frac{-Z_1 - Z_2 - Z_3 - Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8}{8} = \frac{3{,}42 + 3{,}055 + 4{,}022 + 3{,}817 - 4{,}867 - 4{,}448 - 5{,}185 - 5{,}24}{8} = -0{,}678;$$

$$b_{12} = \frac{Z_1 - Z_2 - Z_3 + Z_4 + Z_5 - Z_6 - Z_7 + Z_8}{8} = \frac{-3{,}42 + 3{,}055 + 4{,}022 - 3{,}817 - 4{,}867 + 4{,}448 + 5{,}185 - 5{,}24}{8} = -0{,}079;$$

$$b_{13} = \frac{Z_1 - Z_2 + Z_3 - Z_4 - Z_5 + Z_6 - Z_7 + Z_8}{8} = \frac{-3{,}42 + 3{,}055 - 4{,}022 + 3{,}817 + 4{,}867 - 4{,}448 + 5{,}185 - 5{,}24}{8} = -0{,}026;$$

$$b_{23} = \frac{Z_1 + Z_2 - Z_3 - Z_4 - Z_5 - Z_6 + Z_7 + Z_8}{8} = \frac{-3{,}42 - 3{,}055 + 4{,}022 + 3{,}817 + 4{,}867 + 4{,}448 - 5{,}185 - 5{,}24}{8} = 0{,}032;$$

$$b_{123} = \frac{-Z_1 + Z_2 + Z_3 - Z_4 + Z_5 - Z_6 - Z_7 + Z_8}{8} = \frac{3{,}42 - 3{,}055 - 4{,}022 + 3{,}817 - 4{,}867 + 4{,}448 + 5{,}185 - 5{,}24}{8} = -0{,}039.$$

Таким образом, получены следующие значения коэффициентов в уравнении (3) (табл. 2):

Таблица 2 - Значения коэффициентов в уравнении (3)

b_0 (X_0)	b_1 (X_1)	b_2 (X_2)	b_3 (X_3)	$b_{12} = b_4$ ($X_1 \cdot X_2$)	$b_{13} = b_5$ ($X_1 \cdot X_3$)	$b_{23} = b_6$ ($X_2 \cdot X_3$)	$b_{123} = b_7$ ($X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$)
−4,257	0,117	−0,309	−0,678	−0,079	−0,026	0,032	−0,039

В уравнении (3) использована замена переменных, при которой изменяются исходные значения функции отклика: $Z_u = \ln(\bar{y}_u)$. Несмотря на это, оценить статистическую значимость коэффициентов, входящих в данное уравнение, по методике, которая используется для расчета неполной квадратичной модели, невозможно. Для того, чтобы корректно вычислить дисперсию неадекватности, из уравнения (3) следует исключить малейший по абсолютному значению коэффициент. Таким согласно данным табл. 2 является коэффициент b_{13}. Его и исключаем из математической модели. Тогда уравнение (3) принимает вид:

$$Z = -4{,}257 + 0{,}117 \cdot X_1 - 0{,}309 \cdot X_2 - 0{,}678 \cdot X_3 - 0{,}079 \cdot X_1X_2 + 0{,}032 \cdot X_2X_3 - 0{,}039X_1X_2X_3 \quad (6)$$

2. Проверка адекватности модели

Для оценки адекватности математической модели эксперимента используют вариацию аппроксимации. Вариация аппроксимации не зависит от дисперсии эксперимента, а определяется исключительно величиной дисперсии неадекватности:

$$Va = \frac{\sqrt{S^2_{неад}} \cdot 100\%}{\bar{y}}, \quad (7)$$

где $\bar{y}$ - среднее арифметическое значение функции отклика всех опытов.

Если вариация аппроксимации не превышает 10%, регрессионная модель признается адекватной эксперимент. Если вариация аппроксимации превышает 10%, построена математическая модель неадекватно описывает эксперимент.

В данном примере:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{u=1}^{8} \bar{y_u}}{N} = \frac{150 \cdot 10^{-3}}{8} = 18{,}75 \cdot 10^{-3};$$

$$S^2_{неад} = \frac{0{,}45 \cdot 10^{-5}}{1} = 0{,}45 \cdot 10^{-5};$$

$$V_a = \frac{\sqrt{0{,}45 \cdot 10^{-5}} \cdot 100\%}{8} = 0{,}03\%.$$

Поскольку вариация аппроксимации не превышает 10%, математическую модель следует признать адекватной эксперименту.

3. Переход к натуральным значениям в уравнении регрессии

Для перехода от кодированных значений факторов к их истинным (натуральным) значениям в уравнениях (4) и (6) следует провести замены переменных (8):

$$X_1 = \frac{x_1 - x_{10}}{\Delta x_1}; \; X_2 = \frac{x_2 - x_{20}}{\Delta x_2}; \; X_3 = \frac{x_3 - x_{30}}{\Delta x_3}, \quad (8)$$

где X_1, X_2, X_3 – кодированные значения факторов, которые могут варьироваться от -1 до +1 (факторами являются диаметр гранул, температура процесса сушки и время прохождения процесса).

X_1, X_2, X_3 - соответственно диаметр гранул, температура процесса сушки и время прохождения процесса сушки, в единицах измерения: X_1 = 4,16…2,98 мм (d), X_2 = 140…180 °С (Т), X_3 = 175…415 мин (τ);

X_{10}, X_{20}, X_{30} – основной уровень, относительно которого проводится варьирования заданных параметров: X_{10} = 3,57 мм = $3{,}57 \cdot 10^{-3}$ м (d), X_{20} = 160°C (T), X_{30} = 295 мин = 17700 с (τ);

ΔX_1, ΔX_2, ΔX_3 – интервал варьирования заданных параметров: ΔX_1 = 0,59 мм = $0{,}59 \cdot 10^{-3}$ м (d), ΔX_2 = 20°C (T), ΔX_3 = 120 мин = 7200 с (τ).

После замены переменных уравнения (4) і (6) принимают вид:

$$Z = -4{,}257 + 0{,}117 \cdot X_1 - 0{,}309 \cdot X_2 - 0{,}678 \cdot X_3 - 0{,}079 \cdot X_1 X_2 + 0{,}032 \cdot X_2 X_3 - 0{,}039 X_1 X_2 X_3 \rightarrow$$

$$\rightarrow Z = -4{,}257 + 0{,}117 \cdot \left(\frac{X_1 - 3{,}57 \cdot 10^{-3}}{0{,}59 \cdot 10^{-3}}\right) - 0{,}309 \cdot \left(\frac{X_2 - 160}{20}\right) - 0{,}678 \cdot \left(\frac{X_3 - 17700}{7200}\right) - 0{,}079 \cdot \left(\frac{X_1 - 3{,}57 \cdot 10^{-3}}{0{,}59 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{X_2 - 160}{20}\right) + 0{,}032 \cdot \left(\frac{X_2 - 160}{20} \cdot \frac{X_3 - 17700}{7200}\right) - 0{,}039 \cdot \left(\frac{X_1 - 3{,}57 \cdot 10^{-3}}{0{,}59 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{X_2 - 160}{20} \cdot \frac{X_3 - 17700}{7200}\right);$$

$$\hat{y} = e^{z}.$$

Итак, математическая модель, адекватная процессу сушки ПЭТ-гранулята в зависимости от диаметра гранул, температуры и времени сушки, в виде степенной функции может быть представлена следующим образом:

$$Y_p^{ст} = exp\left(\begin{array}{l} -4{,}257 + 0{,}117 \cdot \left(\frac{d - 3{,}57 \cdot 10^{-3}}{0{,}59 \cdot 10^{-3}}\right) - 0{,}309 \cdot \left(\frac{T - 160}{20}\right) - 0{,}678 \cdot \\ \left(\frac{\tau - 17700}{7200}\right) - 0{,}079 \cdot \left(\frac{d - 3{,}57 \cdot 10^{-3}}{0{,}59 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{T - 160}{20}\right) + \\ 0{,}032 \cdot \left(\frac{T - 160}{20} \cdot \frac{\tau - 17700}{7200}\right) - 0{,}039 \cdot \left(\frac{d - 3{,}57 \cdot 10^{-3}}{0{,}59 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{T - 160}{20} \cdot \frac{\tau - 17700}{7200}\right) \end{array}\right)$$

Список литературы: 1. *Лыков М. В.* Сушка в химической промышленности [Текст] / *М. В. Лыков* - М. Химия, 1970,429 с. **2.** *Лыков А. В.* Теория сушки [Текст] / *А. В. Лыков* - Изд. 2-ое, М., Энергия, 1968, 470 с. **3.** *Ребиндер П. А.* Всесоюзное научно-техническое совещание по интенсификации процессов и улучшению качества материалов при сушке в основных отраслях промышленности и сельского хозяйства [Текст] / *П. А. Ребиндер* - М. Профиздат,1956, с. 10-12. **4.** *Сажин Б. С., Сажин В. Б.* Научные основы техники сушки [Текст] / *В. Б. Сажин, Б. С. Сажин* - М., Наука, 1997, 447 с. **5.** *Сажин Б. С.* Основы техники сушки [Текст] / *Б. С. Сажин* - М., Химия, 1984. **6.** *Сажин Б. С., Шадрина Н. Е.* Выбор и расчет сушильных установок на основе комплексного анализа влажных материалов как объектов сушки [Текст] / *Н. Е. Шадрина, Б. С. Сажин* - М., Изд. МТИ, 1979, 93 с.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 665.9

Исследование влияния условий и факторов процесса сушки ПЭТФ-гранулята/ С. О. Пристайлов, С. А. Власюк // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С. 124-128. – Бібліогр.: 6 назв.

Розроблено математичну модель процесу сушіння ПЕТ-грануляту до заданого вологовмісту, що є необхідною умовою для стабільності подальшого технологічного процесу.

Ключові слова: ПЕТ-гранулят, сушка гранул, багатофакторний експеримент, змішувач типу п‘яна бочка, виготовлення ПЕТ-тари.

A mathematical model of the drying of PET granulate to a specified moisture content, which is essential for the stability of the subsequent process, has been developed.

Keywords: PET granules, drying granules, multivariate experiment, mixer drunk barrel type, PET containers manufacture.

УДК 622.243

В. П. ЧЕРВИНСКИЙ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»,
В. В. ВАСИЛЕНКО, студент, НТУ «ХПИ»,
В. П. ГОЛУБЕНКО, студент, НТУ «ХПИ»

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОБУРОВ ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН

В статье рассмотрено применение электробуров для бурения нефтяных и газовых скважин, проанализированы его преимущества над другими способами бурения. Исследована конструкция электробуровой установки.

Ключевые слова: электробур, токоподвод, шпиндель, редуктор, механизм искривления, телеметрическая система, токоприемник.

Современный этап развития нефтегазовой промышленности, показывает необходимость бурения на все больших глубинах, а также при необходимости бурение горизонтальных участков скважин. Эти факторы обуславливают использование новых технологий в нефтегазовой отрасли. Такой технологией является применение электробурения, которое в ряде случаев превосходит роторное бурение и бурение гидравлическими забойными двигателями не только по технологическим, но и по экономическим показателям.

В мировой практике, при бурении нефтяных и газовых скважин, применяются следующие способы бурения:

— роторный, когда вращение долоту передаётся вращающейся колонной бурильных труб;

— бурение турбобуром - гидравлическим забойным двигателем, когда буровая колонна совершает поступательное движение, а вращение долота обеспечивается турбинным двигателем;

— бурение винтовыми гидравлическими двигателями - наиболее современный способ бурения, при котором долото вращает ротор винтовой пары;

— бурение электробуром, когда вращение долоту передаётся асинхронным трёхфазным электродвигателем, связанным с поверхностью кабельными секциями.

С 1965 года промышленное освоение электробурения для нефтяных и газовых скважин началось на Харьковском электромеханическом заводе, а с 1972 года передано Харьковскому заводу «Потенциал», который является единственным производителем данного вида оборудования в мире.

За годы применения электробурения наибольший объём пришелся на Башкортостан, где было пробурено около семи миллионов метров горных пород в 2500 скважинах. Помимо этого региона электробурение осуществлялось в Туркменистане, Азербайджане и на Украине. Всего было пробурено 12,5 миллионов метров горных пород.

По ряду объективных и субъективных причин электробурение с 2008 года по настоящее время было прекращено.

В процессе внедрения электробурения решались сложные технические проблемы, в частности были созданы:

— уникальная конструкция длинных электродвигателей большой мощности, диаметрами 164 - 290 мм;

— конструкция надежной обмотки забойного электродвигателя, способная

© В. П. ЧЕРВИНСКИЙ, В. В. ВАСИЛЕНКО, В. П. ГОЛУБЕНКО, 2013

— работать в масле в условиях значительных вибраций;

— пята на подшипниках качения, способная воспринимать высокие динамические осевые нагрузки;

— уплотнения вращающихся валов в специфических условиях работы на забое;

— токоподвод повышенной надежности и др.

Условия работы электробура предопределили уникальную конструкцию его двигателя и шпинделя. Эти условия характеризуются:

— небольшим диаметром скважины;

— работой в потоке бурового раствора — под высоким гидростатическим давлением;

— высокой температурой окружающей среды;

— передачей через электробур на долото значительной части веса колонны бурильных труб;

— сильными вибрациями с соответствующей динамикой осевой нагрузки;

— большими значениями необходимого вращающего момента и мощности с частыми перегрузками и пиками нагрузки при значительном удалении источника питания от двигателя.

Конструкция современного электробура состоит из электродвигателя и соединённых с ним редуктора и шпинделя.

Электродвигатель представляет собой погружную, маслонаполненную трёхфазную асинхронную машину с короткозамкнутым секционным ротором. Компоновка низа буровой колонны при бурении электробуром выглядит следующим образом: долото, шпиндель, механизм искривления, редуктор, электродвигатель электробура, телеметрическая система (геофизическое устройство контроля параметров скважины), система контроля изоляции токоподвода, бурильные трубы (специальные, для электробурения), кабельные секции; токоприёмник (рис 1).

На поверхности установлены: силовой трансформатор, распределительное устройство управления и защиты электробура, наземный блок телесистемы.

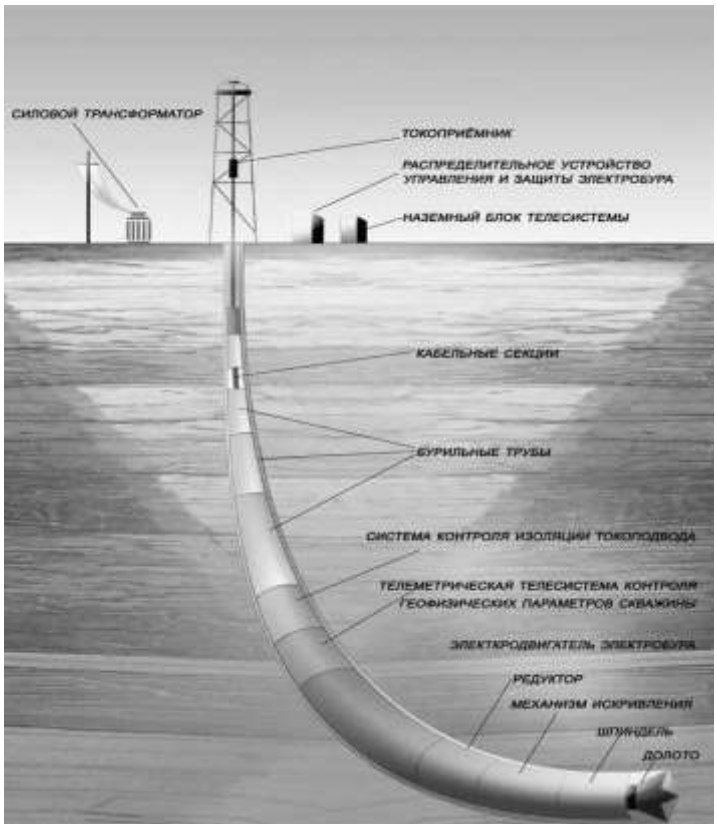


Рис. 1 – Схема электробуровой установки

Электробур с долотом опускают в скважину на бурильных трубах, через которые прокачивают промывочную жидкость. Электроэнергия к двигателю подаётся по кабельным секциям, закреплённых в бурильных трубах

Наличие в токоприёмнике скользящих контактов позволяет в случае необходимости проворачивать колонну труб в процессе бурения или вращать ведущую трубу при наращивании труб.

При бурении наклонно-направленных скважин применяют механизм искривления, с углом отклонения 1, 1,5 и 2°. Этот механизм в виде отдельного узла монтируется между двигателем и шпинделем.

Для контроля за траекторией скважины используется устройство ориентирования бурового инструмента (телеметрическая система) дающая сведения об угле наклона скважины, азимуте и положении отклонителя.

Для уменьшения частоты вращения долота и повышения вращающего момента применяют редуктор.

Таблица – Основные параметры электробуров:

Диаметр электробура, мм	127	164	190	215	240	290
Диаметр применяемого долота, мм	146	187,3 190,5	212,7 215,9	244,5	269,9 295,3	349,2 393,7
Глубина бурения, м	7000	6000	6000	5000	5000	3500
Максимальная осевая на грузка, кН	100	250	300	350	400	450
Мощность двигателя, кВт	35	55 65	125	175	210	180
Напряжение питания, В	750	850 1100	1300	1550	1700	1750
Скорость вращения, об/мин	1297	675 1350	675	680	690	455

Электробуры эффективно работают на глубине до 7000 метров при охлаждении прокачиваемым промывочным раствором под гидростатическим давлением до 125 МПа. Температура прокачиваемого раствора в скважине в процессе установившейся циркуляции должна быть не более 85°С.

Для определения температуры среды, окружающей двигатель необходимо измерить температуру нециркулирующей и циркулирующей промывочной жидкости в скважине при наиболее характерной для процесса бурения длительности спуска и подъема бурильной колонны.

Основные работы по исследованию закономерности изменения температуры циркулирующей промывочной жидкости были проведены при бурении глубокой скважины № 216 (Лок-Батан, Азербайджан), где в первые с помощью термометра была измерена температура жидкости в непосредственной близости от забоя по мере углубления скважины до 3000 м.

Скважина № 216 с глубины 2004 до 3000 м бурилась без существенных остановок и нарушений, поэтому данные замеров температуры можно считать характерными для скважин, проходимых в аналогичных условиях. Температуру замеряли на глубинах от 2200 до 2970 м. При каждом замере сначала определяли

температуру неподвижного раствора непосредственно после спуска бурильной колонны.

Температура у входа в электробур называется забойной. Бурить начинали только после того, как температура доходила до определенного минимума и оставалась в течение 5—10 мин практически неизменной. Затем через каждый час работы электробура при трехминутном перерыве в бурении включали термоприбор и замеряли температуру циркулирующего бурового раствора.

Одновременно с измерением забойной температуры раствора замеряли

температуру на входе в манифольд и на выходе в желоба вблизи от устья скважины.

По данным измерений построены кривые изменения температуры раствора на забое с момента включения насоса (вначале без работы электробура, а после достижения некоторого минимального значения с включенным электробуром). Как видно из кривых на рис. 2, температура раствора в начале циркуляции быстро падает, достигает минимума и затем вследствие общего прогрева раствора к концу работы долота повышается на 2—4° С.

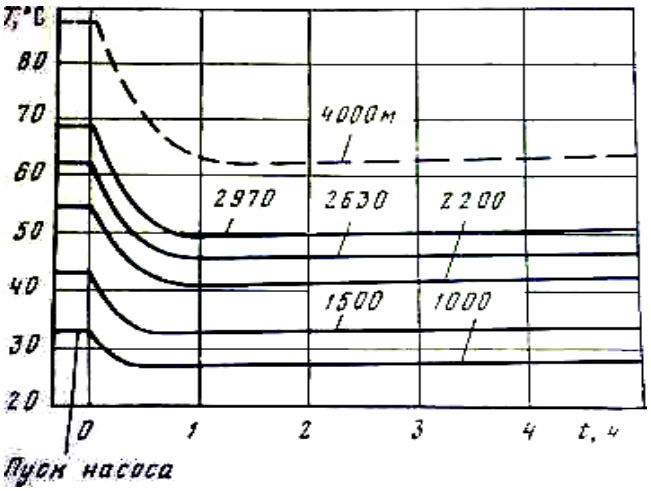


Рис. 2 – Кривые измерения температуры бурового раствора на забое (у входа в электробур) после начала циркуляции в скважинах различных глубин

При бурении глубоких скважин в районах с высоким геотермическим градиентом следует учитывать обстоятельства, вследствие которых нагрев двигателя электробура достигает установившейся температуры только тогда, когда забойная температура циркулирующего бурового раствора снизится до минимального значения. Эти обстоятельства следующие:

1. после спуска бурильной колонны в течение 15—25 мин проводят промывку и затем проработку участка скважины, пройденного предыдущим долотом; при проработке двигатель работает в режиме, близком к режиму холостого хода;

2. для приработки долота при электробурении нагрузка на него передается постепенно, следовательно двигатель загружается также постепенно;

3. новое долото требует меньшего вращающего момента на 1 тс осевой нагрузки, чем изношенное;

4. обмотка двигателя электробура при номинальной мощности нагревается до установившейся температуры только через 12— 18 мин. В связи с перечисленным выше следует считать, что обмотка двигателя до установившейся температуры может нагреваться через 42—63 мин после начала циркуляции бурового раствора. Это время примерно совпадает со временем, в течение которого температура циркулирующей жидкости снижается до минимального значения. Кроме того, следует учитывать, что изоляция, применяемая в двигателях электробуров, допускает кратковременный перегрев до 170° С.

Таким образом, для проектирования можно принять температуру окружающей среды электробура, равную температуре циркулирующего бурового раствора после спада до минимального значения.

Бурение электробуром может осуществляться со всеми типами долот, включая алмазные и гидромониторные.

Также электробур позволяет осуществлять бурение, используя продувку воздухом и аэрированной жидкостью.

Изучение опыта современного бурения показывает, что дальнейший прогресс в этой области, в первую очередь, связан с ростом глубин скважин и увеличением объёмов горизонтального бурения. В связи с этим, возникают проблемы эффективной доставки энергии к забою скважины и получения на поверхности достоверной информации.

Наиболее рациональным способом бурения, при котором решаются эти задачи, является электробурение.

Преимущества электробура:

1. Сравнительно с бурением гидравлическими двигателями, наиболее полно используется гидравлическая мощность насосов, которая передаётся на забой только для промывки. Благодаря этому, значительно улучшаются условия очистки скважин от выбуренной породы, увеличивается механическая скорость проходки на долото, уменьшается стоимость бурения и сроки строительства скважин.

2. Благодаря тому, что бурение электробуром проводится при меньших давлениях в гидравлической циркуляционной системе соответственно уменьшаются:

— износ бурового оборудования и бурильных труб;
— дифференциальное давление на пласт;
— размыв стенок скважины;
— уровень шума на буровой;
— гидравлические потери давления:

3. Рабочие органы не подвержены действию абразивных частиц бурового раствора, так как электробур является герметичным маслонаполненным механизмом.

4. Электробуры имеют наибольшую удельную мощность на единицу длины забойного двигателя. Ремонт электробуров в основном сводится к замене торцевых уплотнений и подшипников и длится в два - три раза быстрее чем ремонт гидравлического двигателя.

5. Возможность дистанционного контроля за работой турбобура. При бурении с помощью электробура изменение момента сопротивления на долоте мгновенно влияет на изменение тока и мощности, которые контролируются с поверхности, поэтому возможно без подъёма колонны определять степень износа долота и предупреждать аварийные ситуации. Открываются широкие возможности автоматизации всего процесса бурения.

6. Характеристика двигателя электробура не зависят от его пространственного положения и глубины нахождения, что даёт возможность передавать большие мощности на большие глубины и в сильно искривлённые скважины.

Мы проанализировали такие показатели как проходка на долото и механическая скорость бурения при различных способах бурения. Полученные результаты представлены в виде гистограмм.

Электробурение особенно эффективно при сооружении горизонтальных, разветвлённо-горизонтальных и глубоких скважин, а также при проходке дополнительных горизонтальных стволов в уже пробуренных скважинах.

В настоящее время, когда ведётся бурение на сланцевые залежи, двигателя лучшего чем забойный не существует, поскольку на порядок увеличивается необходимость в бурении горизонтальных участков стволов.

На основании полученного большого опыта ведётся работа по созданию нового электробура работающего от постоянного тока, что позволит оперативно изменять частоту вращения породоразрушающего инструмента, а значит значительно улучшить отработку долот и увеличить механическую скорость бурения

Наибольшим преимуществом электробура является возможность, благодаря наличию токоподвода, иметь канал связи для передачи информации с забоя скважины на поверхность от погружной телеметрической аппаратуры (телесистемы) и. чётко ориентировать необходимую траекторию ствола

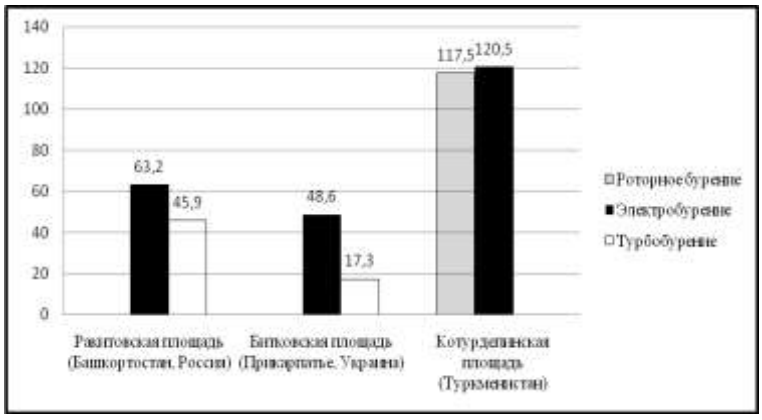


Рис. 3 – Проходка электробура на долото в метрах по сравнению с турбобуром и роторным бурением

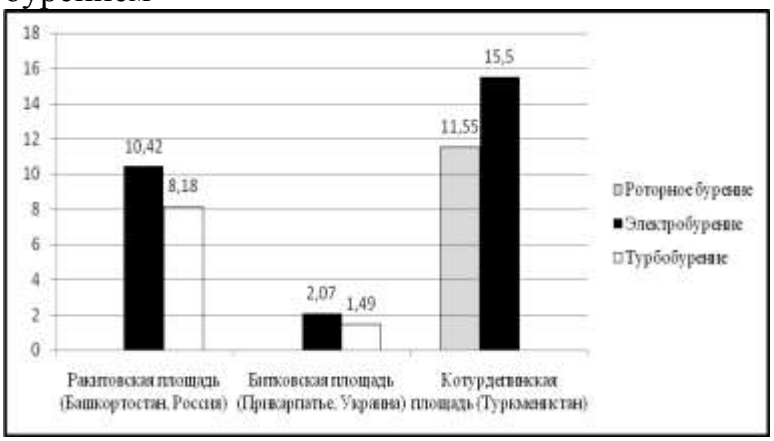


Рис. 4 – Механические скорости бурения электробуром по сравнению с турбобуром и роторным бурением

Список литературы: 1. *Фоменко Ф. Н.* Бурение скважин электробуром / *Фоменко Ф. Н.* – М.: Недра, 1974. – 272 с. **2.** *Фоменко Ф. Н.* Электробуры для бурения нефтяных и газовых скважин / *Фоменко Ф. Н.* – М.: Гостоптехиздат., 1958. – 328с. **3.** *Фоменко Ф. Н.* Исследование тепловых условий и теплового режима работы электробуров / *Фоменко Ф. Н* – М.: Гостоптехиздат., 1959. 314с. **4.** *Абызбаев Б. И.* Перспективы развития электробурения как высокотехнологичного способа строительства нефтяных и газовых скважин /*Б. И. Абызбаев* // Нефть, Газ и Бизнес. - 2001. - № 2. с 57-60. **5.** *Корнеев К. Е.* Буровые долота / *Корнеев К. Е. Палий П. А.* – М.: Недра, 1971. – 284 с.

Надійшла до редколегії 22.04.2013

УДК 622.243

К вопросу применения электробуров при бурении нефтегазовых скважин / В. П. Червинский, В. В. Василенко, В. П. Голубенко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.129-134 . – Бібліогр.:5 назв.

У статті розглянуто застосування електробурів для буріння нафтових і газових свердловин, проаналізовано його переваги над іншими способами буріння. Досліджена конструкція электробурової установки.

Ключові слова: электробур, токопідвод, шпіндель, редуктор, механізм викривлення, телеметрична система, токоприймач.

The article describes the application of electric drill for drilling oil and gas wells, analyzed its advantages over other means of drilling. Studied design electric drilling plant.
Keywords: electric, electric current supply, spindle, a reducer, a mechanism curvature, telemetry system, electric current collector.

УДК 669.334

***Д. В. МАЛАНЯК*, с**тудент, ЗГІА, Запоріжжя;
Т. М. НЕСТЕРЕНКО, канд. техн. наук, доц., ЗГІА, Запоріжжя;
І. Ф. ЧЕРВОНИЙ, д-р техн. наук, проф., зав. каф., ЗГІА, Запоріжжя

ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОМЕТАЛУРГІЙНОЇ ПЕРЕРОБКИ МІДЬВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Гідрометалургійні підприємства набули поширення в районах з жарким кліматом, де є можливість застосовувати устаткування просто неба або в будівлях легкого типу. Переробка сульфідних матеріалів, у тому числі і мідних, зазвичай припускає їх окислення, яке здійснюється за допомогою різних окислювачів і розчинників при підвищених температурах і тиску. В умовах рівноваги система має свій певний окислювальний потенціал, а залежність його від концентрації водневих іонів, що наводиться діаграмою φ–pH, дозволяє визначити стан рівноваги цієї системи, що украй важливе для пошуку реальних умов ефективного проведення процесу вилуговування в потрібному напрямі.

Ключові слова: гідрометалургія, автоклав, вилуговування, тиск

Вступ. Виробництво міді з рудної сировини у промислові практиці здійснюється двом методами: пірометалургійним і гідрометалургійним. У загальному об'ємі виробництва міді на долю пирометаллургического способу доводиться близько 90 % світового випуску цього металу. Значно скоротилася кількість руд, що здобувалися, з високим вмістом міді; рентабельний мінімум його при переробці руд складає 0,6…0,8 % Cu; а при переробці відвалів – навіть 0,25…0,3 % Cu. Істотно зросла здобич руд відкритим способом, що визначило накопичення відвалів, що містять значну кількість міді, так у США об'єм кар'єрної здобичі руди досяг майже 90 % загального постачання руді, при цьому на 1 т руди доводиться 2..3 т вскришної породи [1].

Проте в останні десятиліття багато уваги приділено вивченню і розвитку гідрометалургійних способів.

У сировинному балансі розвинених країн істотно зросла роль вторинної сировини, з якої отримують до 35…40% всієї міді [2].

Останні успіхи в інтенсифікації вилуговування сульфідних руд дозволили залучити в переробку сировину у відвалах, відпрацьованих копальнях або нерентабельних родовищах. Основною сировиною в гідрометалургії є окислені руди з невеликим вмістом міді і нерентабельним для витягання вмістом благородних металів. Переробка великих об'ємів сировини і розчинів визначає значні капіталовкладення. Тому гідрометалургійні підприємства набули поширення в районах з жарким кліматом, де є можливість застосовувати устаткування просто неба або в будівлях легкого типу.

У ряді випадків гідрометалургійні прийоми ефективно доповнюють методи флотаційного збагачення, особливо при переробці руд, що містять окислені і сульфідні мінерали.

При флотаційному збагаченні сульфідних руд отримують концентрати. Залежно від типу початкової сировини відомі мідні, мідно-цинкові, мідно-нікелеві, мідно-кобальтові, мідно-свинцево-цинкові концентрати та ін. Зміст в них міді коливається досить в широких межах і в середньому складає 10...25 % [3].

Застосування того або іншого розчинника при гідрометалургійній переробці пиритов повинне бути обумовлене як властивостями, так і конкретними можливостями його використання в даних умовах. При використанні сірчаної

© Д. В. МАЛАНЯК, Т. М. НЕСТЕРЕНКО, І. Ф. ЧЕРВОНИЙ, 2013

кислоти у якості вилуговуючиого агенту, необхідне устаткування, стійке до агресивного середовища, що ускладнює і здорожує процес. Лужні і алюмінати розчини не дозволяють достатньо ефективно розкривати сульфідну сировину без попередньої його активації. Прийнятніша в цьому випадку азотна кислота, що володіє сильними окислювальними властивостями, легкістю регенерації, не агресивністю до устаткування з неіржавіючої сталі.

Метою даних досліджень було вивчення особливостей гідрометалургійної переробки мідьвмісної сировини.

Виконання досліджень та обговорення їх результатів. Переробка сульфідних матеріалів, у тому числі і мідних, зазвичай припускає їх окислення, яке здійснюється за допомогою різних окислювачів і розчинників при підвищених температурах і тиску.

Згідно основним положенням теорії окислення сульфідів, процес в кислих середовищах може йти з утворенням елементарної сірки; в умовах підвищених температур і тиску у присутності сильних окислювачів сульфідна сірка окислюється достатньо глибоко

$$S^{2-} - S^0 - S_2O_3^{2-} - S_xO_y^{2-} - SO_4^{2-} .$$

Якщо окислення сульфідів розглядається як електрохімічний процес, то їх поведінка визначається, перш за все, окислювальним потенціалом розчинника [4]. З цієї точки зору, азотна кислота – перспективний реагент [5-7]. Проте теоретичні передумови азотнокислотної переробки сульфідів взагалі і халькопіритних концентратів зокрема вивчені недостатньо, що обумовлює необхідність всебічного дослідження даної проблеми.

Схема дослідної лабораторної установки для вилуговування мідьвмісного концентрату надана на рис. 1.

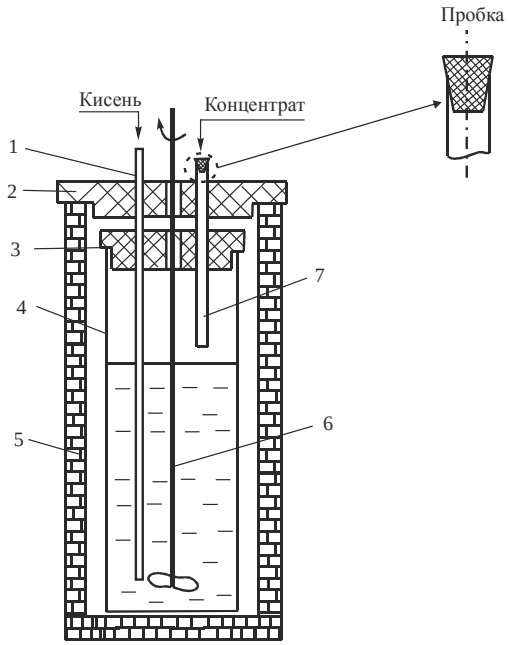


Рис. 1 – Схема лабораторної установки для вилуговування мідьвмісного концентрату: 1 – патрубок для подачи кисню; 2 – кришка реактору; 3 – кришка колби; 4 – колба; 5 – корпус реактору; 6 – мішалка; патрубок для додавання концентрату

Лабораторна установка складається з шахтної електричної печі та реактора (склянки) для вилуговування. Кварцовий реактор для вилуговування мідьвмісної сировини діаметром близько 100 мм розміщений в електропечі шахтного типу. Реактор зверху закритий металевою кришкою з вогнетривкою футеровкою, через яку пропущені вертикальна кварцова трубка, що підводить кисень, кварцова лопатева мішалка і патрубок для завантаження мідьвмісної сировини (рис. 2.1). Нижній кінець трубки, яка підводить у реактор кисень, занурений у водний розчин, що досліджують.

Шахту електропечі після встановлення реактора для вилуговування закривають металевою кришкою з вогнетривкою футеровкою. Простір між кришкою і корпусом

реактора для вилуговування, кришкою електропечі та її корпусом ущільнюють азбестовим шнуром, приклеєним рідким склом.

Шахтна електропіч оснащена автоматичною системою контролю і регулювання температури.

Визначення концентрації міді в водних розчинах виконували наступним чином.

1. До колби додають 10 мл розчину йодистого калію, підкисленого двома-трьома краплями сірчаної (1:1) кислоти.

2. Додають 10 мл розчину, що досліджується. Залежно від кількості йоду, що виділяється, цей розчин офарблюється в жовтий або коричневий колір.

3. Під час інтенсивного перемішування суміш титрують розчином тіосульфату (20 г/л) до жовтуватого відтінку.

4. Додають розчин крохмалю. Продовжують титрувати до переходу темного забарвлення на молочно-біле.

5. Вміст міді, г/л, визначають за рівнянням:

$$Cu = \frac{1000 \cdot T \cdot V}{A}, \qquad T_{Cu/Na_2S_2O_3} = \frac{N_{Na_2S_2O_3} \cdot E_{Cu}}{1000},$$

де Т – титр розчину тіосульфату щодо міді.

E_{Cu} – грам-еквівалент міді;

V – загальний об'єм тіосульфату, що витрачається на титрування, мл;

А – об'єм проби, мл.

$N_{Na_2S_2O_3}$ – кількість тіосульфату натрію,

Основні сульфіди містяться в халькопіритних концентратах – халькопірит і пірит. Азотнокисла обробка концентрату включає окислення, відновлення, утворення гідрату і інші процеси за участю названих вище мінералів. Взаємодія їх з азотною кислотою може супроводжуватися утворенням водорозчинних, твердих і газоподібних продуктів, які в сумарному виді представляються рівняннями

$$CuFeS_2 + 22HNO_3 = 6Cu(NO_3)_2 + 3Fe_2O_3 + 12S^0 + 10NO + 11H_2O. \quad (1)$$

$$3CuFeS_2 + 20HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 3Fe(NO_3)_3 + 6S^0 + 5NO + 10H_2O. \quad (2)$$

$$6CuFeS_2 + 22HNO_3 = 6CuSO_4 + SFe_2O_3 + 6S^0 + 22NO + 10H_2O, \quad (3)$$

$$6CuFeS_2 + 22HNO_3 = 6CuSO_4 + 6Fe(OH)_3 + 6S^0 + 22NO + 2H_2O, \quad (4)$$

$$3CuFeS_2 + 20HNO_3 = 3CuSO_4.+ 3Fe(NO_3)_8 + 3S^0 + 11NO + 10H_2O, \quad (5)$$

$$CuFeS_2 + 10HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + FeSO_4 + S^0 + NO + 7NO_2 + 5H_2O, \quad (6)$$

$$2CuFeS_2+20HNO_3 = 2Cu(NO_3)_2 + Fe_2(SO_4)_4 + S^0 + 6NO + 10NO_2 + 10H_2O, \quad (7)$$

$$2CuFeS_2 + 8HNO_3 = 2CuHSO_4 + Fe_2O_3 + 2S^0 + 6NO + 2NO_2 + 3H_2O, \quad (8)$$

$$CuFeS_2 + 8HNO_3 = CuSO_4 + FeSO_4 + 4NO + 4NO_2 + 4H_2O, \quad (9)$$

$$2FeS_2 + 8HNO_3 = Fe_2(SO_4)_3 + S^0 + 8NO + 4H_2O, \quad (10)$$

$$2FeS_2 + 2HNO_3 = Fe_2O_3 + 4S^0 + 2NO + H_2O, \quad (11)$$

$$2FeS_2 + 8HNO_3 = 2Fe(NO_3)_3 + 4S^0 + 2NO + 4\ H_2O. \quad (12)$$

Разом з основними протікають вторинні процеси за участю продуктів первинних реакцій взаємодії початкових компонентів системи. Так, елементарна сірка, що виділяється, здатна в азотнокислому середовищі окислюватися до сульфатної, утворюючи сульфати міді і заліза, ярозити, і брати участь в реакції осадження сульфіду міді

$$S^0 + 2HNO_3 = H_2SO_4 + 2NO, \quad (13)$$

$$6CuFeS_2+22HNO_3+8H_2SO_4=6CuSO_4+3Fe_2(SO_4)_3+6S^0+22NO+20H_2O, \quad (14)$$

$$6CuFeS_2+10HNO_3+10H_2SO_4=6CuSO_4+3Fe_2O_3\cdot 4SO_3\cdot 9H_2O+12S^0+10NO+6H_2O, \quad (15)$$

$$CuSO_4+S^0+H_2O=CuS+H_2SO_4+0{,}5O_2. \quad (16)$$

Іони Fe^{+2} у присутності HNO_3 можуть окислюватися до Fe^{+3} з утворенням гідрооксидів або оксидів:

$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + HNO_3 = Fe_2(SO_4)_3 + 2NO_2 + 2H_2O, \quad (17)$$

$$Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O = Fe_2O_3 + 3H_2SO_4, \quad (18)$$

$$Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O = 2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4. \quad (19)$$

$$2NO + O_2 = 2NO_2, \quad (20)$$

$$2NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2, \quad (21)$$

$$3HNO_2 = HNO_3 + 2NO + H_2O. \quad (22)$$

Як відомо, в умовах рівноваги система має свій певний окислювальний потенціал, а залежність його від концентрації водневих іонів, що наводиться діаграмою φ–pH, дозволяє визначити стан рівноваги цієї системи, що украй важливе для пошуку реальних умов ефективного проведення процесу вилуговування в потрібному напрямі.

При виведенні залежностей φ–pH можливі окислювально-відновні реакції в системі, що вивчається, розглядали в загальному вигляді

$$aA + xH^+ + z\bar{e} = bB + cH_2O, \quad (23)$$

а рівняння Нернста – у вигляді

$$\varphi_T = \varphi^0 + \frac{2,3RT}{zF} \cdot \lg \frac{a^0 \cdot A}{a_B^b} - x \cdot pH, \quad (24)$$

де

$$\varphi_T = -\frac{\Delta G_T^0}{zF}; \quad (25)$$

z – число електронів;

F – число Фарадея (96,49 кДж/(В·екв);

a – активність іонів;

ΔG_T^0 – енергія Гиббса.

Аналіз показує, що окислення $CuFeS_2$ і FeS_2 залежно від режиму φ–pH і температури відбувається по наступних схемах:

$$CuFeS_2 \rightarrow Cu_2S, \quad H_2S \rightarrow CuS, \quad S^0 \rightarrow Cu^{2+}, FeS_2 \rightarrow Fe^{2+}, \quad S^0 \rightarrow Fe^{2+}.$$

Як видно, продуктами окислення сульфідів міді і заліза є як S^0, так і Cu^{2+} і Fe_2O_3. При цьому в кислому середовищі при pH<2…3 залежно від температури і φ~0,4…0,77 В одночасно можуть утворюватися Cu^{2+} і Fe^{2+}, а при меншій кислотності – Cu^{2+} і Fe_2O_3, що свідчить про можливість розділення міді і заліза в процесах окислення. Підвищення температури до 160 °С збільшує вірогідність утворення CuO. При нейтралізації розчинів до pH>2 можливе утворення Cu^0.

Підвищення температури і тиску (автоклавний спосіб) забезпечує, як показали досліди, швидке розкладання сировини, отримання в основному елементарної сірки, водорозчинної міді і гематиту. Тому автоклавне вилуговування закладене в основу гідрометалургійної схеми і досліджений вплив різних чинників на цей переділ.

Розрахунки проведені для процесу, що використовує як хімічний реагент азотну кислоту (25 мас. %); у цьому процесі втрати тепла системи рівноцінно компенсуються тепловими ефектами (Q) екзотермічних реакцій вилуговування мінералів концентрату азотною кислотою. Значення Q з розрахунку на 1 кг концентрату обчислювали за формулою [8]

$$Q = -10\Delta H_p^0 \cdot y,$$

де H_p^0 – зміна ентальпії кожної реакції, кДж/моль;

у – г-моль мінералу на 100 г концентрату.

Найбільшим тепловим ефектом володіє реакція, що супроводжується утворенням сульфату міді, оксиду заліза і елементарної сірки. В такому випадку загальний тепловий ефект вилуговування концентрату доцільно розглядати з урахуванням теплових ефектів всіх можливих реакцій в системі.

Результати розрахунків витрати (рис. 2, Q_1) і приходу (рис. 2, Q_2) тепла в процесі автоклавного азотнокислотного вилуговування халькопиритного концентрату при Т:Ж=1:4 показали, що теплова рівновага для реакцій, що протікають з утворенням водорозчинної міді, оксиду заліза і елементарної сірки, встановлюється при температурах 116...122 °С.

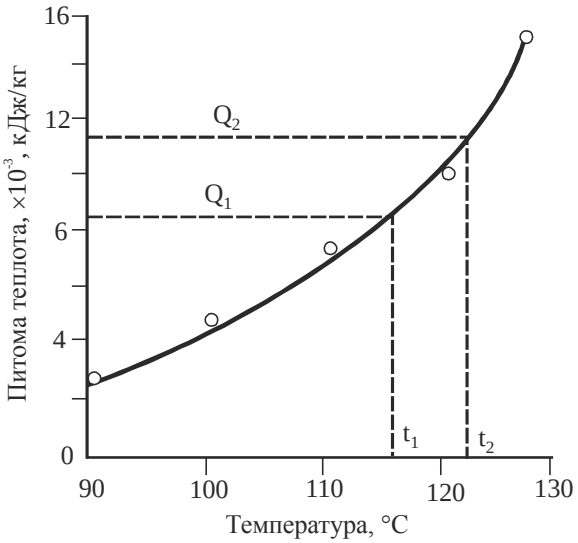


Рис. 2 – Баланс тепла при азотнокислотному автоклавному вилуговуванні мідного концентрату: Q_1 – витрата; Q_2 – прихід тепла

Використання кисню в цілях регенерації азотної кислоти, крім того, сприяє підвищенню витягання сірі у вигляді елементарної, залоза у вигляді гематиту і водорозчинної міді. Це досягається зменшенням витрати кислоти для вилуговування халькопірита

Висновки. Згідно з експериментальними даними по розробці умов автоклавного азотнокислотного вилуговування мідних концентратів, оптимальним технологічним режимом процесу є наступний: концентрація азотної кислоти 15...20 мас. %, Ж:Т=3…4, витрата кисню на 1 г міді в концентраті 0,65…0,66 г, температура 110…115 °С, тривалість 1,5...2,0 годин, тонина розмелювання сировини –63 +40 мкм. Ці умови дозволяють витягувати в розчин 99,0…99,6 % мідь, 96…97 % заліза у вигляді гематиту і на 77...78 % окисляти сірку сировини до елементарної. Благородні метали при цьому повністю концентруються в кеку, а коефіцієнт використання кислоти без урахування регенерації її з газової фази, що видаляється з автоклава, рівний 0,7...0,8. Робочий тиск в автоклаві не перевищує 1,5 МПа.

Список літератури: **1.** Мировой рынок меди: добыча руды, производство, потребление, мировые цены на медь [Електронний ресурс] / Режим доступу : http://www.ereport.ru/articles/commod/copper.htm]. 10.05.2013. **2.** Отраслевая структура национальной экономики [Електронний ресурс] / Режим доступу : http://modern-econ.ru/makro/nac-econom/vosproizvodstvo/otraslevaya.html. 10.05.2013. **3.** *Смирнов В.О.* Металургія кольорових металів [Текст] / Частина 2. Збагачення руд кольорових металів. Підручник // *В. О. Смирнов, В. М. Брсдіхін, М. О. Маняк, В. І. Пожуєв, І. Ф. Червоний, В. П. Грицай.* Під ред. доктора технічних наук, професора Червоного І.Ф. - Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2008. - 322 с. – Библиогр. : с. 319-320. – 300 прим. – ISBN 978-966-8462-05-4 **4.** *Цефт, А. Л.* Избранные труды [Текст] : в 2 т. / *А. Л. Цефт*; [редкол.: *А. М. Кунаев* (отв. ред.) и др.], АН КазССР, Ин-т металлургии и обогащения. - Алма-Ата : Наука, 1976. - Т. 1 : Гидрометаллургические методы переработки полиметаллического сырья. - Алма-Ата : Наука, 1976. - 332 с. - 900 экз. **5.** *Цейдлер А. А***.** Краткий обзор иностранной литературы по металлургии меди [Текст] / А. А. Цейдлер // Цветные металлы. 1974. № 12. С. 69-73. **6.** *Куперман Н. Г.*

Выщелачивание халькопирита при повышенных температурах и давлениях [Текст] / , *А. Н. Гогоришвили* // Сообщ. АН ГССР. 1960. Т. 25. № 5. С 553-556. 7. *Гуляшинов А. Н.* Получение элементарной серы из пиритного концентрата [Текст] / , *И. Г. Антропова, Р. В. Павлова, Н. Р. Будаева, А. В. Митыпова, К. А. Никифоров* // Тез. докл. III Всес. совещ. по химии и технологии халькогенов и халькогенидов. Караганда, 1986. С. 348. **8.** *Доброхотов, Г. Н.* Основы автоклавной гидрометаллургии [Текст] / *Г. Н. Доброхотов, В. В. Доливо-Добровольский, И. А. Масленицкий, Чугаев А. А*. Л.: ЛГИ, 1969. - 99 с.

Надійшла до редколегії 20.05.2013

УДК 669.334

Особливості гідрометалургійної переробки мідьвмісної сировини/ Маланяк Д. В., Нестеренко Т. М., Червоний І. Ф. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.135-140 . – Бібліогр.: 8 назв.

Гидрометаллургические предприятия получили распространение в районах с жарким климатом, где есть возможность применять оборудование под открытым небом или в зданиях легкого типа. Переработка сульфидных материалов, в том числе и медных, обычно допускает их окисление, которое осуществляется с помощью разных окислителей и растворителей при повышенных температурах и давлении. В условиях равновесия система имеет свой определенный окислительный потенциал, а зависимость его от концентрации водородных ионов, которая наводится диаграммой φ– pH, позволяет определить состояние равновесия этой системы, что очень важно для поиска реальных условий эффективного проведения процесса выщелачивания в нужном направлении.

Ключевые слова: гидрометаллургия, автоклав, выщелачивание, давление

Gidrometalurgiy enterprises got distribution in districts with a hot climate, where possibility to apply an equipment under the opened sky or in buildings of easy type is. Processing of sulfide materials, including copper, usually assumes their oxidization which is carried out by different oxidants and solvents at the promoted temperatures and pressure. In the conditions of equilibrium the system has the certain oxidizing potential, and dependence of him on the concentration of hydrogen ions of, which is pointed the diagram φ–pH, allows to define the state of equilibrium of this system, that very much is important for the search of the real terms of the effective conducting of process of lixiviating in necessary direction

Keywords: hydrometallurgy, autoclave leaching, pressure

УДК 536.423+532.528

Ю. А. ШУРЧКОВА, д-р техн. наук, с. н. с., ИТТФ НАН Украины, Киев;
И. А. ДУБОВКИНА, докторант, канд. техн. наук, ИТТФ НАН Украины, Киев

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТОДА ДИСКРЕТНО-ИМПУЛЬСНОГО ВВОДА ЭНЕРГИИ НА СВОЙСТВА ВОДЫ

Проведены исследования свойств воды полученной обработкой с применением метода дискретно-импульсного ввода энергии и его влияния на водородный показатель (pH) воды.

Ключевые слова: дискретно-импульсный ввод энергии, водные системы, водородный показатель pH.

Введение. Вода и водные системы это один из основных сырьевых компонентов, используемых на многих предприятиях различных отраслей промышленности: химической, пищевой, медицинской, перерабатывающей и т.д. Оборудование, которое используется на многих предприятиях в системах водоподготовки морально устарело. Одной из первостепенных задач в современном обществе является улучшение экологической обстановки окружающей среды. В связи с этим возникает целый ряд вопросов связанных с поиском новых нетрадиционных безреагентных методов водоподготовки.

© Ю. А. ШУРЧКОВА, И. А. ДУБОВКИНА, 2013

Метод дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ) относится к безреагентным методам и имеет ряд преимуществ перед химическими методами: отсутствие посторонних химических примесей, простота оборудования, малые затраты электроэнергии. Суть метода состоит в создании условий, которые обеспечивают при локальном вводе энергии в технологическую систему, ее дискретное распределение по пространству и импульсное воздействие по времени[1].

Воздействие на обрабатываемые водные системы и воду осуществляется на молекулярном уровне. Это позволяет направленно изменять физико-химические свойства: разрушать макромолекулы, активизировать протекание процессов гидратации, способствовать образованию свободных радикалов и другие эффекты, но, все-таки, вопросы реализации данного метода остаются недостаточно изученными, поскольку, вода – сложная система, которая нелинейным образом может изменять свойства и структуру без изменения состава.

Постановка проблемы. Водородный показатель pH воды – один из важнейших рабочих показателей качества воды, во многом определяющий характер химических и биологических процессов, происходящих в воде. В зависимости от величины pH может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды, токсичность загрязняющих веществ и т.д. Водородный показатель определяется наличием в воде противоположно заряженных ионов H+ и OH- это связано со способностью воды к диссоциации: H2O ⇄ H+ + OH-. То есть, pH отражает степень кислотности или щелочности среды, в то время как кислотность и щелочность характеризуют количественное содержание в воде веществ, способных нейтрализовывать соответственно щелочи и кислоты. В равновесном состоянии при равенстве концентраций ионов H^+ и OH^- вода обладает нейтральной реакцией. При нарушении равновесия при избыточной концентрации ионов H^+ она имеет кислую реакцию, при избыточной концентрации ионов OH^- - щелочную реакцию.

Причиной нарушения равновесия могут быть либо химические взаимодействия с примесями воды, либо физические воздействия на структуру воды. Химические взаимодействия определяются присутствием в воде примесей, способных соединяться с ионами H^+ и OH^-.

Метод ДИВЭ позволяет реализовать целый ряд физических эффектов:

- ускорение движения непрерывной фазы;
- интенсивное действие напряжений сдвига;
- кавитационные механизмы;
- механизмы взрывного вскипания;
- коллективные эффекты в ансамбле пузырьков[2].

Цель работы. Целью работы является исследование по изучению влияния свойств обработки методом дискретно-импульсного ввода энергии на изменение водородного показателя pH воды.

Методика экспериментов. Для исследования свойств водных систем и воды с применением метода ДИВЭ в Институте технической теплофизики НАН Украины был собран экспериментальный стенд рис. 1. Вода из емкости 1, через ротаметр 2, на котором устанавливался расход, подавалась в роторно-пульсационный аппарат 5, где происходила обработка высокочастотными гидродинамическими колебаниями. Во время обработки вода поддавалась интенсивному механическому воздействию в зоне высоких угловых скоростей и интенсивных пульсационных сил, которые возникают в

рабочем узле аппарата. Частота колебаний составляла 3 кГц, а напряжения сдвига 219,8 Па и 235,5 Па. Учитывая эту особенность оборудования, была разработана технология бработки.

Обработка проводилась в несколько этапов с применением различных технологических режимов:

- режим однократной обработки;
- режим многократной непрерывной обработки (рециркуляционный режим).

Обработанная вода поступала в емкость 9. В рециркуляционном режиме вентиль 8 перекрывался и проводилась непрерывная обработка, после чего, обработанная вода поступала в емкость 9.

В процессе проведения эксперимента продуктивность аппарата изменялась от 4,212 т/час до 7,2 т/час. Для исследований использовали воду с изначально высоким значением pH=9,3. Во время проведения эксперимента фиксировались следующие параметры: давление, температура.

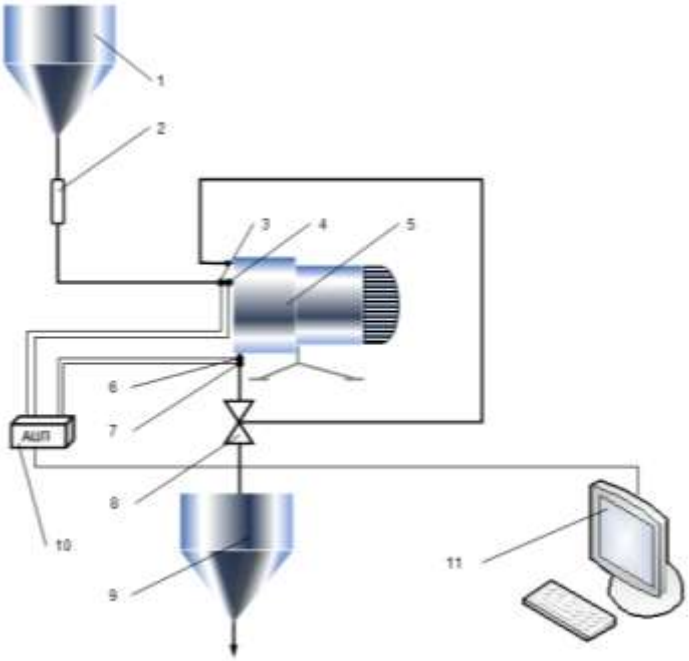


Рис. 1 - Принципиальная схема экспериментального стенда для обработки воды с применением метода ДИВЭ: 1 – емкость с исходной водой; 2 – ротаметр; 3 – датчик температуры; 4 – датчик давления; 5 – роторно-импульсный аппарат; 6 – датчик температуры; 7 – датчик давления; 8 – вентиль; 9 – ємкость с обработанной водой; 10 – ацп комплекс; 11 – персональний комп’ютер

Обсуждение результатов. Ранее в Институте технической теплофизики НАН Украины проводились экспериментальные исследования по изучению влияния обработки методом дискретно-импульсного ввода энергии на изменение водородного показателя pH воды с целью его повышениях[3].

Известно, что молекула воды представляет собой диполь[4]. Каждая молекула воды может образовывать четыре водородные связи, поскольку имеет два некомпенсированных положительных заряда у атомов водорода и два отрицательных заряда на кислородном атоме. В чистой воде и в разбавленных растворах существует непрерывная трехмерная сетка водородных связей [5], которая постоянно обновляется. В последнее время стало ясно, что водородная связь принципиально ничем не отличается от любой другой химической связи и определяется набором взаимодействий ядер и оболочек, участвующих в связи атомов. Небольшая энергия водородной связи (по сравнению с химической), обусловлена относительно большим расстоянием OH···O и малой электронной плотностью у атома водорода и, соответственно, эффектов, с нею связанных (перенос заряда, поляризация и др.).

В соответствии с этим на основе поляризационной модели структуры воды было сделано предположение, что во время обработки воды с применением метода ДИВЭ происходит ее механическая активация и инициируется процесс

структурообразования [6]. После обработки воды с изначально высоким pH происходит его снижение. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица – Влияние обработки воды с применением метода ДИВЭ на водородный показатель

Режим обработки	Количество колебаний, которое приходится на элементарный объем	Водородный показатель, pH	Понижение значения водородного показателя, %
Исходная вода		9,3	
Режим однократной обработки	200	8,7	6,5
Режим рециркуляции	1100	8,6	7,53

Степень снижения величины водородного показателя зависит от частоты колебаний, величины сдвиговых напряжений, которые обусловлены конструктивной особенностью аппарата. Также от количества колебаний, которое приходится на элементарную частичку. При режиме однократной обработки pH меняется на 6,5%. В таком режиме частичка, проходящая через рабочий объем роторно-пульсационного аппарата получает от 180 до 200 колебаний в зависимости от скорости потока.

При режиме многократной непрерывной обработки (рециркуляционный режим) pH понижается на 7,53%. Количество колебаний, которые приходятся на частичку, при таких условиях находятся в пределах 995-1125.

Следует отметить, что энергозатраты на обработку воды с применением метода ДИВЭ при однократном прохождении через роторно-пульсационный аппарат составляют от 11 до 14 Вт, а в режиме рециркуляции от 52 до 67 Вт. Технология обработки воды с применением метода ДИВЭ предусматривает малые затраты электроэнергии.

Значения водородного показателя при различных режимах обработки показаны

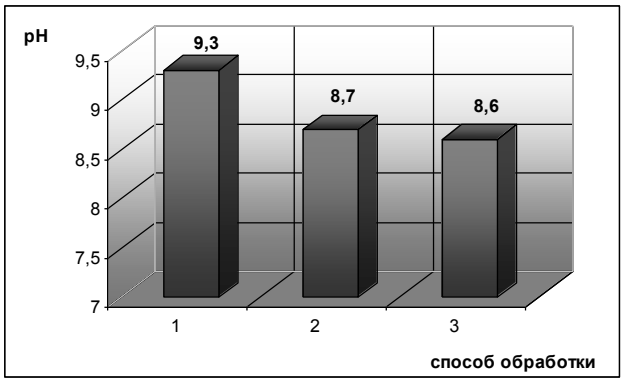


Рис. 2 - Водородный показатель при различных способах обработки воды: 1 – исходная вода, без обработки; 2 - режим однократной обработки; 3 - режим рециркуляции

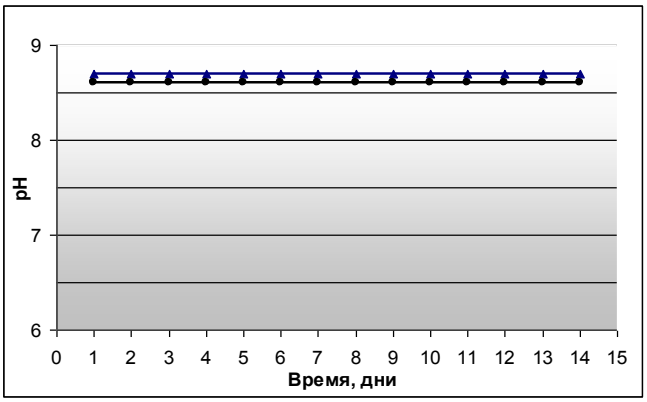


Рис. 3 - Изменение водородного показателя в процессе хранения обработанной воды: ● – режим однократной обработки; ▲ – режим рециркуляции

на рис. 2. Обработанная вода сохранялась в течение 2-х недель,после чего было проведено повторное сследование водородного показателя. Величина pH с течением времени не изменилась рис. 2.

В дальнейшем планируется провести ряд экспериментальных исследований направленных на изучение влияния метода ДИВЭ не только на изменение водородного показателя pH, но и изменения физико-химического состава, а также провести исследования структуры обработанной воды и наличие водородных связей методом ядерного магнитного резонанса.

Выводы. В ходе экспериментальных исследований было установлено, что после обработки воды с применением метода ДИВЭ водородный показатель (pH) после однократной обработки снижается с 9,3 до 8,7, а после режима рециркуляции до 8,6, что составляет 6,5% и 7,53% соответственно.

Использование метода ДИВЭ позволяет получать воду с заданной величиной pH без введения каких-либо химических добавок и реагентов, что является актуальным на многих промышленных предприятиях Украины.

Список литературы: 1. *Долинский А. А.* Тепломассобмен и гидродинамика в паро-жидкостных дисперсних середах. Теплофизические основы дискретно-импульсного ввода энергии [Текст] / *Долинский А .А., Иваницкий Г. К*., проект «Наукова книга», издательство наукова думка», г. Киев. 2008.-381С. **2.** *Долинский А. А* Теплофизические процессы в эмульсиях (получение, использование, утилизация) [Текст] / *Долинский А. А., Павленко А. М., Басок Б. И.* – К.: Наукова думка, 2005. – 264 с. **3.** *Долінський А. А.* Изменение микроструктуры сухого остатка воды при различных способах её обработки [Текст] / *Долінський А.А., Шурчкова Ю.О., Сланік А.В.* // Пром. теплотехника. - 2009. - Т.31, №7. - С.86 - 89. **4.** *Антонченко В. Я.* Основы физики воды [Текст] / *Антонченко В. Я., Давыдов А. С., Ильин В. В.*. – Киев.: Наукова думка, 1991. – 668 с. **5.** *Вукс М. Ф.* Молекулярная физика и биофизика водных систем [Текст] / *Вукс М. Ф., Шурупова Л. В.* // Журнал структурной химии. – 1971. – 12, № 4. С. 712-713, с. 730-731. **6.** *И. А. Дубовкина* / Исследование влияния эффектов ДИВЭ при обработке воды и водно-этанольных смесей // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2012. - № 1/8 (55). - С. 4-6.

Надійшла до редколегії 20.05.2013

УДК 536.423+532.528

Исследование влияния метода дискретно-импульсного ввода энергии на свойства воды/ Ю. А. Шурчкова, И. А. Дубовкина // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.140-144 . – Бібліогр.: 6 назв.

Проведено дослідження властивостей води отримано] з застосуванням методу дискретно-імпульсного введення енергії та його вплив на водневий показник (pH) води.

Ключові слова: дискретно-імпульсне введення енергії, водні системи, водневий показник pH.

Investigations of the properties of water systems obtained using the method of discrete-pulse input of energy and its effect on the pH of the water.

Keywords: discrete-pulse input of energy, water systems, pH.

УДК 664.2.058.02

Р. Є. СЛОБОДНЮК, здобувач, Дніпропетровський технолого-економічний коледж;
Д. Ю. ПРАСОЛ, канд. техн. наук, доц., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ВИГОТОВЛЕНОЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ОКЛЕЙСТЕРИЗОВАНОГО МЕХАНІЧНО ЗРУЙНОВАНОГО КРОХМАЛЮ, НА ОСНОВІ МЕТОДУ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Розглянуто перспективи розробки нової десертної продукції на основі оклейстеризованого механічно зруйнованого крохмалю. Обґрунтовано використання кукурудзяного крохмалю та молочної сировини як основних рецептурних компонентів. Наведено блок-схему технологічного процесу виробництва десертної продукції на основі оклейстеризованого механічно зруйнованого крохмалю. Обґрунтовано основні переваги нової продукції.

Ключові слова: десертна продукція, крохмаль, згущувачі, драглеутворення.

Вступ. Серед харчових продуктів десертна продукція займає важливе місце, має стійкий, високий попит серед споживачів. Це обумовлено складом поживних речовин, смаковими показниками, органолептичними властивостями, асортиментом «на всі смаки», привабливістю та енергетичною цінністю [1].

Основна частина. Десертна продукція виготовляється харчовими підприємствами з використанням різноманітної, в тому числі молочної сировини, має піноподібну, драглеподібну, або мазеподібну структуру і достатньою мірою задовольняє попит споживання, але за асортиментом та вишуканістю все ж поступається такій, що виробляється в закладах ресторанного господарства. Асортимент солодких страв, що виробляються ними на сьогоднішній день є досить широким і представлений наступними групами: морозиво, парфе, креми, муси, желе, самбуки, пудинги, суфле. В технології десертної продукції емульсійного типу застосовують інгредієнти, що забезпечують технологічну стабільність, такі як желатина, агар, пектин, модифіковані полісахариди (крохмаль, клітковина), суміш двох та більше стабілізаторів [2, 3]. Нативний крохмаль має низьку вартість, як структуроутворювач використовується обмежено через ряд недоліків основним з яких є ретроградація після оклейстеризації під час зберігання. Ця проблема вирішується багатьма способами модифікації крохмалю [4, 5].

За означених причин розробка та впровадження технології модифікування фізико-хімічних властивостей та зміна функціонально-технологічних властивостей, шляхом ультразвукової та гідроакустичної обробки крохмалю є актуальним питанням.

Модифікація механічним впливом, на відміну від хімічної модифікації, має значні переваги з точки зору, перш за все, безпечності кінцевого продукту. Теоретичні та експериментальні дослідження в межах розробки принципової технологічної схеми виробництва десертної продукції з використанням механічно модифікованого крохмалю дозволили визначити основні закономірності зміни

© Р. Є. СЛОБОДНЮК, Д. Ю. ПРАСОЛ, 2013

реологічних та фізико-хімічними показників оклейстеризованого крохмалю під впливом технологічних чинників. Визначено раціональні інтервали вмісту основних рецептурних компонентів та параметри технологічного процесу, що є базовими під час виготовлення десертної продукції. Поряд з цим виникає необхідність проведення технологічних досліджень, що спрямовані на визначення параметрів окремих операцій, їх послідовності та вмісту смако-ароматичних речовин в десертній продукції.

В основу технології десертної продукції з використанням механічно модифікованого крохмалю покладено системний підхід. Дослідження функціонування окремих підсистем на мікрорівні було здійснено в зворотній послідовності: (С1, С2, С3)→В→А.

Технологічна система складається з підсистем, представлених на рис. 1: А – «Утворення десерту», В – «Утворення емульсійної системи», С1 – «Утворення емульгуючої основи», С2 – «Утворення стабілізаційної основи», С3 – «Утворення підсистеми зі смаковими наповнювачів».

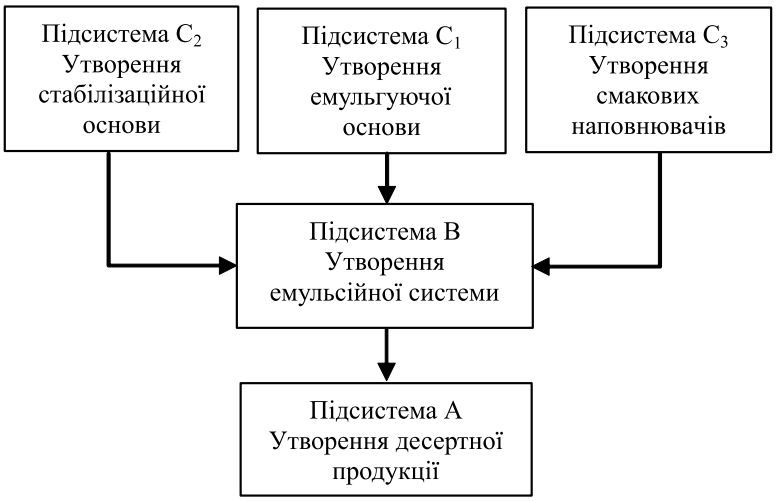


Рис. 1 – Технологічна система виробництва десертної продукції на основі оклейстеризованого механічно зруйнованого крохмалю

Необхідно відмітити, що функціонування системи в цілому, забезпечується функціонуванням окремих її компонентів згідно поставленої мети (табл. 1).

Таблиця 1 – Структура технологічної системи та мета функціонування її складових частин

Підсистема	Назва підсистеми	Мета функціонування підсистеми
А	Утворення десертів молочних з використання механічно модифікованого крохмалю	Отримання продукту з заданими властивостями та складом, готового до реалізації та споживання
В	Утворення емульгуючої системи	Одержання емульсійної системи за рахунок реалізації функціонально-технологічних властивостей емульгуючої основи й стабілізаційної системи
С1	Утворення емульгуючої основи	Одержання емульгуючої основи за рахунок активації поверхнево-активних властивостей білків сиру кисломолочного.
С2	Утворення стабілізаційної основи	Отримання стабілізаційної основи з використанням оклейстеризованого крохмалю
С3	Утворення смакових наповнювачів	Підготовка смакових та ароматичних наповнювачів для розширення асортименту десертної продукції

Підсистема С1 «Утворення емульгуючої основи» передбачає підготовку кисломолочного сиру з солями-плавниками для збільшення поверхні контакту та рівномірне розподілення компонентів системі шляхом перемішування. На основі повнофакторного експерименту з визначенням ступеня пептизації білків сиру встановлено, що раціональними параметрами процесу є температура 80±2 °С та тривалість 8±2 хв. Перемішування суміші, забезпечує гідроліз параказеїнкальційфосфатного комплексу та збільшенню емульгуючої і вологоутримуючої здатності відповідних речовин в системі.

Підсистема С2 «Утворення стабілізуючої основи» передбачає отримання стабілізуючої основи на оклейстеризованому кукурудзяному крохмалі. Стійкість системи залежіть від присутності в ній речовин, що здатні стабілізувати жирову фазу. Метою утворення стабілізуючої основи є створення умов стабілізації системи. Стабілізуючою основою є суспензія оклейстеризованого кукурудзяного крохмалю з іншими компонентами, термогідромеханічно оброблена.

Підсистема С3 «Утворення смакових наповнювачів». В рамках підсистеми здійснюють підготовка смако-ароматичних компонентів, з'єднання їх із водою питною перемішування та пастеризація. Завданням функціонування цієї підсистеми є вибір та встановлення необхідної кількості, розмірних характеристик та послідовності введення смакових, плодово-ягідних продуктів, смакових речовин, барвників, ароматизаторів для одержання асортименту десертної продукції. Вміст ароматичних та смакових продуктів визначено органолептично, та складає від 5 до 9 відсотків в складі рецептури.

Під час дослідження визначено вид та способи введення наповнювачів:

– ягоди та фрукти у вигляді шматочків після гідроакустичної обробки оклейстеризованого крохмалю;

– ароматизатори вводять в стабілізаційну основу з метою зменшення впливу високої температури на леткі речовини;

– такі переподібні наповнювачі, джеми, варення, какао-порошок вносяться в систему до термообробки крохмалю.

Введення наповнювачів з високою вологістю потребують корегування кількості води в рецептурі. Для тривалого зберігання десертів разом зі смако-ароматичними компонентами вводять консерванти.

Смако-ароматичні наповнювачі не повинні змінювати активну кислотність (pH) десертів нижче 6,0, оскільки це викликає розрідження структури продукту.

Підсистема В «Утворення емульсійної системи». В підсистемі здійснюється емульгування жирової складової в емульгуючу основу. Вибір параметрів процесу емульгування жирової складової повинен забезпечувати умови за яких в'язкість емульгуючої основи буде мінімальною, з метою повної реалізації поверхнево-активних властивостей білків сиру кисломолочного. Критерієм оцінки отримання емульсії, а отже і рівномірного розподілу жирової фази, були її розмірні характеристики. Нами визначено розмір кульок жиру в залежності від температури емульгування (табл. 2).

З табл. 2 видно, що зниження температури негативно відбивається на емульгуванні жирової складової і приводить до збільшення фракції жирових крапель з розміром >5 мкм. Тому прийнятою температурою емульгування жиру обрано інтервал температури від 60 до 80 °С за тривалості 5…7 хв. Обрані параметри забезпечили отримання грубої емульсії з рівномірним розподілом жирової фази заданого розміру.

Таблиця 2 – Вплив температури на розмірні характеристики жирових кульок

Температура, °С	Розподіл жирових крапель по фракціям, %			
	< 1 мкм	1…3 мкм	3…5 мкм	> 5 мкм
80	2,7	13,4	36,4	47,5
60	1,0	7,6	15,2	76,2
40	–	3,3	7,1	89,6

Емульсію вводять в «Стабілізаційну основу» за температури пастеризації. Це забезпечувало збільшення терміну зберігання десерту. Не знижуючи температури суміш піддають гідроакустичній обробці в РІА на роторі №4 з частотою обертів 4000 об/хв, здійснюючи один цикл, з метою зменшення розмірних характеристик зерен крохмалю шляхом їх механодеструкції з отриманням крохмалю стійкого до ретроградації. При цьому зменшення розмірних характеристик жирової фази позитивно відбивається на стійкості емульсії.

Підсистема А «Утворення готового десерту». Готовий десерт фасують за мінімальних значень в'язкості, а також за умов, що попереджують процес повторного мікробіального забруднення. Нами обрано температуру фасування 75…80 ºС. Після фасування у споживчу тару продукт охолоджують до температури зберігання 2...6 ºС та зберігаються протягом 60 діб.

Проведений комплекс досліджень дозволив науково обґрунтувати рецептурний склад та технологію виробництва десертів з використанням механічно модифікованого крохмалю. Наведена нижче інформація не є вичерпною, а лише відображає проведені технологічні дослідження і може бути розширеною. З метою реалізації параметрів технологічного процесу під час розробки асортименту десертів технологічну схему декомпоновано на підсистеми, функціонування кожної з яких обґрунтовано з точки зору проведених досліджень.

Нами визначено, що один із напрямків вирішення завдання створення асортименту може бути реалізовано шляхом використання різноманітних плодово-ягідних наповнювачів (джемів, варення, фруктових та ягідних пюре, ароматизаторів натуральних, та інших смако-ароматичних компонентів). Це може формувати цінову політику на готову продукцію. Проведені дослідження дозволили розробити рецептурний склад та технологічний процес виготовлення десертів. Вони закріплені у встановленому порядку в НД на продукцію.

Органолептичну оцінку нової продукції проведено за 5-бальною шкалою з врахуванням коефіцієнтів вагомості (табл. 3).

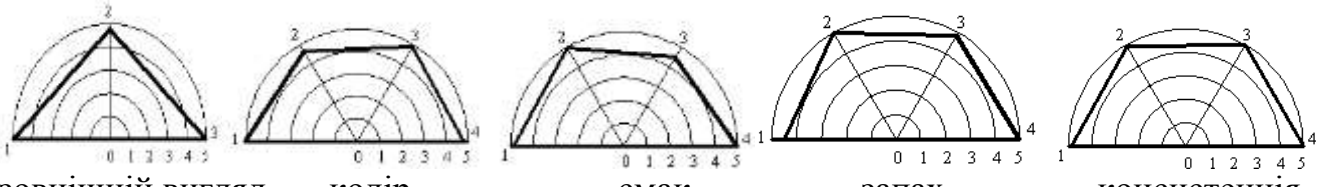
Аналіз даних таблиці свідчить, що у формуванні органолептичних показників десертів найбільш значимими є консистенція (пастоподібна, пластична) та відсутність крапель вільної вологи в упаковці.

Оскільки розроблена продукція нова, необхідним є дослідження показників її поживної цінності яка визначається вмістом білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів тощо. За досить широкого асортименту десертів, вміст поживних речовин в кожному конкретному випадку є індивідуальним, а коливання абсолютних значень є невеликими.

Визначені органолептичні показники представлено графічно у вигляді окремих дескрипторів на напівкільцевих профілях (рис. 2).

Таблиця 3 – Результати оцінки органолептичних показників десертів

Сумарна оцінка за дескрипторами					4,89
Підсумкова оцінка за показником					0,245
Смак	0,1	Виразність	1	0,2	4,8
		Збалансованість	2	0,4	4,8
		Швидкість вивільнення	3	0,1	4,8
		Чистота	4	0,3	5,0
Сумарна оцінка за дескрипторами					4,86
Підсумкова оцінка за показником					0,486
Запах	0,05	Виразність	1	0,3	4,6
		Відповідність виду сировини, що використовується	2	0,2	5,0
		Стійкість	3	0,2	4,8
		Чистота	4	0,3	5,0
Сумарна оцінка за дескрипторами					4,84
Підсумкова оцінка за показником					0,242
Консистенція	0,6	Однорідна	1	0,1	4,9
		Пастоподібність	2	0,4	5,0
		Пластичність	3	0,1	5,0
		Кремоподібність	4	0,4	5,0
Сумарна оцінка за дескрипторами					4,99
Підсумкова оцінка за показником					3,244
Загальна оцінка					4,95



зовнішній вигляд колір смак запах консистенція

Рис. 2 – Профілі органолептичної оцінки якості десертів

Висновок. Нова продукція у ході експертної оцінки набрала максимальну кількість балів, а також впритул наблизилася до максимальних показників якості, а це свідчить про те, що дана технологічна розробка є перспективною та потребує подальшого розвитку.

Список літератури*:* **1**. *Шидловская В. П.* Органолептические свойства молока и молочных продуктов: Справочник [Текст] / *В. П. Шидловская* – М.: Колос, 2000. – 280 с. **2.** *Плотников В.А.* Разработка и исследование роторно–пульсационного аппарата для получения комбинированных продуктов питания на молочной основе [Текст]: автореф. дис... канд. тех. наук : 05.18.04 – К., 2000. – 16 с. **3**. *Казале А.* Реакция полимеров под действием напряжений [Текст] / А. Казале, Р. Портер. – Л. : Химия, 1983. – 440 с. **4.** *Ohta K.* [Text] / *K. Ohta, K. Urano, K. Kawahara* // Kobunshi robunshu. – 1984. – Vol. 41. – № 12. – P. 739–744. 5. *Patterson Gary K.* [Text] / *K. Patterson Gary //* "Drag Redact. 3 rd Int. Conf., 2–5 July 1984. – Bristol, 1984. – E4/1–E4/6.

Надійшла до редколегії 20.04.2013

УДК 664.2.058.02

Моделювання технології десертної продукції, виготовленої з використанням оклейстеризованого механічно зруйнованого крохмалю, на основі методу системного аналізу / Р. Е. Слободнюк, Д. Ю. Прасол // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.145-150. – Бібліогр.: 4 назв.

Рассмотрены перспективы разработки новой десертной продукции на основе оклейстеризованного механически разрушенного крахмала. Обосновано применение кукурузного крахмала и молочного сырья как основных рецептурных компонентов. Приведена блок-схема технологического процесса производства десертной продукции на основе оклейстеризованного механически разрушенного крахмала. Обоснованы основные преимущества новой технологии.

Ключевые слова: десертная продукция, крахмал, загустители, гелеобразователи.

Perspectives of elaboration of new dessert products on the basis of gelatinized mechanically destroyed starch have been examined using corn starch and milk raw as the main recipe components has been motivated.

Block - sheme of technological process of dessert products' manufacturing on the basis of mechanically destroyed starch is presented. Main advantages of new product have been examined.

Keywords: dessert products, starch, stiffeners, gellings

УДК 631.365

Д. Д. КАЗАКОВ, асистент СНАУ, Суми;
О. Р. ЯКУБА, д-р техн. наук,проф., СНАУ, Суми;
С. М. САБАДАШ, ст. викладач, СНАУ, Суми.

ВПЛИВ ВХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ПРОЦЕС СУШІННЯ МОЛОКА

В роботі розглянуто вплив вхідних параметрів: витрат повітря, температури і число обертів мішалки на процес сушіння. Для визначення впливу вхідних параметрів був використаний метод статистичного планування експеременту. Із проведених дослідів було набагато збільшено продуктивність при наявності доступних факторів. В подальшому для інтенсифікації сушіння молока повинно підвищувати рух частин в шарі інертного матеріалу за рахунок руху повітря та других факторів.

Ключові слова: вхідні параметри, процес сушіння, витрати повітря, температура, число обертів мішалки.

Вступ. Багаточислені дослідження процесу сушіння молока були направлені на знаходження оптимальних умов при яких досягаються високі показники продуктивності при утриманні якісних показників продукту.

Мета досліджень, постановка проблеми. Метою роботи є визнання впливу вхідних параметрів: витрат повітря, температури і число обертів мішалки на процес сушіння. Для визначення впливу вхідних параметрів був використаний метод статистичного планування експеременту [1,2]. В якості сушильної камери використовували циліндроконічну камеру об'ємом 1,6 л. представлену на малюнку .

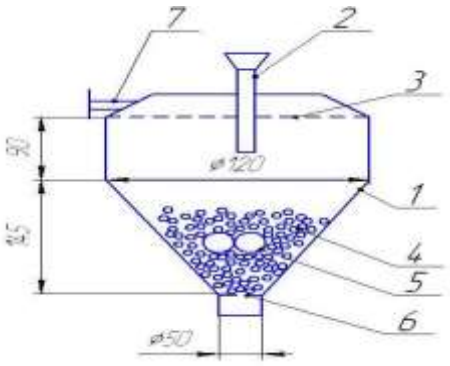


Рис.- Циліндрична камера: 1- циліндричноконічний корпус; 2- воронка для подачі молока; 3- відбійна решітка; 4- фторопластова крихта; 5- мішалка; 6- опорна решітка; 7- патрубок виходу повітря

Матеріали досліджень.

Кількість завантаженої крихти складала 50 г. і була встановлена у попередніх дослідженнях [3]. В таблиці 1 приведені рівні інтервали варіювання. Вони були також орієнтовано досліджені раніше [3]. В Якості параметра оптимізації була вибрана продуктивність сушарки на сухому молоці G (г/год) і позначена через Y.

© Д. Д. КАЗАКОВ, О. Р. ЯКУБА, С. М. САБАДАШ, 2013

Розглянуто вплив окремих параметрів на продуктивність сухого молока представлених в табл.. 2. Продуктивність досягнута в двох експерементах відмічена через Y_1 та Y_2 , а середнє їх значення через $\bar{Y}$.

Таблиця 1 – Рівні інтервали варіювання

Найменування	Витрати повітря, $м^3$/год	Температура сушіння, t^oC	Число обертів мішалки об/хв	Продуктивність г/год
Нижній рівень	50	100	100	
Верхній рівень	100	120	200	
Базовий рівень	75	110	150	
Інтервал варіювання	25	10	50	
Кодове позначення	X_1 Q	X_2 T	X_3 T	Y

План 2^3 реалізований у вигляді таблиці 2 дозволяє одержати рівняння Y=f(x) та окремі коофіцієнти регресії у вигляді:

$$Y=в_0+в_1x_1+в_2x_2+в_3x_3+в_{12}x_1x_2+в_{13}x_1x_3+в_{23}\,x_2x_3+в_{123}\,x_1x_2x_3 \qquad (1)$$

Коофіцієнти регресії для варіанта продуктивності по сухому продукту, сухому молоку $\bar{Y}=\bar{\sigma}$ і визначаються в рівнянні (1) по змежностям:

$$b_1=\frac{\sum_{i=1}^{N}\bar{y}}{N};\quad в_n=\frac{\sum_{i=1}^{N}x_i\cdot y_{iu}}{N};\quad в_{ie}=\frac{\sum_{з=1}^{N}\tilde{o}_{зu}\cdot\bar{y}_{eu}\cdot y_u}{N};$$

Коофіцієнт регресії:

B_0=4,5+5,8+6,1+6,3+6,9+9,5+8,0+12,4=7,4375;

B_1=-4,5+5,8-6,1+6,3-6,9+9,5-8,0+12,4=1,0625;

B_2=-4,5-5,8+6,1+6,3-6,9-9,5+8,0+12,4=0,7625;

B_3=-4,5-5,3-6,1-6,3+6,9+9,5+8,0+12,4=1,7625;

B_{12}=4,5-5,3-6,1+6,3+6,9-9,5-8,0+12,4=0,15

B_{13}=4,5-5,3+6,1-6,3-6,9+9,5-8,0+12,4=0,75

B_{23}=4,5+5,8-6,9-6,3-6,9-9,5+8,0+12,4=0,2375

B_{123}=-4,5+5,8+6,1-6,3+6,9-9,5-8,0+12,4=0,3625

Після підстановки значень коофіцієнтів в рівнянні (1) воно прийняло вигляд:

$$Y=7,4375+1,0625x_1+0,7625x_2+1,7625x_3+0,15x_1x_2+0,2375x_2x_3+0,3625x_1x_2x_3 \qquad (2)$$

Для перевірки гіпотези адекватності моделі представленій рівнянням (2) знаходимо дисперсію адекватності:

$$S_{àä}=\frac{\sum_{з=1}^{N}(Y_n-\bar{y})^2}{N} \qquad (3)$$

де Y_n – експерементальне значення параметра оптимізації в n-му досліді, яке вираховувалось за рівнянням (3);

f- число ступенів вільності f = N – (k+1)=8-(3+1)=4.

k- =3 – число факторів, яке дорівнює 3.

Урахуємо досліджені параметри:

$$\sum_{з=1}^{N} (Y_i - \bar{Y})^2 = 0{,}25+0{,}04+0{,}01+0{,}01+0{,}01+0{,}25+0{,}01+0{,}16=0{,}74$$

Таблиця 2 – План експерементальних досліджень та реалізація їх по плану 2^3

Кодове позначення / Номер досліду	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_1x_2	$x_1x_2x_3$	Y_1	y_2	$\bar{y}$ по сухим	(y_1-y)	$(Y_1-\bar{Y})^2$	$Y_2-\bar{Y}$	$(y_2-\bar{y})^2$
1	+	-	-	-	+	+	+	-	4,0	5,0	4,5	-0,5	0,25	+0,5	0,25
2	+	+	-	-	-	-	+	+	5,5	6,0	5,8	-0,2	0,04	+0,2	0,04
3	+	-	+	-	-	+	-	+	6,0	6,6	6,1	-0,1	0,01	+0,1	0,01
4	+	+	+	-	+	-	-	-	6,2	6,4	6,3	-0,1	0,01	+0,1	0,01
5	+	-	-	+	+	-	-	+	6,8	7,0	6,9	-0,1	0,01	+0,1	0,01
6	+	+	-	+	-	+	-	-	9,0	10,0	9,5	-0,5	0,25	+0,5	0,25
7	+	-	+	+	-	-	+	-	7,9	8,1	8,0	-0,1	0,01	+0,1	0,01
8	+	+	+	+	+	+	+	+	12,0	12,8	12,4	-0,9	0,16	+0,4	0,16

$$\sum_{n=1}^{N=8} (Y_n - \bar{Y}_n)^2 = 0{,}74$$

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum_{n=1}^{N} (Y_1 - \bar{Y})^2}{N} = \frac{0{,}74}{4} = 0{,}185$$

$$\sigma_{bi} = \sqrt{\frac{\sigma_y^2}{N}} = \sqrt{\frac{0{,}185}{8}} = 0{,}152$$

Значення t критерія для різних коофіцієнтів регресії розраховуємо із залежності :

1) $в_0$: t = $\frac{7{,}4375}{0{,}152} = 48{,}93$;

2) $в_1$: t = $\frac{1{,}0625}{0{,}152} = 6{,}99$;

3) $в_2$: t = $\frac{0{,}7625}{0{,}152} = 5{,}016$;

4) $в_3$: t = $\frac{1{,}7625}{0{,}152} = 11{,}6$;

5) $в_{12}$: t = $\frac{0{,}15}{0{,}152} 0{,}986$;

6) $в_{13}$: t = $\frac{0{,}75}{0{,}152} = 4{,}93$;

7) $в_{23}$: t = $\frac{0,2375}{0,152} = 1,5625$;

8) $в_{123}$ = $\frac{0,3625}{0,152} = 2,38$;

Табличне значення критерія Стьюдента при f = 4 та надійності 0,95 складає t_0=2,306. Виключивши перемінні x_1x_2 та x_2x_3, отримаємо:

$$y=7,4375+1,0625x_1+0,7625x_2+1,7625x_3+0,75x_1x_3+0,3625x_1x_2x_3 \quad (4)$$

Перевірка на адекватність за критерієм Фішера $[1,2,4,5]$. $F_{кр}[0,95;4,0]=8,85$

$$F_{\partial} = \frac{\sigma_y^2}{\sigma b_i^2} = \frac{0,235}{0,152} = 1.546; \qquad 1,546<8,85$$

$$F_р < F_{кр}.$$

Рівняння адекватне.

Для визначення оптимальних умов та досягнення максимальної продуктивності по сухому молоку використаємо метод крутого сходження $[1,2,4,5]$.

Таблиця 3 – Круте сходження

Змінні	Витрати теплоносія, $м^3$/год	Температура, ºС	Кількість обертів, об/хв
Позначення перемінних	X_1	X_2	X_3
Нижній рівень	50	100	100
Верхній рівень	100	120	300
Базовий рівень	75	110	150
Коефіцієнт регресії	1,0625	0,7625	1,7625
Інтервал варіювання	25	10	50
$b_i\Delta t$ Інтервал варіювання по Δx	26,56	7,025	88,125
Шаг, який відповідає зміні x_3 на 100	30,14	8,65	1,135
Округлені ступені крутого сходження	30	10	100

За початок крутого сходження приймаємо дослід з максимальною продуктивністю по сухому молоку.

Таблиця 4 – Реалізація крутого сходження

Дослід . Круте сходження	X_1=100 $м^3$/год	X_2= 120 ºС	X_3=200 об/хв	G г/год
Дослід 1	100	120	300	14
Дослід 2	-	130	400	16
Дослід 3	-	135	600	18
Дослід 4	-	140	600	20
Дослід 5	-	145	700	22
Дослід 6	-	150	800	23
Дослід 7	-	150	900	14
Дослід 8	-	150	1000	25

Висновки. В дослідах неможливо було збільшувати витрати повітря вище 100 $м^{3/}$год а температуру вище 150 ºС. Максимальне число обертів досягнуто тільки 1000 об/хвилину. Із проведених дослідів було набагато збільшено продуктивність при

наявності доступних факторів. В подальшому для інтенсифікації сушіння молока повинно підвищувати рух частин в шарі інертного матеріалу за рахунок руху повітря та других факторів.

Список літератури: 1. *Налимов В. В., Черновап Н. А*. Статические методы планирования екстримальных экспериментов.-М: Наука, 1965.-340с. **2.** *Спиридонов А. А*. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение, 1981. - 134г. **3.** *Сабадаш С. М., Якуба О. Р., Касянчук В. В*. Дослідження процесу сушіння молока в сушарках із псевдозрідженим шаром. Вісник СНАУ, вип. 3(19), 2008-с.111-114. **4.** *Адлер Ю. П., Марков Є. В., Грановский Ю. В*. Планирование експерименте при поиске оптимальных условий.-М.: Наука, 1926.-279с. **5.** *Харман К., Лецкий Э., Шефер В*. Планирокание экспериментов. - М.: Мир, 1977.-с. 552.

Надійшла до редакції 01.05.2013 р.

УДК 631.365

Вплив вхідних параметрів на процес сушіння молока/ Казаков Д. Д., Якуба О. Р., Сабадаш С. М // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.150-154 . – Бібліогр.: 5 назв.

В работе рассмотрено влияние входных параметров: расходов воздуха, температуры, и число оборотов мешалки на процесс сушения. Для определения влияния входных параметров был использован метод статистического планирования эксперимента. Из проведенных опытов была намного увеличена производительность при наличии доступных факторов. В дальнейшем для интенсификации сушения молока должны повышать движение частей в слое инертного материала за счет движения воздуха и вторых факторов.

Ключевые слова: входные параметры, процесс сушки, затраты воздуха, температура, число оборотов мешалки.

Influence of entry parameters is in-process considered: charges of air, temperature, and number of turns of mixer on the process of drying. For determination of influence of entry parameters there was the used method of the statistical planning of eksperementu. From the conducted experiments the productivity was far megascopic at presence of accessible factors. In future for intensification of drying of milk it must promote motion of parts in the layer of inert material due to motion of air and second factors.

Keywords: entry parameters, process of drying, expense of air, temperature, number of turns of mixer.

УДК 519.7:517.9

В. А. ТОЛСТОХАТЬКО, канд. техн. наук, проф., ХНАМГ, Харків;
М. С. ЄВСЮКОВ, бакалавр, ХНАМГ, Харків

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЇ МІСТА З ВИКОРИСТАННЯМ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ

Розглянуто принципи моделювання розвитку міста з використанням методу клітинних автоматів і космічних знімків. Для визначення стану ділянок міста по космічним знімкам пропонується використовувати алгоритм ISODATA програмного комплексу ArcGIS 10.

Ключові слова: космічні знімки, клітинний автомат, алгоритм.

Вступ. Моделювання розвитку міста, в сучасних умовах, є важливою складовою частиною муніципального управління. Все більше країн використовують моделі розвитку міст, для прийняття управлінських рішень, використовуючи в своїй роботі спеціальні програмні засоби та інформаційні системи.

Використання таких систем дозволяє значно пришвидшити процес обробки та аналізу інформації, автоматизувати процеси інтерпретації даних, отриманих з різних джерел, а також використовувати їх для моделювання процесів, що виникають у місті, та виконання різноманітних розрахунків.

Постановка задачі. Метою роботи є створення системи для моделювання довгострокового розвитку міста на підставі комплексних факторів. Аналіз і моделювання системи міста виконується з урахуванням характерних особливостей, таких як:

Місто – це складна слабо структурована система, для якої характерна наявність великої кількості складних, взаємопов’язаних причинно-наслідкових зв'язків між чинниками розвитку результат дії яких не завжди очевидний при ухваленні рішень.

Місто – соціальна система, тому у ній мають враховуватися природні та психологічні фактори. При прийнятті рішення необхідно враховувати довгострокові інтереси.

Місто – динамічна система. Потрібно дослідити динаміку розвитку системи, проводити аналіз процесів зростання, з врахуванням загального життєвого циклу міста і його частин (житловий фонд, екологічні чинники, транспортна мережа і ін.).

При управлінні містом часто виникає конфлікт між цілями довгострокового планування та короткочасними рішеннями. Добрі умови життя найближчими роками можуть стати причиною занепаду в довгостроковій перспективі. Тому найбільш бажаним є таке рішення, яке сприяє стійкому розвитку в короткостроковій і довгостроковій перспективі.

Методологічною основою моделювання розвитку території міста є системний аналіз, центральною процедурою якого є побудова єдиної моделі об’єкта, що відображає найважливіші фактори та взаємозв’язки реальної системи. На практиці це пов’язано зі створенням комплексу моделей з розвинутими динамічними та інформаційними зв’язками між моделями всіх рівнів. Одним з основних методів моделювання у задачах міського розвитку є метод імітаційного моделювання, який:

Реалізує ітераційний характер розробки моделі, поетапний характер деталізації

© В. А. ТОЛСТОХАТЬКО, М. С. ЄВСЮКОВ, 2013

підсистем які моделюються, що дозволяє поступово збільшувати повноту оцінки рішень, що приймаються, у міру виявлення нових проблем і здобуття нової інформації.

Дозволяє за допомогою експерименту на моделі вивчати динаміку розвитку міської системи та виробляти стратегію подальшого розвитку.

Для моделювання розвитку міста необхідно вирішити наступні задачі:

Дешифрування зон міста по космічним знімкам.

Визначення зон, які придатні для розвитку міста, шляхом моделювання.

Для моделювання розвитку міста використовується теорія множин і клітинні автомати.

Дешифрування зон міста по космічним знімкам. Застосування супутникових знімків високої роздільної здатності є одним з перспективних напрямків у плануванні розвитку території міста. Для дешифрування типових зон міста (будівель, вулиць, доріг, пустирів і т.д.) використовуються геоінформаційні системи (ГІС), наприклад, ArcGIS 10.

Одним з ефективних методів дешифрації, що включений у склад ArcGIS 10, є ітеративний метод аналізу даних, що самоорганизується. Цей метод реалізує алгоритм ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Techniques), який призначений для обробки растрових зображень [1].

Алгоритм ISODATA автоматично розподіляє пікселі знімку на кластери (ділянки з однаковими об'єктами) на основі аналізу статистичного розподілу яскравості пікселів. Укрупнена схема алгоритму ISODATA приведена на рис. 1.

Рис. 1 – Укрупнена схема алгоритму ISODATA

Результат роботи алгоритму багато в чому залежить від заданих початкових параметрів.

Основними початковими параметрами, які оператор задає у спеціальних вікнах є наступні параметри: X = {x1, x2, ..., xn} – набір даних, що включає спектральні характеристики N пікселів знімка; m – необхідне число класів (кластерів); QN – поріг збіжності (відносна кількість пікселів, які не змінюють своєї приналежності до класу при перехід до наступної ітерації); QS – параметр, що характеризує припустиме середньоквадратичне відхилення; QC–параметр компактності кластерів (визначає

умова об'єднання кластерів); L – мінімальна кількість пікселів у кластері; M – припустиме число ітерацій.

Кластеризація полягає в розбивці набору X на m непересічних підмножин X1, X2, …, Xm – кластерів. Усі точки одного кластера повинні складатися з «схожих» елементів, а точки різних кластерів суттєво відрізнятися, тобто $X1 \cup X2 \ldots \cup XK = X$, $Xi \cap Xj = \varnothing$ для всіх $i \neq j$.

Критерієм кластеризації є мінімізація розсіяння точок усередині кластера при одночасній максимізації міжкластерних відстаней. Для реалізації критерію в алгоритм ISODATA включені евристичні процедури, які здійснюють видалення кластерів, попарне об'єднання кластерів в один кластер і розділення кластера на два кластери.

Класифікація знімка виконується в такому порядку. Введення початкових параметрів (символ 1) здійснюється вручну.

Перед початком першої ітерації кластеризації простір ознак розбивається на області у вигляді вектора {c1, c2,…,cm}, центром кожної з яких є середні значення яскравості кластерів (символ 2).

На кожній ітерації (символи 3 - 7) проводиться класифікація всіх пікселів (формування кластерів) і перерахування середніх значень кластерів. Аналіз пікселів виконується послідовно від лівого верхнього кута знімка до нижнього правого. Обчислюються спектральні відстані між пікселями й середніми значеннями кластерів. Пікселя призначаються в ті кластери, де ця відстань мінімальна.

При оновленні кластерів (символ 3) обчислюються спектральні відстані між пікселями і середніми значеннями кластерів.

Наприкінці кожної ітерації обчислюється відсоток пікселів P, приписування яких до певного кластера не змінилося в порівнянні з попереднім кроком. Коли цей показник досягне порогу збіжності QN (символ 8), виконання програми припиняється.

Можлива ситуація, коли відсоток пікселів, що не перемінили кластер «приписки», ніколи не досягнеться порога QN. У такому випадку виконується максимальна кількість ітерацій M і обчислення також припиняються (символ 9).

Таким чином, завдяки самоорганізації алгоритму ISODATA забезпечується автоматичний розподіл кластерів на знімках.

В якості основи для моделювання використовується космічний знімок м. Харкова (рис. 2).

Рис. 2 – Супутниковий знімок території м. Харкова (супутник Landsat 7, дата зйомки: червень 2012, роздільна здатність 30 метрів)

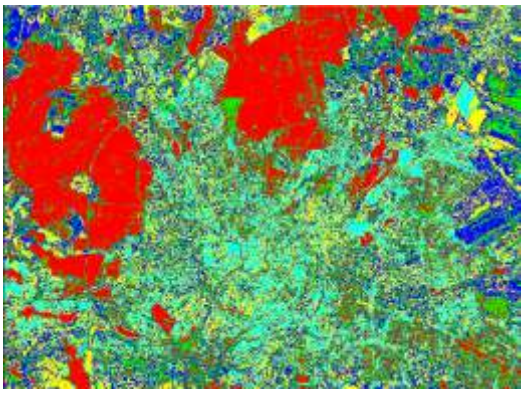


Рис. 3 – Фрагмент знімка території м. Харкова після класифікації

При дешифруванні знімку з використанням алгоритму ISODATA були виділені наступні зони міста: забудована міська територія, територія вільна від забудови,зелені насадження, водні об’єкти та дорожня мережа.

Додатково при моделюванні використовується точечний шар, який відображає джерела забруднення.

Частина знімка території м. Харкова після класифікації приведена на рис.3.

Принцип побудови математичної моделі клітинного автомату. Клітинні автомати – це дискретна динамічна система, що є множиною пов'язаних між собою ідентичних клітин, які утворюють решітку автомата. Решітки бувають різних типів, відрізняючись як за розміром, так і за «формою» клітин. Основні припущення у класичному клітинно-автоматному підході наступні [2]:

регулярність — це дискретний простір, дискретний час, дискретні стани клітин;

динаміка — це локальний окіл, покрокові правила (детерміновані або стохастичні).

Нехай Ud – d-вимірна решітка; S – скінчена множина станів окремого елемента (клітини) решітки; si ∈ S – стан і-ої клітини, причому si ∈ Ud (i – індекс клітини). Конфігурація на решітці Ud – це сукупність станів всіх клітин в певний момент часу. Всі можливі конфігурації утворюють простір конфігурацій B на Ud. Нехай T ={0, 1, 2,…} – дискретний час, B(t) – конфігурація системи у момент часу t (t = 0, 1, 2,…). Локальне правило для клітини si ∈ Ud – перетворення si, що переводить клітину зі стану si(t) ∈ S в момент часу t у стан si(t+1) ∈ S у наступний момент часу (t +1):

$$s_i(t+1) = T(N_i(t), R) = T(s_i(t), R),$$

де Ni – певний окіл клітини і на решітці Ud; {si(t)} – множина станів клітини з Ni. Результат перетворення Ti залежить лише від станів клітин в межах околу Ni; R – певні параметри правил, що задають перетворення. Набір локальних перетворень Ti визначає глобальне перетворення G на просторі конфігурації B:

$$B(t+1) = G(B(t)).$$

Початкові дані для конфігурації B(0) є заданими і відповідають моменту часу t = 0. Множина всіх локальних перетворень Ti,або глобальне перетворення G, визначають клітинний автомат на решітці Ud з простором станів клітин S.

Кожна клітина – це завершений автомат, стан якого визначається станами «сусідніх» клітин та його станом. За апаратної реалізації клітинні автомати – гомогенні структури, яким притаманні наступні особливості:

решітка є однорідною;

час є дискретним, крок у часі – незмінним;

множина станів клітини містить інформацію про доступність останньої (є вона перешкодою чи ні);

функція переміщення є детермінованою. Зміна значень всіх клітин відбувається одночасно (паралельно).

клітини, що розташовані поблизу (навколо) заданої клітини, утворюють її окіл. Отже, окіл утворюється саме множиною «сусідів», а не довільно обраних клітин (локальність).

Моделювання розвитку території міста. Моделювання відбувається в 3 етапи [3]:

На першому етапі будується матриця, ідентична за розмірами растру, який був отриманий після класифікації знімків. Кожна з комірок матриці отримує початкове значення на підставі даних, отриманих зі знімка.

На другому етапі до матриці додаються дані про джерела забруднення.

Кожна комірка отримує одне із значень, які приведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Можливі значення комірок матриці растру

Значення	Значення чарунки матриці
Незабудована територія	0
Забудована територія	1
Дорога	2
Водний об’єкт	3
Зелені насадження	4
Джерело забруднення	5

На третьому етапі вносяться дані для моделювання: кількість ітерацій та змінна v, яка визначає кількість «забудованих» навколишніх комірок, яка потрібна для того, аби задана комірка змінила свій стан із «незабудованої» на «забудовану».

Розроблено пілотний варіант проекту програми у середовищі Visual Basic. На рис. 4 приведені результати виконання програми на тестовому прикладі. На рис. 4 прийняті наступні позначення: – забудована територія; – незабудована територія; – водні об’єкти; – зони забруднення; – дороги; – зелені насадження.

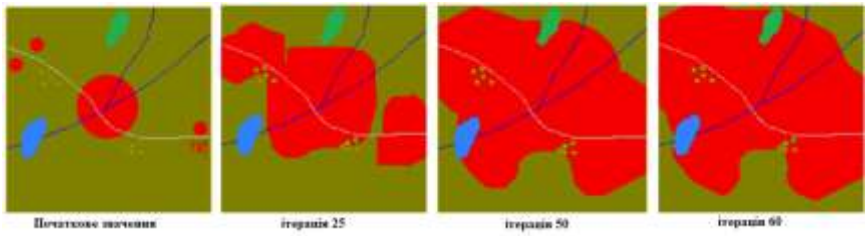


Рис. 4 – Приклад результатів роботи програми

Аналіз отриманих попередніх результатів показує, що шляхом моделювання з використанням клітинних автоматів досить чітко виділяється незабудована територія міста, яку можна вважати резервом для планування розвитку міста.

Висновки.

1. При плануванні розвитку міста доцільно використовувати космічні знімки та геоінформаційні технології для їх обробки та аналізу. При високій якості знімків метод кластерізації ISODATA дозволяє по спектральній яскравості достатньо точно виділяти антропогенні об'єкти міста (будівлі, дороги, водні об’єкти й і ін.) та незабудована території. Завдяки цьому підвищується точність моделювання території міста.

2. Одним з перспективних напрямків побудови імітаційних моделей є застосування клітинних автоматів. За допомогою таких моделей можна оперативно здійснювати аналіз стану міста та виявляти зони, що придатні для розвитку інфраструктури міста. Це дозволить виявити напрямки розвитку міста, а також оперативно здійснювати моніторинг стану його території.

Список літератури: **1**. *Лепский, А. Е.* Математические методы распознавания образов. Курс лекций [Текст] / *А. Г. Броневич* – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2009. – 155 с. **2.** *Макаренко О. С.* Моделювання руху пішоходів на основі клітинних автоматів. / *О. С Макаренко, Д. А Крушинський* // Системні дослідження та інформаційні технології. – № 1, 2010. – с. 100-109. **3.** *Eleftherios A. Mandelas, Thomas Hatzichristos, Poulicos Prastacos. A Fuzzy* Cellular Automata Based Shell for Modeling Urban Growth //10th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2007 – Aalborg University, Denmark

Надійшла до редколегії 10.05.2013

УДК 519.7:517.9

Моделювання розвитку території міста з використанням космічних знімків/ В. А. Толстохатько, М. С. Евсюков // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.155-160 . – Бібліогр.:3 назв.

Рассмотрены принципы моделирования развития города с использованием метода клеточных автоматов и космических снимков. Для определения состояния участков города по космическим снимкам предлагается использовать алгоритм ISODATA программного комплекса ARCGIS 10.
Ключевые слова: космические снимки, клеточный автомат, алгоритм.

The paper describes the principles of the city development modeling with the use of the cellular automata and satellite images. To determine the status of city territory by satellite images ISODATA algorithm from the software package ARCGIS 10 is proposed to be used.
Keywords: satellite images, cellular automata, algorithm.

УДК 621.792.8

А. А. СВЯТУХА, канд. техн. наук, доц., УИПА, Харьков;
И. Б. ПЛАХОТНИКОВА, ст. преподаватель, УИПА, Харьков

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОЙ СБОРКИ ДЕТАЛЕЙ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Рассмотрены вопросы прочности соединений с натягом при тепловой сборке подшипниковых узлов скольжения, включающих стальной корпус и запрессованной в него втулки из антифрикционного материала (бронза, латунь и др.). В связи с большой разницей коэффициентов линейного расширения материалов этих деталей в статье предложены способ и устройство позволяющее обеспечить необходимую прочность таких соединений.
Ключевые слова: сборка, соединения, прочность, расширение, распыление

Введение. Подшипниковые узлы скольжения нашли широкое применение в различных машинах и механизмах. Они позволяют воспринимать высокие удельные давления и передавать большие скорости вращения. Примерами таких соединений являются опорные подшипники шеек коленчатых валов, соединение поршневых пальцев с головками шатунов автомобильных двигателей и др.

В большинстве случаев подшипниковые узлы скольжения включают стальной корпус, в который запрессовуют с определённым натягом втулку из антифрикционного материала (бронза, латунь и др.). От прочности скрепления такого соединения во многом зависит долговечность работы подшипникового узла скольжения. Поэтому поиск наиболее эффективного способа соендинения таких деталей является актуальной задачей.

Подшипник скольжения — опора или направляющая механизма или машины, в которой трение происходит при скольжении сопряжённых поверхностей. Радиальный подшипник скольжения представляет собой корпус, имеющий цилиндрическое отверстие, в которое вставляется рабочий элемент — вкладыш, или втулка из антифрикционного материала и смазывающее устройство. Между валом и отверстием втулки подшипника имеется зазор, заполненный смазочным материалом, который позволяет свободно вращаться валу. Расчёт зазора подшипника, работающего в режиме разделения поверхностей трения смазочным слоем, производится на основе гидродинамической теории смазки.

При расчёте определяются: минимальная толщина смазочного слоя (измеряемая в мкм), давления в смазочном слое, температура и расход смазочных материалов. В зависимости от конструкции, окружной скорости цапфы, условий эксплуатации трение скольжения бывает *сухим*, *граничным*, *жидкостным* и *газодинамическим*. Однако даже подшипники с жидкостным трением при пуске проходят этап с граничным трением.

© А. А. СВЯТУХА, И. Б. ПЛАХОТНИКОВА, 2013

Смазка является одним из основных условий надёжной работы подшипника и обеспечивает: низкое трение, разделение подвижных частей, теплоотвод, защиту от вредного воздействия окружающей среды и может быть:

- *жидкой* (минеральные и синтетические масла, вода для неметаллических подшипников),
- *пластичной* (на основе литиевого мыла и кальция сульфоната и др.),
- *твёрдой* (графит, дисульфид молибдена и др.) и
- *газообразной* (различные инертные газы, азот и др.).

Наилучшие эксплуатационные свойства демонстрируют пористые самосмазывающиеся подшипники, изготовленные методом порошковой металлургии. При работе пористый самосмазывающийся подшипник, пропитанный маслом, нагревается и выделяет смазку из пор на рабочую скользящую поверхность, а в состоянии покоя остывает и впитывает смазку обратно в поры.

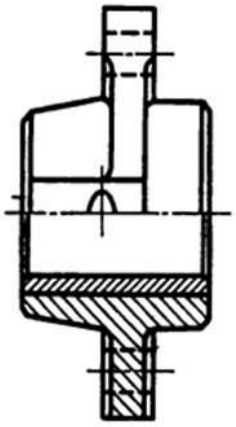


Рис.1 – типичная конструкция подшипникового узла скольжения

Антифрикционные материалы подшипников изготавливают из твёрдых сплавов (карбид вольфрама или карбид хрома методом порошковой металлургии либо высокоскоростным газопламенным напылением), баббитов и бронз, полимерных материалов, керамики, твёрдых пород дерева (железное дерево). Типичная конструкция подшипникового узла скольжения представлена на рис. 1

К достоинствам подшипников скольжения можно отнести:

- Надежность в высокоскоростных приводах
- Способны воспринимать значительные ударные и вибрационные нагрузки
- Сравнительно малые радиальные размеры
- Допускают установку разъемных подшипников на шейки коленчатых валов и не требуют демонтажа других деталей при ремонте
- Простая конструкция в тихоходных машинах
- Позволяют работать в воде
- Допускают регулирование зазора и обеспечивают точную установку геометрической оси вала
- Экономичны при больших диаметрах валов

Известно [1], что тепловой метод сборки соединений с натягом имеет существенные преимущества в сравнении с холодной запрессовкой. Это в первую очередь сохранение исходного качества поверхностей сопрягаемых деталей, отсутствие задиров в зоне контакта, существенное увеличение площади контактирующих поверхностей и в конечном итоге прочности скрепления собранного соединения.

Однако большая разница коэффициентов линейного расширения материала втулок и материала корпуса (примерно в 1,5 раза) требуют дополнительного технологического приёма для получения качественного и прочного соединения. Это связано с тем, что при контакте сопрягаемой поверхности, например, бронзовой втулки с нагретой поверхностью стального корпуса происходит интенсивное приращение наружного диаметра втулки благодаря большему коэффициенту линейного расширения, которая упираясь во внутреннюю поверхность стального корпуса создаёт повышенные контактные давления в зоне сопряжения, приводящие

к возникновению необратимых пластических деформаций, снижающих натяг и, как следствие, возможному выпадению втулки.

Из формулы определения температуры нагрева корпуса для осуществления свободной сборки втулки приращения диаметра посадки Δd будет:

$$\Delta d = T.\alpha, d,$$

где: T-температура нагрева корпуса, (220-250)°С; α - коэффициент линейного расширения стали, который находится в пределах $(12,6\text{-}13,4).10^{-6}$, а для бронзы $\alpha = (17,6\text{-}18,4).10^{-6}$. d- диаметр посадки, мм.

Из этого следует, что втулка будет практически в 1,5 раза иметь большее расширение посадочной поверхности по отношению к посадочной поверхности корпуса при одинаковой температуре нагрева. Учитывая ещё и значительную разницу механических свойств материалов бронзы и стали (пределы прочности и пределы текучести), возникающие повышенные контактные давления неизбежно приводят к пластической деформации втулки и, как следствие, потере прочности скрепления деталей соединения.

Целью работы. Целью работы является поиск наиболее эффективного способа теплового соединения бронзовой втулки либо втулки из другого антифрикционного материала со стальным корпусом, исключающего возникновения пластической деформации втулки и получение прочного скрепления такого соединения. Для устранения возникновения возможной пластической деформации необходим интенсивный отвод тепла, получаемого втулкой при контакте её с нагретой посадочной поверхностью стального корпуса.

Методика реализации. Для интенсивного отвода тепла получаемого втулкой при контакте с нагретым корпусом разработано и предложено специальное устройство для термической сборки бронзовых втулок, сопрягаемых с нагретым корпусом по неподвижным посадкам. При этом следует отметить, при проведении экспериментальных исследований было установлено, что наиболее эффективным способом является локальный отвод тепла от внутренней поверхности втулки. Поэтому конструкция устройства должна обеспечивать возможность предотвращения попадания охлаждающей среды непосредственно на поверхность стального корпуса.

Обсуждение результатов. Предложенное устройство обеспечивает при соединении втулки с нагретым корпусом распыление охлаждающей жидкости только на внутреннюю поверхность втулки. Это способствует интенсивному отводу тепла от втулки, нагреваемой в результате контакта с нагретым корпусом, предотвращая таким образом её расширение и возникновение необратимых пластических деформаций материала втулки.

Конструкция предложенного устройство представлена на рис.2

Устройство включает в себя соосновертикально расположенные запрес-совочный шток 1 силового цилиндра, смонтированный на нем распылитель 2 охлаждающей жидкости и механизм для центрирования сопрягаемых деталей, преимущественно корпусной детали 3 и втулки 4, имеющей больший коэффициент линейного расширения.

К торцу штока 1 прикреплены уплотняющая кольцевая гидроизолирующая прокладка 5. Распылитель 2 выполнен в виде установленного в осевом отверстии, предусмотренном в штоке и связанном с гидромагистралью каналом 6,

подпружиненного золотника 7 с толкателем, при этом в направляющей части штока выполнены радиальные отверстия, связанные с осевым отверстием.

Механизм центрирования выполнен в виде подпружиненного пружиной 8 полого ступенчатого пальца 9, установленного в стакане 10. К верхнему фланцу стакана прикреплена плита 11 с радиальными пазами, а к нижнему - стержень 12. На стыке верхней и средней ступеней пальца 9 кольцевая площадка снабжена уплотняющей прокладкой 13. Плита 11 и палец 9 изготовлены из теплоизоляционного материала, например асботекстолита.

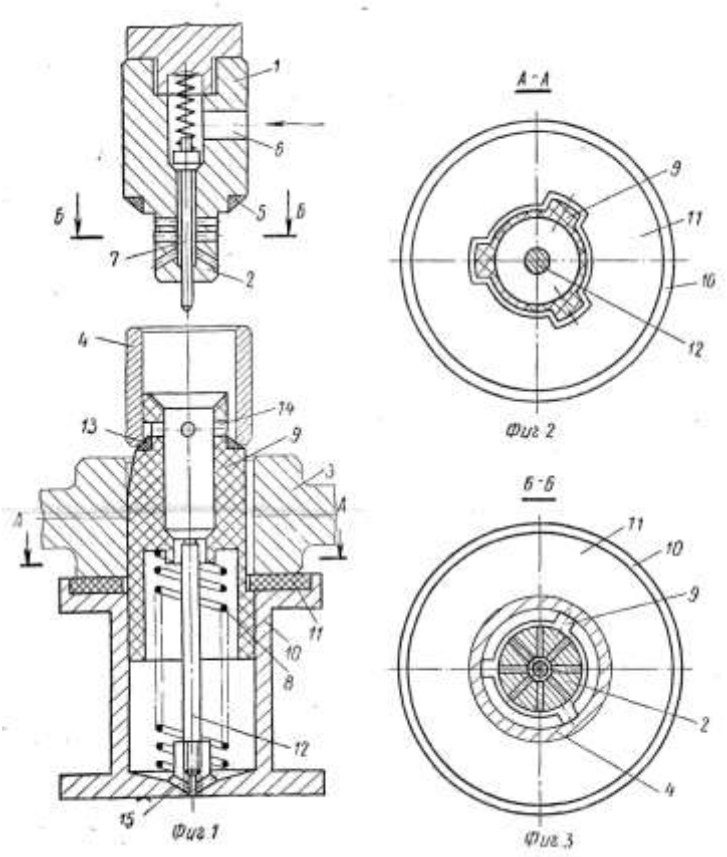


Рис.2 – Устройство для термической сборки бронзовых втулок со стальным корпусом

Сборка деталей осуществляется следующим образом.

В исходном состоянии запрессовочный шток 1 с распылителем 2, а также палец 9 находятся в крайнем верхнем положении. Нагретая корпусная деталь 3, сцентрированная средней ступенью пальца, устанавливается на плиту 11, а втулка 4,сцентрированная верхней ступенью пальца, устанавливается нижним торцом на прокладку 13. При движении штока 1 вниз верхний торец втулки 4 упирается в уплотняющую прокладку 5, при этом распылитель 2 размещается внутри втулки.

При дальнейшем движении вниз шток 1 вдвигает втулку 4 в корпусную деталь 3 до упора нижнего торца втулки в выступы плиты 11 и одновременно перемещает вниз палец 9. При этом золотник 7, упираясь толкателем в стержень 12, открывает каналы 6, в результате чего охлаждающая жидкость под давлением через распылитель 9 подается на внутреннюю поверхность втулки 4. Интенсивное охлаждение втулки происходит и через зону сопряжения корпусной детали.

Шток 1 находится в нижнем положении до полного охлаждения соединения. Охлаждающая жидкость через отверстия 14 в верхней ступени пальца 9 и через его полость поступает в стакан 10 и далее через отверстия 15 выводится из устройства.

Уплотняющие прокладки 5 и 13, герметизируя зону охлаждения, исключают возможность попадания жидкости на корпусную деталь 3.

После охлаждения соединения шток 1 с распылителем 2 отводится в верхнее положение, золотник 7 перекрывает каналы 6, корпусная деталь 3 с установленной в ней втулкой 4 снимаются с плиты 11, а палец 9 под воздействием пружины 8 возвращается в верхнее положение.

Выводы. Предлагаемое устройство позволяет применить тепловой метод сборки в случаях, когда коэффициент линейного расширения втулки больше коэффициента

расширения корпуса, обеспечивая благодаря интенсивному отводу тепла от поверхности втулки исключение пластической деформации и, таким образом, значительное повышение прочности соединения. Оно отличается простотой конструкции, надежностью в работе, обеспечивает высокое качество соединений и может быть использовано для механизации и автоматизации сборочных процессов при изготовлении и ремонте машин.

Список литературы: 1. *Кравцов М.К.* Промежуточные среды в соединениях с натягом [Текст] /*М.К. Кравцов, А.А. Святуха, В.В. Чернов*. -Харьков: Изд-во Штрих. 2001.-200 С. **2.** *Андреев Г.Я., Кушаков В.И., Святуха А.А*. А.с. № 4687571 СССР. Устройство для термической сборки прессовых соединений деталей типа вал-втулка – Опубл. в Б.И., 1975, № 16.

Надійшла до редколегії 10.05.2013

УДК 621.792.8

Особенности тепловой сборки деталей неподвижных соединений подшипниковых узлов скольжения/ А. А. Святуха, И. Б. Плахотникова// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.160-164 . – Бібліогр.:2 назв.

Розглянуті питання міцності з'єднань з натягом при тепловому складанні підшипникових вузлів ковзання, які мають стальний корпус та запресовану в нього втулку із антифрикційного матеріалу (бронза, латунь і ін.) У зв'язку з великою різницею коефіцієнтів лінійного розширення матеріалів цих деталей у статті запропоновані спосіб та пристрій, який дозволяє забезпечити необхідну міцність таких з'єднань.

Ключові слова: складання, з'єднання, міцність, розширення, зрошування

Questions of durability of connections with a tightness are considered at thermal assemblage of bearing sliding knots including the steel case and a zapresso-bathroom it of the plug from an antifrictional material (bronze, a brass, etc.). In connection with the big difference of factors of linear expansion of mother-alov of these details in article the way and the device allowing are offered to provide necessary durability of such connections.

Keywords: Assemblage, connections, durability, expansion, dispersion.

УДК 66.066

И. В. СЕВОСТЬЯНОВ, канд. техн. наук, доц., ВНТУ, Винница

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ГИДРОИМПУЛЬСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОТОКОВОГО ВИБРОУДАРНОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ ДИСПЕРСНЫХ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

Приводится методика расчета оптимальных параметров гидроимпульсной установки для потокового виброударного фильтрования дисперсных пищевых отходов, исходя из их физико-механических характеристик и параметров нагрузки.

Ключевые слова: гидроимпульсная установка, потоковое виброударное фильтрование, пищевые отходы.

Введение. Серьезной экологической проблемой Украины и других стран СНГ является загрязнение их окружающей среды отходами пищевых производств, такими как спиртовая барда, пивная дробина, свекловичный жом, кофейный и ячменный шлам. Известны различные технологии разделения данных отходов на твердую и жидкую фазы [1], что позволяет повторно использовать последнюю на производстве, тогда как твердую фазу добавлять в сельскохозяйственные корма. Однако данные технологии имеют ряд недостатков, кроме того, достаточно дороги в реализации [1], в связи с чем, используются в основном на Западе. Одним из наиболее эффективных

© И. В. СЕВОСТЬЯНОВ, 2013

известных способов очистки жидкой фазы дисперсных пищевых отходов является способ тангенциального потокового фильтрования через трубчатые керамические мембраны [2]. Однако и при его применении поры в стенках мембран постепенно засоряются твердыми частицами отходов, что вынуждает останавливать рабочий процесс и осуществлять промывание мембран. Кроме того, для обеспечения заданной производительности потокового фильтрования необходимо создавать одновременно достаточно высокое давление в среде отходов, циркулирующих по каналам мембран (до 10,5 МПа) и значительную скорость их перемещения (до 2 м/с) [2]. В условиях поточного производства это приводит к большим затратам энергии.

Нами предлагается способ потокового виброударного фильтрования дисперсных пищевых отходов на установке с гидроимпульсным приводом (ГИП) [4]. В соответствии с результатами проведенных экспериментов [4] по сравнению эффективности потокового виброударного и потокового безударного фильтрования кофейного шлама, свекловичного жома и спиртовой барды, предлагаемый способ обеспечивает на 20 – 24% более высокую и стабильную во времени производительность рабочего процесса, при достаточном качестве очистки отходов.

Цель работы. Однако для достижения высоких параметров эффективности потокового виброударного фильтрования необходимо разработать методику проектного расчета гидроимпульсного оборудования для его реализации, позволяющую определять его оптимальные конструктивные параметры, исходя из заданных физико-механических характеристик фильтруемых отходов и параметров их нагрузки. Изложение основных зависимостей данной методики и является целью работы.

Полученные результаты. На рис. представлена схема гидроимпульсной установки для потокового виброударного фильтрования дисперсных пищевых отходов [3], созданной на базе инерционного вибропресс-молота с ГИП типа ИВПМ [5]. Отходы с бака 12 беспрерывно подаются насосом 4 по каналам трубчатой керамической мембраны 3. С помощью кранов 1, 6 в среде отходов создаются необходимые сопротивление и давление [2, 4]. Жидкая фаза вытесняется через поры в стенках мембраны, фильтруется и стекает в резервуар 8. Твердые частицы задерживаются стенками мембраны. Поршень гидроцилиндра 9 ГИП осуществляет вертикальные возвратно-поступательные перемещения с частотой ν до 150 Гц и амплитудой z_{Ia} до 2,5 мм, которые приводят к возникновению в среде отходов ударных волн напряжений и деформаций, обеспечивая меньшее засорение пор мембран, а следовательно, и более высокую и стабильную производительность.

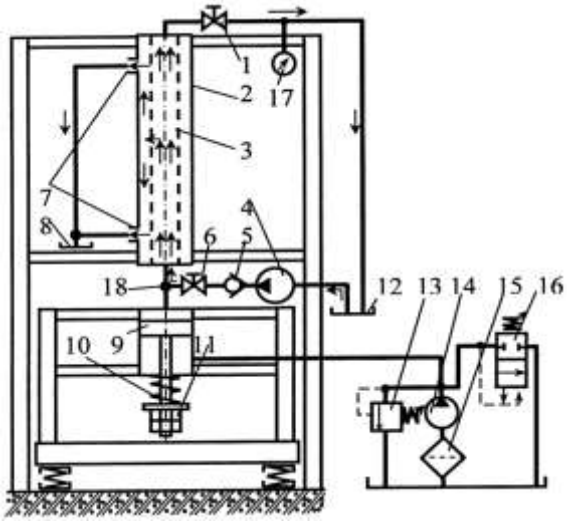


Рис. – Схема гидроимпульсной установки для потокового виброударного фильтрования дисперсных пищевых отходов на базе ИВПМ

Основанием для разработки методики расчета установки (рис.) стали результаты ее теоретических и экспериментальных исследований [3, 4], а также исследований процессов потокового виброударного фильтрования [6].

Исходными данными для расчета являются: параметры нагрузки отходов (z_{Ia}, v, максимальное давление $p_{o.max}$ в среде отходов); конструкция и параметры вибровозбудителя ГИП установки [5], в том числе давления его открытия – $p_{г1}$ и закрытия – $p_{г2}$; физико-механические параметры рабочей жидкости гидросистемы ГИП и фильтруемых отходов [3, 6].

В результате расчета параметров установки определяются: параметры мембраны 3 (длина – $l_ф$, диаметр канала – $d_ф$, число каналов – $n_к$, площадь проходного сечения – $f_ф$ и фильтровальной поверхности – $S_ф$, число мембран $n_{ф.ф}$ в корпусе); диаметр поршня гидроцилиндра 9 ГИП – $d_г$; жесткость пружины 10 возврата поршня гидроцилиндра ГИП – c_y; подачи насосов 14 и 4 – $Q_{н1}$, $Q_{н2}$; мощности электродвигателей насосов – $N_{э1}$, $N_{э2}$. В процессе расчета используются в основном параметры базового ИВПМ; значительная часть расчета носит проверочный характер.

На первой стадии расчета определяем среднюю скорость v_I перемещения поршня 9 вверх на I-м этапе цикла срабатывания ГИП [3], при увеличении давления в поршневой полости гидроцилиндра от $p_{г2}$ до $p_{г1}$

$$v_I = 2 \cdot z_{Ia} v, \tag{1}$$

Вычисляем длительность t_I I-го этапа, а также суммарную продолжительность t_{II} + t_{III} II-го и III-го этапов цикла ГИП при падении давления в полости гидроцилиндра 9 от $p_{г1}$ до $p_{г2}$ (в процессе II-го этапа поршень гидроцилиндра совершает замедленное перемещение в верхнее положение до полной остановки; во время III-го этапа происходит его возврат в крайнее нижнее положение. Длительность t_I и приблизительно рассчитываем как [5]

$$t_I = t_{II} + t_{III} = 1/2 \cdot v. \tag{2}$$

По формулам [4] определяем расход отфильтрованной жидкости на I-м, II-м и III-м этапах цикла ($Q_{ф.одI}$, $Q_{ф.одII}$, $Q_{ф.одIII}$) при использовании одной стандартной мембраны западных фирм «Membraflow filtersysteme», «Aaflow systems», «Tami» или «Della Toffola». Для выбранной мембраны по ее справочному руководству можно определить такие параметры, как $l_ф$, $d_ф$, $n_к$, $f_ф$ $S_ф$, после чего вычислить среднюю производительность фильтрования через одну мембрану в течении всего цикла срабатывания ГИП – $Q_{ф.од}$. При этом используем формулу

$$\begin{aligned} Q_{ф.од} &= \left(Q_{ф.одI} t_I + (t_{II} + t_{III}) \frac{Q_{ф.одII} + Q_{ф.одIII}}{2} \right) \Big/ T_ц = \\ &= v \left(\frac{Q_{ф.одI}}{2 \cdot v} + \frac{Q_{ф.одII} + Q_{ф.одIII}}{4 \cdot v} \right) = \frac{2 \cdot Q_{ф.одI} + Q_{ф.одII} + Q_{ф.одIII}}{4}, \end{aligned} \tag{3}$$

в которой $T_ц$ – длительность цикла ГИП [5].

Исходя из заданной производительности фильтрования $Q_ф$ (определяется суточным объемом отходов на предприятии, для которого проектируется установка), рассчитываем требуемое количество ее мембран

$$n_{ф.р} = Q_ф / Q_{ф.од}. \tag{4}$$

Полученное расчетное значение $n_{ф.р}$ округляем до ближайшего большего целого фактического значения – $n_{ф.ф}$.

По справочному руководству выбранной мембраны определяем номинальную скорость $v_{м0}$ перемещения по ее каналам отходов и рассчитываем требуемую подачу циркуляционного насоса 4

$$Q_{н2} = v_{м0} f_ф n_{ф.ф}. \tag{5}$$

Подача насоса 14 вычисляется по формуле

$$Q_{н1} = 2 \cdot p_{г1} W_{ГИП} \nu / K_{прГИП}, \quad (6)$$

где $W_{ГИП}$ – объем подсистемы ГИП, в которой происходит периодическое изменение давления от $p_{г2}$ до $p_{г1}$; $K_{прГИП}$ – приведенный модуль объемной упругости данной подсистемы.

Определяем диаметр $d_г$ поршня гидроцилиндра 9

$$d_г = 2\sqrt{\frac{1}{\pi}\left(\frac{Q_{н1}}{\nu_I} + S_{шт}\right)}, \quad (7)$$

где $S_{шт}$ – площадь поперечного сечения штока гидроцилиндра 9 – определяется из расчета на прочность, исходя из величины давления $p_{г1}$.

Жесткость c_y вычисляем, исходя из условия обеспечения возврата поршня гидроцилиндра 9 на III-м этапе цикла срабатывания ГИП в течении времени, которое не превышает половину периода колебаний поршня [5, 7]. Это необходимо, во-первых, для создания в среде фильтруемых отходов в продолжении рассматриваемого этапа более интенсивных волн разрежения [8] и уменьшения, таким образом, засорения пор мембраны [4, 6]. Во-вторых, обеспечивается возврат исполнительного элемента установки к началу следующего цикла срабатывания ГИП, а следовательно – увеличивается амплитуда его колебаний [5], что также положительно влияет на повышение производительности процесса фильтрования [4, 6]. Таким образом, принимаем $t_{III} = \frac{1}{2} T_ц = \frac{1}{2 \cdot \nu}$ и подставляем данное значение в уравнения баланса энергий при перемещении поршня гидроцилиндра 9, на III-м этапе цикла ГИП [3]

$$\begin{gathered} E_{к.н1} + E_{к.н2}/2 + E_{п.г} + E_{п.у} = E_{к.пр.ж} + E_{к.г} + E_{к.г.о} + \\ + E_{п.пр.ж} + E_{п.г.о} + E_{к.с.т.г} + E_{к.в.т.г} + E_{к.в.т.г.о} + E_{к.п.д.г.о}; \\ E_{к.н2}/2 = E_{к.пр.о} + E_{п.пр.о} + E_{фШ} + E_{к.п.д.ф.п.о} + E_{п.о.к} + E_{к.в.т.о.к} + E_{к.в.т.ф.п.о}, \end{gathered} \quad (8)$$

где $E_{к.н1}$, $E_{к.н2}$ – кинетическая энергия рабочей жидкости в гидросистеме ГИП и отходов, которые подаются насосами 14, 4 [8]; $E_{п.г}$ – потенциальная энергия подъема поршня и штока гидроцилиндра 9; $E_{п.у}$ – потенциальная энергия деформирования пружины 10; $E_{к.пр.ж}$ – кинетическая энергия перемещения рабочей жидкости в подсистеме ГИП при перетекании ее в бак [5]; $E_{п.пр.ж}$ – потенциальная энергия сжатия рабочей жидкости в данной подсистеме, а также деформирования стенок данной подсистемы; $E_{к.г}$, $E_{к.г.о}$ – кинетические энергии перемещения поршня гидроцилиндра 9 и массы отходов в его поршневой полости; $E_{п.г.о}$ – потенциальная энергия сжимания отходов в поршневой полости гидроцилиндра 9 и деформирования ее стенок; $E_{к.с.т.г}$, $E_{к.в.т.г}$ – работа сил сухого и вязкого трения при перемещении поршня гидроцилиндра 9; $E_{к.в.т.г.о}$ – работа сил вязкого трения при перемещении отходов в полости гидроцилиндра 9; $E_{к.п.д.г.о}$ – работа сил пластического деформирования твердых частиц отходов в полости гидроцилиндра 9; $E_{к.пр.о}$ – кинетическая энергия перемещения, приведенной к сечению полости 18 массы отходов в фильтровальной подсистеме установки (данная подсистема включает полость 18, каналы мембраны 3 и гидролинию, соединяющую каналы с баком 12); $E_{п.пр.о}$ – потенциальная энергия сжимания отходов в фильтровальной подсистеме, а также деформирования ее стенок; $E_{к.в.т.ф.п.о}$ – работа сил вязкого трения при перемещении отходов в фильтровальной подсистеме; $E_{к.п.д.ф.п.о}$ – работа пластического деформирования твердых частиц

отходов в фильтровальной подсистеме; $E_{фIII}$ – работа по фильтрованию отходов на III-м этапе цикла ГИП (вытеснения их жидкой фазы через слой осадка из твердых частиц на внутренних поверхностях каналов мембраны 3 и через поры в ее стенках [3]); $E_{п.о.к}$ – потенциальная энергия деформирования мембраны обратного клапана 5 [8]; $E_{к.в.т.о.к}$ – кинетическая энергия вязкого трения мембраны обратного клапана [8].

Уравнения (8), в связи с их громоздкостью, в полном виде в данной статье не приводятся. Составляющая $E_{п.у}$ в уравнениях (8) определяется по формуле

$$E_{п.у} = c_у \cdot \left(z_{0у} + z_{Ia}\right)^2 / 2, \qquad (9)$$

в которой $z_{0у}$ – предварительное сжатие пружины 10.

Решая совместно уравнения (8, 9), находим $c_у$.

Мощности электродвигателей установки вычисляем как

$$N_{э1} = Q_{н1} p_{г1} \frac{1 - p_{г2}/p_{г1}}{\eta_{н1}\eta_{э1}\eta_{м1}};\ N_{э2} = \frac{Q_{н2} p_{м.н}}{\eta_{н2}\eta_{э2}\eta_{м2}}, \qquad (10)$$

где $\eta_{н1}$, $\eta_{н2}$ – КПД насосов 14, 4; $\eta_{э1}$, $\eta_{э2}$ – КПД электродвигателей привода насосов; $\eta_{м1}$, $\eta_{м2}$ – КПД муфт, установленных между валами насосов и валами их электродвигателей; $p_{м.н}$ – номинальное давление в среде отходов, циркулирующих по каналам мембран (определяется с помощью их справочного руководства).

Выводы

1. Одним их наиболее эффективных способов очистки дисперсных отходов пищевых производств является способ потокового виброударного фильтрования через трубчатые керамические мембраны на гидроимпульсных установках. В частности, по сравнению со способом потокового безударного фильтрования, предлагаемый способ обеспечивает на 20 – 24% более высокую и стабильную во времени производительность рабочего процесса.

2. Высокая эффективность предлагаемого способа обусловлена созданием при его реализации в среде отходов, циркулирующих по каналам мембран, ударных волн напряжений и деформаций, обеспечивающих меньшее засорение пор мембран.

3. Для достижения высоких параметров эффективности предлагаемого способа и установки для его реализации в статье приводится методика расчета, позволяющая определять оптимальные конструктивные параметры установки, исходя из заданных физико-механических характеристик отходов и параметров их нагрузки.

Список литературы: **1.** *Іскович-Лотоцький Р. Д.* Аналіз способів сепарування вологих дисперсних матеріалів та обладнання для їх реалізації [Текст] / *Р. Д. Іскович-Лотоцький, І. В. Севостьянов* // Вісник національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Машинобудування, 2009. – Випуск №57. – С. 50 – 55. **2.** *Валентас К. Дж.* Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов [Текст] / *Валентас К. Дж., Роштейн Э., Сингх Р. П.* – СПб.: Профессия, 2004. – 848 с. **3.** *Севостьянов І. В.* Моделювання гідроімпульсної установки для потокового віброударного очищення вологих дисперсних матеріалів/ *І. В. Севостьянов, Р. Д. Іскович-Лотоцький, В. С. Любин* // Промислова гідравліка і пневматика, 2012. – №2 (36). – С. 10 – 15. **4.** *Севостьянов І. В.* Експериментальні дослідження процесів потокового віброударного фільтрування вологих дисперсних матеріалів [Текст]/ *І. В. Севостьянов, Р. Д. Іскович-Лотоцький, В. С. Любин* // Промислова гідравліка та пневматика, 2010. – №4. – С. 89 – 92. **5.** *Іскович-Лотоцький Р. Д.* Основи теорії розрахунку та розробка процесів і обладнання для віброударного пресування [Текст]: монографія / *Р. Д. Іскович-Лотоцький*. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006. –338 с. **6.** *Севостьянов І. В.* Моделювання процесів потокового віброударного фільтрування вологих дисперсних матеріалів/ *І. В. Севостьянов, Р. Д. Іскович-Лотоцький, В. С. Любин* // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Серія: Технічні науки, 2010. – Випуск 4. – С. 13 – 23. **7.** *Бидерман В. Л.* Прикладная теория механических колебаний/ *Бидерман В. Л.* – М.:

Высшая школа, 1972. – 416 с. **8.** *Башта Т. М.* Машиностроительная гидравлика/ *Башта Т. М.* – М.: Машиностроение, 1971. – 672 с.

Надійшла до редколегії 10.05.2013

УДК 66.066

Методика расчета параметров гидроимпульсной установки для потокового виброударного фильтрования дисперсных пищевых отходов/ И. В. Севостьянов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.164-169 . – Бібліогр.: 8 назв.

Наводиться методика розрахунку оптимальних параметрів гідроімпульсної установки для потокового віброударного фільтрування дисперсних харчових відходів, виходячи з їх фізико-механічних характеристик та параметрів навантаження.

Ключові слова: гідроімпульсна установка, потокове віброударне фільтрування, харчові відходи.

The method of calculation of optimum parameters of hydraulic pulse installation for flow vibro-blowing filtering of a disperse food waste, proceeding from their physical-mechanical characteristics and loading parameters is presented in this article.

Keywords: hydraulic pulse installation, flow vibro-blowing filtering, a food waste.

УДК 681.518.5 : 621.3 : 519.816

О. В. ГРАБОВСЬКИЙ, здобувач ,Одеська державна академія технічного регулювання та якості

С. Л. ВОЛКОВ, канд. техн. наук, зав. каф.,
Одеська державна академія технічного регулювання та якості

О. О. СКОПА, д-р техн. наук, доц., ОНЕУ, Одеса

РЕГУЛЯРИЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІВС З ВРАХУВАННЯМ НЕЧІТКОСТІ ІНФОРМАЦІЇ

Приводиться трактування оцінки значення показника якості функціонування інформаційно-вимірювальної системи та приналежності його до того або іншого діапазону в термінах теорії нечітких множин, яке забезпечує можливість математичної установки якісних оцінок, що виражаються у формі лінгвістичних оцінок та нечітких чисел.

Ключові слова: показник якості; інформаційно-вимірювальна система; шкала якості;нечітка множина.

Вступ. Визначення значень показників якості (ПЯ) функціонування інформаційно-вимірювальних систем (ІВС), тобто проведення кількісної оцінки, як правило, проводиться після остаточного вибору номенклатури та побудови дерева (графу) властивостей. При цьому оцінка залежатиме від поточного етапу життєвого циклу ІВС, стадії або етапу та виду функціональної складової, а саме дерево будується на основі деякої наочної структури відповідного функціонального рівня узагальненого показника якості (УПЯ), який, для прикладу, представлений нами на рис. 1 у

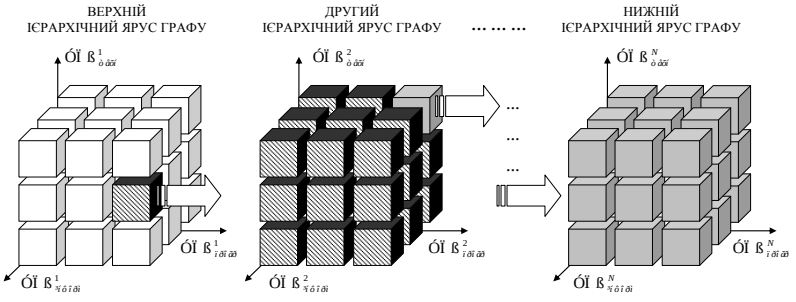


Рис. 1 – Структура функціонального рівня УПЯ у вигляді багатовимірного об’єкту, де N – розмірність множини ПЯ; $УПЯ^{N}_{інформ}$ – УПЯ інформаційної складової; $УПЯ^{N}_{прогр}$ – УПЯ програмної складової; $УПЯ^{N}_{техн}$ – УПЯ технічної складової

© О. В. ГРАБОВСЬКИЙ, С. Л. ВОЛКОВ, О. О. СКОПА, 2013

вигляді багатовимірного об'єкту.Саме дерево в узагальненому вигляді приведене на рис. 2, де номенклатурні показники відображені, як прості показники якості (ППЯ), що задаються у технічному завданні (ТЗ).

Щодо висвітлення процесу регуляризації визначення показників якості функціонування ІВС з врахуванням нечіткості інформації, то найбільш інформативним з точки зору загальної методики є етап проектування. У загальному вигляді проектування ІВС включає такі стадії, як технічне завдання (ТЗ), технічну пропозицію (ТП/П), а також проекти – ескізний (ЕП/Е), технічний (ТП/Т) та робочий (РП/РД) [1]. Їх завдання також приведені у [1] та інших достатньо поширених літературних джерелах. Незалежно від джерела отримання значень показників якості, використовуються методи їх оцінки, які приведені у [2]. Процес оцінювання полягає у визначенні місця розташування кожного з ППЯ на обраній для нього шкалі. Шкала, як правило, синтезується для кожного конкретного випадку у відповідності до тієї мети, яка визначена у ТЗ.

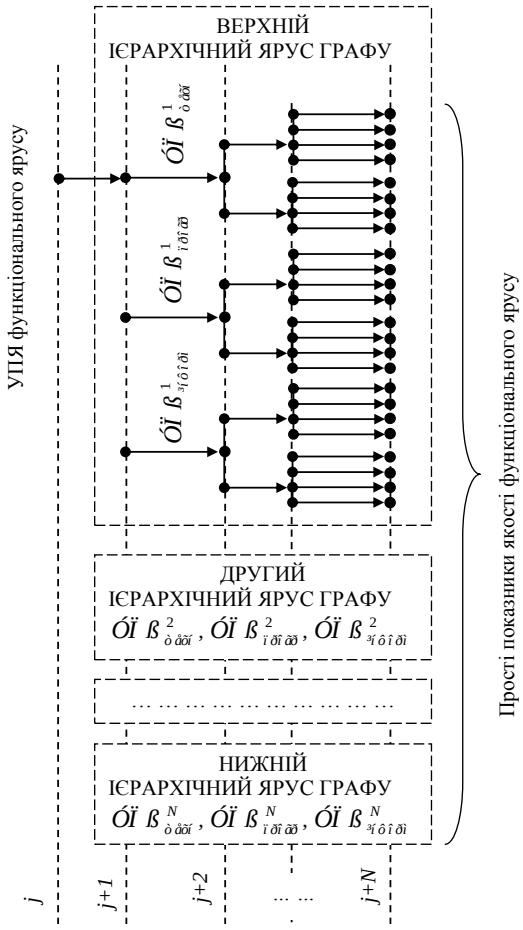


Рис. 2 – Узагальнене дерево властивостей функціональної корисності ІВС у вигляді пласкої фігури, де j – коефіцієнт складності формування УПЯ

Аналіз літературних даних і постановка проблеми. Стандарти та літературні джерела (наприклад, [2-8]) по різному визначають кількість необхідних, навіть для одних і тих же показників, діапазонів оцінювання (рис. 3).

↓ Бали ¦ Якість →

7	Задовільно	Добре	Відмінно	Надзвичайно висока
6			Добре	Висока
5		Задовільно		Вище середньої
4	Незадовільно		Цілком задовільно	Середня
3		Погано	Задовільно	Нижче середньої
2			Погано	Погана
1				Дуже погана

Рис. 3 – Діапазони оцінювання якості за різними джерелами

Основні рекомендації з [2-7] щодо діапазонів оцінювання зводяться до того, що їх кількість та розмір необхідно встановлювати окремо для кожного конкретного випадку оцінювання. При цьому чітка межа між вимогами щодо ПЯ, та й між самими показниками, відсутня. Це дозволяє використовувати методи оцінки, які можуть бути синтезовані з врахуванням положень теорії нечітких множин. Т.ч., виходячи зі сказаного, постановкою проблеми є трактування оцінки значення ПЯ функціонування ІВС та приналежності

його до того або іншого діапазону в термінах теорії нечітких множин, що забезпечить можливість математичної установки якісних оцінок, виражених у формі лінгвістичних оцінок та нечітких чисел.

Мета та задачі дослідження. Як було показано вище, процес оцінювання полягає у визначенні місця розташування кожного з ППЯ на обраній для нього шкалі. Отримане кількісне значення не несе інформації про якість показника. Для цієї мети шкали необхідно провести ранжування, тобто розділення на діапазони, які відповідають різним ступеням задоволення заданих у ТЗ вимог до якості. При цьому ранжування повинно проводитися окремо для кожного ППЯ та кожного комплексного показника якості (КПЯ). Висвітлення зазначених питань є метою та задачею дослідження.

Результати дослідження. Кількісна оцінка будь-якого і-го показника якості z_i є випадковою величиною $z_i = z_{сист} + \sigma_{сист} + \sigma_i$, де $z_{iист}$ − дійсне значення і-го показника; $\sigma_{сист}$ − невиключна систематична погрішність, пов'язана з недоліками моделі оцінювання (різні неточності, внесені при встановленні вимог до якості, або при виборі метрик, або при визначенні рівнів ранжирування і т.д.), σ_i − помилка при проведенні процедури оцінювання, внесена специфічними якостями експерта та/або особливими властивостями i -го показника.

Необхідні означення понять та пояснення до трактування оцінки значення показника якості та приналежності його до того або іншого діапазону, з врахуванням термінів теорії нечітких множин, а також доцільність використання такого математичного апарату, наведені у [8].

Структуру лінгвістичної змінної можна описати набором (N,T,X,G,M), де N − назва змінної; T − терм-множина змінної; X – предметна область з елементами $x \in X$; G − синтаксичне правило, яке може бути задане у формі безконтекстної граматики, яка породжує терм-множини; M − семантична процедура, що дозволяє сформувати нечітку множину, яка відповідає кожному новому значенню лінгвістичної змінної, утвореному процедурою G.

Структура нечіткої змінної можна описати набором $(N, X, \mu_N(x))$, де N – назва змінної, X – предметна область з елементами $x \in X$, $\mu_N(x)$ – функція приналежності нечіткої множини предметної області X, що представляє собою нечітке обмеження на значення змінної x, обумовлене N. Значеннями лінгвістичних змінних є нечіткі змінні у вигляді нечіткого числа [9-11].

Т.ч., як слідує зі сказаного, будь-який ППЯ можна представити у вигляді нечіткої некорельованої множини, що є або нечіткою, або лінгвістичною змінною. Відповідно, будь-яку нечітку множину можна описати у вигляді функції приналежності, яка, згідно до [12], повинна відповідати наступним вимогам:

– функція повинна бути безперервною, гладкою та монотонною;

– вид функції повинен відповідати реальним розв'язкам по оцінці показника;

– чутливість функції в областях, близьких до 0 та 1, повинна бути суттєво нижчою, ніж у середній зоні. При цьому чутливістю функції приналежності є відношення приросту по шкалі оцінювання до викликаючого приросту по лінгвістичній шкалі.

У практичних додатках теорії нечітких множин використовується велика кількість різних типів функцій приналежності. Однак найбільшу популярність

отримала функція приналежності (бажаності) Харінгтона, виведена емпіричним шляхом у [13, 14].

Система оцінювання, розроблена Харінгтоном, у літературі названа *безрозмірною шкалою бажаності*. Значення шкали мають інтервал від 0 до 1 та позначаються через d. Вони мають п'ять піддіапазонів якості, які приведені на рис. 4.

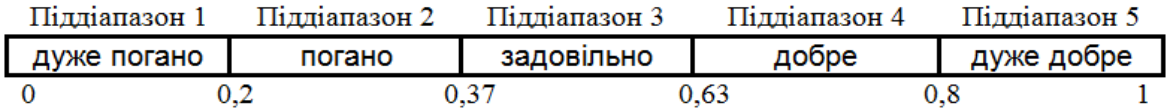


Рис. 4 – Безрозмірна шкала бажаності за Харінгтоном

Т.ч., $d = 0$ відповідає абсолютно неприйнятному, а $d = 1$ – найкращому значенню ППЯ.

Функція приналежності Харінгтона має вигляд:

а) для однобічного обмеження гранично припустимим значенням є $d = e^{-e^{-z_i'}}$, якщо кращим виявляє максимальне значення ППЯ, та $d = e^{-e^{z_i'}}$, якщо кращим виявляє мінімальне значення ППЯ;

б) для двостороннього обмеження гранично припустимими значенням є $d = e^{-|z_i'|^n}$, де z_i' – кодоване значення ППЯ при i-й оцінці; n – показник ступеня. Значення z' визначається з використанням таких аналітичних виразів:

– при однобічних обмеженнях − за допомогою залежностей:

$$z_i' = \frac{(z_{\max} - z_i)}{z_{\max}}, \quad (1)$$

$$z_i' = \frac{(z_{\min} - z_i)}{z_{\min}}, \quad (2)$$

де: $z_{\max}$, $z_{\min}$ − верхня та нижня границі при обмеженні значень ППЯ; z_i − чисельне значення ППЯ при i-й оцінці.

–при двосторонніх обмеженнях − за допомогою залежностей:

$$z_i' = \frac{(2z_i - (z_{\max} + z_{\min}))}{z_{\max} - z_{\min}}. \quad (3)$$

Показник ступеня може бути розрахований, як $n = \frac{\ln\left(\ln\frac{1}{d}\right)}{\ln|z'|}$, де для обраної контрольної точки z' експертом присвоюється параметр d з інтервалу $[0,6...0,9]$.

Графіки функцій Харрінгтона, розраховані згідно до приведених виразів, представлені на рис. 5.

У випадку завдання значення ППЯ чіткими обмежуючими межами або у вигляді чіткого числа, маємо усередині меж $d = 1$, а поза межами – $d = 0$. Якщо задана нижня границя, то:

$$d = \begin{cases} 1, \text{ якщо } z_i \geq z_{\min} \ (z' \geq z'_{\min}); \\ 0, \text{ якщо } z_i < z_{\min} \ (z' < z'_{\min}). \end{cases}$$

Якщо задана верхня границя, то:

$$d = \begin{cases} 1, \text{ якщо } z_i \le z_{\max} (z_i^{'} \le z_{\max}^{'}); \\ 0, \text{ якщо } z_i > z_{\max} (z_i^{'} > z_{\max}^{'}). \end{cases}$$

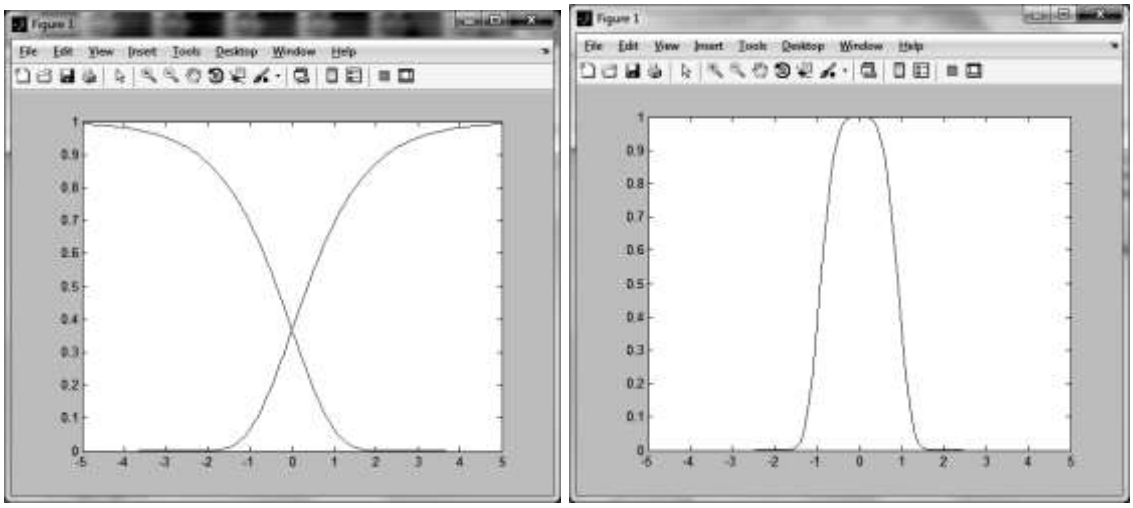
Для випадку двосторонніх обмежень:

$$d = \begin{cases} 1, \text{ якщо } z_{\min} \le z_i \le z_{\max} \ (z_{\min}^{'} \le z_i^{'} \le z_{\max}^{'}); \\ 0, \text{ якщо } z_i < z_{\min} \text{ та } z_i > z_{\max} \ (z_i^{'} < z_{\min}^{'} \text{ та } z_i^{'} > z_{\max}^{'}). \end{cases}$$

Якщо задане чітке число, то:

$$d = \begin{cases} 1, \text{ якщо } z_i = z \ (z_i^{'} = z^{'}); \\ 0, \text{ у всіх інших випадках,} \end{cases}$$

де $z_{\min}^{'}$ та $z_{\max}^{'}$ − нижня та верхня кодовані межі по обмеженню значення ППЯ, відповідно.



а) б)

Рис. 5 – Приклади графіків функцій Харінгтона,
де: а – для однобічних обмежень, б – для двосторонніх обмежень

Як випливає з опису, функція Харінгтона визначає дві шкали. Одна – це шкала d оцінки якості (шкала «бажаності»), друга – лінгвістична шкала $L_{z^{'}}$ ($z_i^{'} \in L_{z^{'}}$) кодованих кількісних значень ППЯ z_i ($z_i \in Z$, де Z − нечітка множина значень ППЯ). Тоді лінгвістичну шкалу кодованих значень можемо представити, як $L_{z^{'}} = \left[L_{z^{'}\min}, ..., L_{z^{'}0}, ..., L_{z^{'}\max}; \ L_{z^{'}\min} < L_{z^{'}\max}; \ L_{z^{'}\min} < 0 \right]$, де $L_{z^{'}\min}$ та $L_{z^{'}\max}$ − мінімальне та максимальне значення шкали, відповідно.

Висновки. Трактування оцінки значення ПЯ функціонування ІВС та приналежності його до того або іншого діапазону з врахуванням положень теорії нечітких множин, полягає в тому, що положення значення показника на шкалі $L_{z^{'}}$ розраховується по формулах (1)-(3). При цьому шкала $L_{z^{'}}$ не оцінює якість простого показника, а тільки приводить його значення до безрозмірного виду, що забезпечує можливість математичної установки якісних оцінок, які можуть бути представлені у формі лінгвістичних оцінок та нечітких чисел.

Список літератури: **1**. Государственный стандарт Союза ССР. Единая система программной документации. ГОСТ 19.102-77 : Стадии разработки [Електронный ресурс] / Портал : RuGOST. – Режим доступа \www/ URL: http://www.rugost.com/index .php?option=com_content&view=article&id=49:19102-77&catid=19 &Itemid=50. – Заглавие с экрана, доступ свободный, 12.11.2012. **2.** *Прохоров, Ю. К.* Управление качеством : учебное пособие / *Ю. К. Прохоров.* – СПб : СПбГУИТМО, 2007. – 144 с. – ISBN отсутствует. **3.** *Шевчук, Д. А*. Управление качеством : учебник / *Д. А. Шевчук*. –М. : ГроссМедиа, РОСБУХ, 2008. – 216 с. – ISBN 97885547660072110. **4**. *Антонов, А. В*. Системный анализ : монография / *А. В. Антонов*. – М. : Высшая школа, 2008. – 456 с. – ISBN 978-5-06-006092-8. **5.** *Андон, Ф. И*. Основы инженерии качества программных систем : монография / *Ф. И. Андон, Г. И. Коваль, Т. М. Коротун и др.*. ; под общ. ред. *Ф. И. Андон*. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : Академпериодика, 2007. – 672 с. **6**. ДСТУ ISO/IEC 15288:2005. Інформаційні технології. Процеси життєвого циклу системи (ISO/IEC 15288:2002, IDT) [Електронный ресурс] / Портал : без названия. – Режим доступа \www/ URL: http://www.isofts.kiev.ua/web/guest/ standards_on_information_technologies. – Заглавие с контейнера, доступ платный, 12.11.2012. **7.** ДСТУ 2850-94. Программные средства ЭВМ. Показатели и методы оценки качества [Електронный ресурс] / Портал : Линдекс. – Режим доступа \www/ URL: http://lindex.net.ua/shop/bibl/500/doc/1388. – Заглавие с контейнера, доступ платный, 12.11.2012. **8.** *Пегат, А.* Нечеткое моделирование и управление [Текст] : пер. с англ. – М. : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2012. – 798 с. : ил. – (Адаптивные и интеллектуальные системы). **9.** Bertram, T., Svaricek, F. and other. (1994). Fuzzy control. Zusammenstellung und Beschreibung Wichtiger Begriffe. Automatisierungstecnik, vol. 24, №7, pp. 322-326. **10.** *Koch, M., Wernstedt, J.* (1993). Ein neuses Entwurfskonzept für Fuzzy-Regelungen. Automatisierungstecnik, vol. 41, №5, pp. 152-158. **11.** *Гайдес, М. А.* Общая теория систем (системы и системный анализ) : монография / *М. А. Гайдес*. – М. : ГЛОБУС-ПРЕСС, 2005. – 201 с. – ISBN отсутствует. **12.** *Бубнов, Е. А*. Шкалирование входной информации [Електронный ресурс] / *Е. А. Бубнов, Д. А. Скороходов* // Портал : Издательство ГРИНДА. – Режим доступа \www/ URL: http://grinda.info/control/skalir/skalir.htm. – Заглавие с экрана, доступ свободный, 12.11.2012. **13**. *Адлер, Ю. П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий : моногорафія / *Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский*. – М : Наука, 1976. – 269 с. – ISBN отсутствует. **14**. *Пуряев, А. С*. Теория и методология оценки эффективности инвестиционных проектов в машиностроении : моногорафія / *А. С. Пуряев*. – Набережные Челны : Камская госуд. инж.-экон. акад., 2007. – 180 с. – ISBN отсутствует.

Надійшла до редколегії 10.05.2013

УДК 681.518.5 : 621.3 : 519.816

Регуляризація визначення показників якості функціонування ІВС з врахуванням нечіткості інформації/ О. В. Грабовський, С. Л. Волков, О. О. Скопа// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.169-174 . – Бібліогр.: 14 назв.

Приводится трактовка оценки значения показателя качества функционирования информационно-измерительной системы и принадлежности его к тому или иному диапазону в терминах теории нечетких множеств, которое обеспечивает возможность математической установки качественных оценок, выражаемых в форме лингвистических оценок и нечетких чисел.

Ключевые слова: показатель качества, информационно-измерительная система; шкала качества; нечеткое множество.

Is a treatment evaluation value of the quality of functioning of information-measuring systems and their accessories-teeing it to a particular range in terms of the theory of fuzzy sets, which allows a mathematical set of qualitative assessments, expressed in the form of linguistic evaluations and non-clear numbers.

Keywords: quality indicator, measuring and information system; range of quality; fuzzy set.

УДК 528:061.3

В. А. ТОЛСТОХАТЬКО, канд. техн. наук, проф., ХНАМГ, Харків;
О. Є. ПОМОРЦЕВА, канд. техн. наук, доц., ХНАМГ, Харків;
Н. П. ТАРНОПІЛЬСКА, пошукач кафедри, ХНАМГ, Харків

ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ЛІСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ І ЗАСОБІВ ГІС

Запропонована методика аналізу динаміки розвитку лісів по знімках, які отримані при дистанційному зондуванні Землі з різних супутників і в різні періоди часу.

Ключові слова: космічні знімки, супутник, дистанційне зондування, ліс.

Вступ. Вирішення практично всіх актуальних проблем лісового сектора (охорона заповідних лісів, боротьба з незаконними вирубками лісу) вимагає об'єктивної інформації щодо лісів. Дані лісовпорядкування вимагають свого регулярного відновлення. Космічна зйомка є самим доступним і затребуваним типом інформації. Адже космічні знімки об'єктивно відображають стан місцевості на момент зйомки, вони актуальні, оскільки матеріали космічної зйомки можна одержати на різні дати з різною роздільною здатністю [1]. Сучасна зйомка в оглядових масштабах дозволяє одночасно зняти величезні території з досить високою деталізацією. Так, розмір одного кадру супутника Landsat 5 становить 740х740 км, а роздільна здатність зйомки – 30 м, що дозволяє визначити місця рубок розміром більше 5–10 га. У статті пропонуються методи обробки космічних знімків і прогнозування стану лісу.

Постановка задачі. Завдання по вдосконалюванню лісовпорядкування повинні полягати в проведенні лісоінвентаризаційних робіт з використанням матеріалів космічної зйомки та застосуванням ГІС-технологій [1, 2], що дозволяє оперативно та з достатньою точністю одержувати інформацію про наявність і стан лісових ресурсів. Вартість таких робіт не повинна бути високою.

Об'єктом дослідження є процес обробки космічних зображень засобами ГІС-технологій.

Предметом дослідження є методи дешифрування космічних знімків та прогнозування розвитку лісових господарств.

Мета – аналіз методів і засобів програмного комплексу ERDAS IMAGINE 2010, які використовуються для вирішення завдань лісового господарства.

Метод дослідження – цифрова обробка космічних знімків різної роздільної здатності для моніторингу стану лісного господарства.

Для досліджень використовуються знімки Харківського лісопарку, які отримані з супутників Landsat – 5 (1988 р.), ETM+ Landsat –7 (2002 р.), SPOT 5 (2006 р.) і IKONOS (2010 р.). Вибір цих знімків обумовлений тим, що результати досліджень динаміки зміни площі лісного масиву, які отримані на кафедрі ГІС, оціки землі та нерухомості за допомогою алгоритму ISODATA [2], передбачається використати для порівняльного аналізу з результатами, що отримані з використанням інших методів дешифрування знімків (методів автономної та контрольованої класифікації).

Завдання дослідження:

• Розробити методику класифікації мультиспектральних космічних знімків з використанням методів автономної та контрольованої класифікації для отримання інформації щодо вкритих лісом територій.

• Розробити регресійну модель і програму для прогнозування динаміки зміни

© В. А. ТОЛСТОХАТЬКО, О. Є. ПОМОРЦЕВА, Н. П. ТАРНОПІЛЬСКА, 2013

площі лісу протягом часу.

Методика класифікації космічних знімків з використанням методів автономної та контрольованої класифікації. Пропонується гібрідний спосіб класифікації знімків за два етапи. На першому етапі виконується автономна класифікація з використанням алгоритму ISODATA [1]. Отримані знімки використовуються в якості початкових даних для виконання контрольованої класифікації. На основі отриманих класів створюються навчальні вибірки, звані також еталонами об'єктів або сигнатурами.

Навчальні вибірки – набори пікселів, які представляють розпізнаваний образ (клас) і служать його ідентифікації. Звичайно це ділянка на знімку, ідентифікована на основі дійсних даних про земну поверхню.

На основі повчальної вибірки будується сигнатура. Сигнатура – об'єкт, коротко і що однозначно описує навчальну вибірку. В ERDAS IMAGINE є спеціальний редактор Signature Editor, який дозволяє через сигнатури редагувати, об'єднувати і видаляти зразки, отримуючи в результаті остаточний набір навчальних вибірок.

В якості прикладу здійснена гібрідна класифікація знімків з використанням алгоритмів ISODATA і мінімальної спектральної відстані (табл. 1).

Таблиця 1 – Характеристики областей лісу

Роки	Алгоритм ISODATA, S_{ID}, га	Алгоритм мінімальної відстані, S_{MB}, га	ΔS, %
1992	1779,42	1768,15	0,63%
1996	1779,62	1762,74	0,95%
2001	1758,23	1750,11	0,46%
2004	1761,17	1745,92	0,87%
2006	1747,61	1742,15	0,31%
2010	1749,67	1737,43	0,70%
Загальна площа лісу на 1.11.1987 р: S = 2093, га			

Аналіз отриманих результатів показує, що використання гібрідної класифікації незначно уточнює дані, що отримані за алгоритмом IDODATA.

Таким чином, для вирішення завдань лісового господарювання достатньо використовувати тільки алгоритм IDODATA.

Математична модель парної лінійної регресії [1]. Практика показує, що площа лісу стохастично залежить від часу. У роботі в якості статистичного показника Y розглядатимемо площу лісу (га), а в якості фактора X – час (рік). Для аналізу і прогнозування зміни площі лісу з часом використаємо парну лінійну регресію:

$$\hat{Y} = aX + b. \quad (1)$$

Залежність (1) характеризує тенденцію зміни показника *Y*, зумовлену впливом зміни фактора *X*. Зв'язок між показником і фактором має вигляд:

$$\hat{y} = ax_i + b, \quad (2)$$

де a, b – оцінки параметрів лінійної регресії (коефіцієнти регресії);

$\hat{y}_i$ – оцінка показника в точці x_i, i = 1….*n;*

n – число вимірів (для нашої задачі *n* = 6).

Задачі лінійного регресійного аналізу полягають у тому, щоб за наявними статистичними даними (x_i, y_i) для змінних *X* і *Y*:

- отримати якнайкращі оцінки параметрів *a, b* регресії;
- перевірити адекватність моделі даним спостережень;

- виконати прогноз зміни показника (площі лісу) на певний період часу.

Для оцінки параметрів *a* і *b* лінії регресії використовується метод найменших квадратів, завдяки якому мінімізуються відхилення спостережуваних даних показника від зглажуваних значень. Значення коефіцієнтів *a* і *b* обчислюються за формулами:

$$a = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n\sum x_i^{\,2} - (\sum x_i)^2},\ b = \frac{\sum y_i}{n} - a\frac{\sum x_i}{n} = \bar{y} - a\bar{x}, \quad (3)$$

де $\sum x_i, \sum y_i$ – скорочене позначення сум $\sum_{i=1}^{n} x_i,\ \sum_{i=1}^{n} y_i$, (4)

$\bar{x}$, $\bar{y}$ – середні значення фактору *X* і показника *Y*.

Перевірка якості рівняння регресії. Для визначення ступеня щільності зв'язку лінійної залежності між випадковими величинами (*X, Y*) використовується коефіцієнт кореляції *r*(*X, Y*), який розраховується за формулою:

$$r(X,Y) = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}. \quad (5)$$

Коефіцієнт кореляції змінюється в межах від -1 до 1. Якщо *r*(*X, Y*) > 0, то між випадковими величинами *X* і *Y* існує пряма залежність, а при *r*(*X, Y*) < 0 – зворотна залежність. Чим більше значення коефіцієнту кореляції наближаються до одиниці, тим вище ступень щільності зв'язку.

Для визначення рівня кореляції між спостережуваними y_i і розрахунковими значеннями $\hat{y}_i$ використовується індекс кореляції *R*, який обчислюється за формулою:

$$R = \sqrt{\sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \Big/ \sum (y_i - \bar{y})^2}. \quad (6)$$

Індекс кореляції змінюється в межах від 0 до 1. Чим більше спостережувані значення наближаються до лінії регресії, тим ближче значення *R* до одиниці. Якщо всі $\hat{y}_i = \bar{y}$, то зміни *Y* не пов'язані із змінами *X* і *R* = 0.

Оцінка адекватності парної лінійної регресії. Для оцінки адекватності парної лінійної регресії спостережуваним даним використаємо критерій Фішера (*F*). Критерій Фішера показує, в скільки разів рівняння регресії визначає результати досліду краще, ніж середнє значення.

Алгоритм перевірки адекватності вибраної моделі передбачає наступні дії:

1. Обчислення значення Фішера (*F*) за формулами:

$$F = S_y^2 \Big/ S_{уост}^2,\ S_y^2 = \sum (y_i - \bar{y})^2 \Big/ (n-1),\ S_{уост}^2 = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \Big/ (n-k), \quad (7)$$

де S_y^2 – незміщена оцінка загальної дисперсії; $S_{уост}^2$ – залишкова дисперсія (сума квадратів залишків), яка характеризує розсіяння експериментальних точок відносно рівняння регресії; (n - 1) – число мір свободи при визначенні дисперсії S_y^2; *k* – число оцінюваних коефіцієнтів регресії.

2. Визначення табличного значення розподілу Фішера $F_T = F(\alpha, k_1, k_2)$ для заданої надійної імовірності *P* (або рівня значущості $\alpha = 1 - P$) і числа мір свободи $k_1 = m$, $k_2 = n - m - 1$, де *m* – число факторів регресії, *n* – число дослідів. У нашому прикладі *m* = 1, *n* = 6, $k_1 = 1$, $k_2 = 4$. Для надійної імовірності *P* = 0, 95 і числа ступенів вільності k_1, k_2 табличне значення $F_T = 7{,}71$ [6].

3. Перевірка умови $F > F_T$. Якщо $F > F_T$, то з ймовірністю *P* математична модель парної лінійної регресії адекватна експериментальним даним, інакше – не вважається

за адекватну.

Надійні межі парної лінійної регресії. Надійні межі базисних середніх значень регресії визначаються за формулами:

$$Y_{\min i} = \hat{y}_i - \Delta\hat{y}_i, Y_{\max i} = \hat{y}_i + \Delta\hat{y}_i, \quad i = 1..n, \tag{8}$$

де $\Delta\hat{y}_i = t(\alpha, k)\frac{S}{\sqrt{n}}\sqrt{1+\frac{(x_i-\bar{x})^2}{D(x)}}$, (9)

$t(\alpha, k)$ – табличне значення *t*-розподілу Стьюдента;

$S = \sqrt{(y_i - \hat{y}_i)^2 / n-2}$ – незсувна статистична оцінка середнього квадратичного відхилення; $D(x) = \sum(x_i - \bar{x})^2 / n$ – дисперсия фактору *x*.

Якнайкращі результати із заданою надійністю слід чекати в околі точки $(\bar{x}, \bar{y})$. Надійна зона збільшується при віддаленні *X* від значення $\bar{x}$.

Прогноз та його надійні інтервали. Прогнозуванням називається наукове передбачення ймовірнісних шляхів розвитку явищ і процесів для більш менш віддаленого майбутнього. Періодом попередження називається проміжок часу від моменту, для якого є останні статистичні дані про досліджуваний об'єкт, до моменту прогнозу.

Середнє значення прогнозу показника $\hat{y}_p$ при значенні фактору x_p відповідно до лінійної регресії визначається за формулою:

$$\hat{y}_p = ax_p + b. \tag{10}$$

Межі надійних інтервалів індивідуальних прогнозних значень визначаються формулою $\hat{y}_{pi} \pm \Delta\hat{y}_{pi}$,

де $\Delta\hat{y}_{pi} = t(\alpha, k)\, S\sqrt{1+\frac{1}{n}+\frac{(x_{pi}-\bar{x})^2}{\sum(x_i-\bar{x})^2}}$. (11)

Проведення досліджень. Для проведення досліджень розроблено програму моделювання парної лінійної регресії на мові програмування VBA. Оскільки в склад програмного продукту ERDAS IMAGINE не включено мову програмування VBA, то моделювання лінійної регресії будемо виконувати в середовищі ArcGIS 9.3. Для цього конвертуємо шари класифікованих знімків в ArcGIS 9.3. Початкові дані будемо використовувати з атрибутивних таблиць відповідних шарів.

Дослідження парної лінійної регресії. Для відображення початкових даних і результатів обчислень створено графічний інтерфейс програми (рис.1). Початкові дані та результати подаються в наочній формі (рис. 1): текст, графіки діаграми, що значно спрощує процес аналізу результатів.

Моделювання виконується на інтервалі часу від 1992 р. до 2010 р. при натисканні кнопки *Модель регресії*. Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні висновки:

1. Коефіцієнт кореляції r = -0,9927, що свідчить про тісний лінійний зв'язок фактора і показника. Знак мінус означає, що зміж показником і фактором існує зворотня залежність (при зростанні фактора *x* спадає показник *y*).

2. Значення індексу кореляції *R* = 0,9927 свідчить про те, що спостережувані дані наближаються до лінії регресії. Цей висновок підтверджує графік залежності *y* від *x* (рис. 4).

3. Оскільки $Fp > F_T$, то з надійністю *P* = 0,95 можна вважати модель регресії

y = -1,7992x +5352,14 адекватною експериментальним даним. На підставі прийнятої моделі можна проводити аналіз стану лісу з часом. Програма вивела текст “Модель адекватна даним”, оскільки виконується умова $Fp > F_T$.

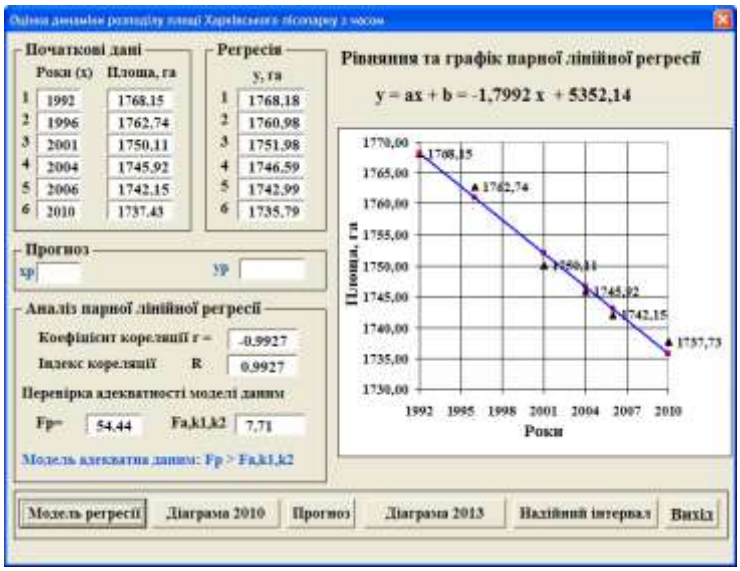


Рис. 1 – Вигляд вікна при натисканні кнопки Модель регресії

Таким чином, за період з 1992 по 2010 роки площа лісу Харківського лісопарку зменшилася на 1,7%.

4. Аналіз графіку залежності площі лісопарку від часу показує, що підтверджується загальна тенденція зменшення площі лісу з часом.

Прогноз стану лісу на 2013 рік. Виконаємо прогноз стану лісопарку на декілька років, наприклад, обчислимо прогнозоване значення площі лісу на 2013 рік. Обчислення виконується при натисканні кнопки *Надійний інтервал*. Результати виконання програми приведені на рис. 2.

Аналіз отриманих результатів показує, що для значення фактора x_p = 2013 середнє значення прогнозу показника $\hat{y}_p = 1730$ га з надійністю P = 0,95 буде знаходитися в межах від 1725 до 1736 га.

Рис. 2 – Вигляд вікна при натисканні кнопки Прогноз

Таким чином, прогнозоване значення площі лісу на 2013 рік знаходиться в надійних межах. Крім того аналіз графіка показує, що якнайкращі результати із заданою надійністю слід чекати в околі точки $(\bar{x}, \bar{y})$. У нашому випадку це 2001 рік. Надійна зона збільшується при віддаленні X від значення $\bar{x}$ (рис. 2).

Висновки

1. При високій якості знімків метод кластерізації ISODATA дозволяє по спектральній яскравості достатньо точно виділяти області лісу і антропологічні об'єкти в нім (будови, дороги й і ін.). Завдяки цьому не потрібно додатково використовувати для уточнення алгоритми контрольованої класифікації.

2. Цифрові методи обробки багатозональних космічних зображень дозволяють підвищити оперативність моніторингу стану лісів, а також виявити динаміку і

спрямованість розвитку процесу скорочення їх площ. Причинами цього є рубки лісу різних типів – суцільних і вибіркових, під будівництво й інфраструктуру, пожежі й шн.

3. Використання космічних знімків дозволяє швидко і ефективно контролювати види вирубок (вибіркові, планові, суцільні), площі вирубок і розміщення лісовозних доріг. Крім того, за допомогою ГІС по космічних знімках можна виявити незаконні рубки лісу, зокрема в межах водозахисних зон і об'єктів природно-заповідного фонду.

Список літератури: 1. *Шовенгердт Р. А.* Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений [Текст] / – М.: Техносфера, 2010. – 516 с. **2.** *Шумаков Ф. Т.* Возможности использования космических снимков для решения задач мониторинга лесов. / *Ф. Т. Шумаков, В. А. Толстохатько, Н. П. Тарнопильская.* // Восточно-Европейский жунал передовых технологий. – 2 / 11 (56) 2012. – с. 25-29. **3.** *Толбатов Ю. А.* Econometrika [Текст] / Підручник – К.: Четверта хвиля, 1997. – 320 с.

Надійшла до редколегії 10.05.2013

УДК 528:061.3

Прогнозування стану лісів з використанням космічних знімків і засобів ГІС / В. А. Толстохатько, О. Є. Поморцева, Н. П. Тарнопільська // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.175-180 . – Бібліогр.: 3 назв.

Предложена методика анализа динамики развития лесов по снимкам, которые получены при дистанционном зондировании Земли с различных спутников и в разные периоды времени.

Ключевые слова: космические снимки, спутник, дистанционное зондирование, лес.

The method of analysis of dynamics of development of the forests is offered on pictures which are got at the remote sensing of Earth from different sputnik and in different periods of time.

Keywords: space pictures, sputnik, remote sensing, forest.

УДК. 669.054.8’71

О. М. ГРИНЬ, студент, ЗДІА, Запоріжжя;
В. М. БРЕДИХІН, канд. техн. наук, доц., проф., ДонНТУ, Донецьк;
І. Ф. ЧЕРВОНИЙ, д-р техн. наук, проф., зав. каф., ЗДІА, Запоріжжя;
М. О. МАНЯК, д-р техн. наук, проф., зав. каф., ДонНТУ, Донецьк

РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЙ АЛЮМІНІЮ З ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

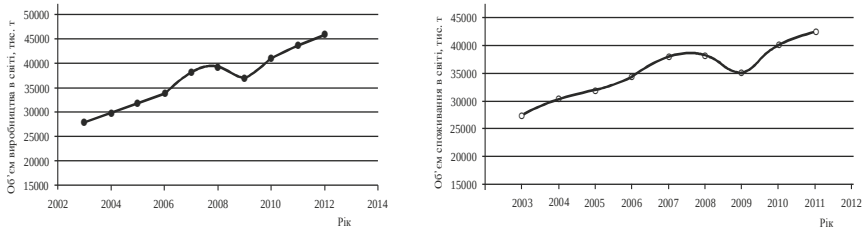
Виконано аналіз переробки лому і відходів виробництва й споживання алюмінію. Розглянуто альтернативні методи переробки, такі як плавка у відбивних печах, а також плавлення у розплавах лужних і лужно-земельних солей. Плавка в відбивних печах ведеться при атмосферному тиску. Нагрів, розплавлення, перегрів супроводжуються супутніми металургійними процесами: окисленням алюмінію і легуючих елементів, газонасиченням розплавів, розчиненням, випаровуванням компонентів, взаємодією рідкого металу з флюсами і футеровкой печі. Деякі перераховані процеси необхідні і корисні, інші – небажані, негативно впливають на якість отримуваних сплавів. Відносно новим процесом переробки алюмінієвого лому є плавка в розплавах хлоридів лужних металів. Розплавлені хлориди лужних металів є широко поширеними сольовими середовищами для проведення високотемпературних фізико-хімічних і електрохімічних процесів. Розплави хлоридів знаходять усе більше застосування для отримання і рафінування металів, нанесення покриттів гальванічним способом, очищення промислових газів від шкідливих домішок, а також як електроліти у високотемпературних хімічних джерелах струму і середовища для проведення неорганічних і органічних реакцій.

Ключові слова: алюміній, лом, відходи, плавка, відбивна піч, розплав хлоридів.

Вступ. Кольорові метали використовуються в різних галузях промисловості. При цьому потреби цих галузей все частіше задовольняються за рахунок переробки

© О. М. ГРИНЬ, В.М. БРЕДИХІН, І. Ф. ЧЕРВОНИЙ, М.О. МАНЯК, 2013

вторинної сировини. Це обумовлено значним зниженням собівартості переробки такого виду сировини. Збільшення кількості вторинних ресурсів при виробництві кольорових металів визначає потребу вдосконалення технології методів переробки вторинної сировини. Серед кольорових металів, найважливішими в технологічному відношенні є алюміній і його сплави. За об'ємом промислового виробництва вони займають основне місце і, відповідно, вносять основний вклад до ломи і відходи. Згідно даним [1, 2] об'єм виробництва і споживання алюмінію має постійний рівень росту. На кінець 2-12 р. загальне виробництво алюмінію досягло 45,75 млн. т.



а) б)

Рис. – Загальний об'єм виробництва а- і споживання, б - алюмінію в світі

При цьому від 10 до 20 % загального об'єму виробництва алюмінію поповнюється за рахунок вторинної сировини [3, 4, 5]. Джерелами утворення лому алюмінію є:

• відходи металургійного виробництва (шлаки, знімання, сплеси тощо);

• відходи прокатного переділу (обріз кінців, стружка, ошурки, окалина і т.п.);

• відходи ливарного виробництва (літники, прибули, знімання, і ін.);

• відходи механічної обробки литва, пресованих виробів, поковок і так далі (ошурки, висікання, обріз, облой та ін.);

• відходи кабельного виробництва (обріз кінців кабелю і дроту, путанка тощо); відходи хімічного виробництва (відпрацьовані каталізатори, шлами);

• відходи процесів гарячого й електролітичного покриття (згар, шлами).

Утворений лом підлягає сортуванню, подрібненню, сепарації й переплавці, з метою отримання готової продукції. При виробництві ливарних виробів утворюються алюмінієві шлаки, в яких кількість металу може досягати 80 % [6, 7]

Метою даних досліджень було встановлення закономірностей переробки лому і відходів виробництва алюмінію.

Виконання досліджень та обговорення їх результатів. Плавка ведеться в відбивних печах при атмосферному тиску. Нагрів, розплавлення, перегрів супроводжуються супутніми металургійними процесами: окисленням алюмінію і легуючих елементів, газонасиченням розплавів, розчиненням, випаровуванням компонентів, взаємодією рідкого металу з флюсами і футеровкой печі. Деякі перераховані процеси необхідні і корисні, інші – небажані, негативно впливають на якість отримуваних сплавів.

Основна мета плавки – отримання сплавів, відповідних по хімічному складу, фізико-хімічним і механічним властивостям вимогам стандартів. Сучасна технологія плавки забезпечує мінімальні втрати тепла і металу при оптимальних енергетичних і трудових витратах. У виробничих умовах в більшості випадків працюють не з чистим алюмінієм, а з алюмінієвими сплавами, що кристалізуються в деякому інтервалі температур. При плавці вторинної сировини, що складається з різних марок алюмінієвих сплавів, протікають процеси, які визначаються теплофізичними і фізико-хімічними властивостями алюмінію. Це теплота плавлення, температура плавлення і питома теплоємність, що визначають кількість тепла, необхідну для розплавлення даного металу.

Проте при проведенні різних технологічних операцій: розливання металу у виливниці, переливу його з однієї ємкості в іншу, відстоювання для забезпечення спливання домішок необхідно, щоб розплави мали певне значення тепловмісту. Для цього їх перегрівають вище за температуру плавлення на 10…20 %. При плавці у відбивних печах необхідно враховувати нерівномірність розподілу температур в об'ємі розплаву. Не дивлячись на велику теплопровідність алюмінію в твердому і рідкому станах, у ваннах відбивних печей на поверхні розплаву спостерігається перепад температур в середньому 30 °С, а по глибині на 70…80 °С. Така нерівномірність нагріву, особливо після тривалого вистоювання, викликає необхідність перемішування розплаву. При плавці відбувається втрата компонентів алюмінієвих сплавів в результаті випаровування, яка залежать від різних чинників: тиск пари чистого компоненту, його активністю в розплаві, загальним тиском над розплавом. Впливають також деякі кінетичні чинники: дифузійна рухливість компоненту, наявністю оксидної плівки або шару флюсу на поверхні розплаву і ін. Чим вище тиск пари металу, тим більше втрачається його при плавленні. Тиск пари металу P залежно від температури T достатньо точно визначається рівнянням

$$\lg P = -\frac{A}{T} + B + C \cdot \lg T + D,$$

де A, B, C і D – постійні величини, які наводяться в довідниках.

В той же час при плавці сплавів з високим вмістом магнію або цинку для зменшення втрат при випаровуванні цих компонентів не допускається перегрів розплаву, інтенсивне його перемішування й тривале перебування металу в печі. Якщо магній, цинк і інші легко летучі компоненти знаходяться в домішках, то перегрів, перемішування і інші технологічні операції цілком допустимі і бажані.

При плавці алюмінієвого лому слід також враховувати процес окислення. Алюміній інтенсивно взаємодіє з киснем за реакцією

$$3O_{2\ газ} + 4Al_{рідк} = 2Al_2O_{3\ тв};\quad \Delta G1073 = -904,6\ кДж$$

і утворює міцний оксид, що не розчиняється і не розкладається навіть при достатньо високих температурах. При 1000 К реакція взаємодії Al з O_2 з утворенням γ-Al_2O_3 (кубічна решітка) йде при дуже малому парціальному тиску кисню $pO_2 = 4{,}06 \cdot 10^{-40}$ Па. З підвищенням температури розплаву до 1273 К модифікація γ-Al_2O_3 переходить в α-Al_2O_3 з ромбоедричною решіткою.

За результатам термодинамічних розрахунків і рентгеноструктурного аналізу встановлено, що окислення алюмінію до вищого оксиду протікає послідовно, через утворення нижчих оксидів: $Al \rightarrow Al_2O \rightarrow AlO \rightarrow Al_2O_3$. При низьких температурах субоксид Al_2O переходить в оксид алюмінію і далі в алюміній за реакцією

$$3Al_2O = Al_2O_3 + 4Al;\ \Delta G = -109000 + 445,0T.$$

При завантаженні шихти в результаті перемішування метал інтенсивно рухається під впливом конвекції або електродинамічних сил. Плівка в цей час руйнується на крупні і тонко диспергувані частинки і розподіляється відносно рівномірно в об'ємі розплаву. Найбільшу шкоду приносять крупні шматки плівок. У місцях їх розташування ослабляється перетин відливань, знижуються пластичні і міцностні властивості. З'являється посилена корозії, виникають тріщини із-за концентрації напруги. Включення володіють підвищеною твердістю, і це приводить до швидкого зносу ріжучого інструменту. Плівки знижують рідкотекучість і погіршують формозаповнення.

Додатковим недоліком проведення плавок в відбивних печах є наступне. Алюмінієві сплави виплавляють у відкритих печах. При цьому основні компоненти і домішки, що входять до складу сплавів, взаємодіють з газами навколишньої атмосфери. Це пари води, водень, кисень, азот, оксид і двооксид вуглецю, а також фтор, хлор (продукти взаємодії металу з флюсом). Найбільшою розчинністю в алюмінії володіє водень, атоми якого більш рухомі в металі в порівнянні з іншими газами. Водень не утворює з рідким алюмінієм хімічних сполук і розчиняється з поглинанням тепла. Із збільшенням тиску і температури розчинність водню збільшується. При утворенні хімічних сполук, що супроводжується виділенням тепла, розчинність газу падає з підвищенням температури (наприклад, при утворенні гідридів деяких металів). Легуючі компоненти і домішки в металах і сплавах впливають на розчинність газів. Причина цих явищ обумовлена утворенням нових фаз, а також виникненням на поверхні металів плівок з хімічних сполук газів з легуючими металами.

Відносно новим процесом переробки алюмінієвого лому є плавка в розплавах хлоридів лужних металів [7]. Розплавлені хлориди лужних металів є широко поширеними сольовими середовищами для проведення високотемпературних фізико-хімічних і електрохімічних процесів. Розплави хлоридів знаходять усе більше застосування для отримання і рафінування металів, нанесення покриттів гальванічним способом, очищення промислових газів від шкідливих домішок, а також як електроліти у високотемпературних хімічних джерелах струму і середовища для проведення неорганічних і органічних реакцій.

Для плавки алюмінієвого лому використовують сольовий розплав NaCl-KCl. Алюмінієві сплави можуть містити лужні і лужноземельні метали, як легуючі елементи [8, 9]. При плавленні сплавів відбувається вигорання лужних металыв і утворення оксидів лужних і лужноземельних металів. Для оцінки термодинамічних параметрів розчинення твердого оксиду в сольовому розплаві і можливості встановлення механізму розчинення, можна використовувати дві моделі розчинення. По першій моделі приймається диссоціативний характер переходу твердого оксиду в насичений розчин

$$\mathrm{MeO_{тв}} = \mathrm{Me^{2+}_{розч}} + \mathrm{O^{2-}_{розч}}.$$

По другій моделі розчинення оксидів лужних і лужноземельних металів в розплаві NaCl-KCl розглядається як гетерогенна обмінна хімічна реакція між оксидом металу $\mathrm{Me^{I}O}$ і розплавленим хлоридом металу $\mathrm{Me^{II}Cl}$

$$\mathrm{Me^{I}O_{тв}} + 2\mathrm{Me^{II}Cl_{рідк}} = \mathrm{Me^{II}O_{рідк}} + \mathrm{Me^{I}Cl_{2\,рідк}}.$$

Аналіз розчинення оксиду показують, що по першій моделі енергія взаємодії іонів $\mathrm{O^{2-}}$ і $\mathrm{Me^{2+}}$ з частками розчину вища, ніж енергія взаємодії їх по другій моделі в рідких середовищах $\mathrm{Me^{II}_2O}$ і $\mathrm{Me^{I}Cl_2}$. Це можна пояснити тим, що високі координаційні числа взаємного розташування іонних часток $\mathrm{Me^{2+}}$ і $\mathrm{O^{2-}}$, які спостерігаються в рідкому оксиді MeO, знижуються при розчиненні в хлориді калію і натрію.

З урахуванням, що сольовий розплав є теплоносієм і плавка виконується в його шарі без доступу газів і повітря він повинен мати наступні фізико-хімічні властивості:

– температура плавлення має бути менше температури плавлення металу; щільність має бути менше щільності металу;

– тиск насиченої пари має бути малий для зменшення витрати солі; в'язкість має бути мала, щоб краплі металу не заплутувалися в розплаві;

– розчинність і хімічна взаємодія з розплавом кисню, азоту, двоокису вуглецю, води повинно бути мало для оберігання металу від взаємодії з атмосферою і усунення його корозії;

– взаємодія металу з розплавом має бути мінімальною, тобто мають бути відсутніми реакції обмінного витіснення;

– розплав має бути хімічно активний по відношенню до оксидів і інших неметалічних включення для їх розчинення;

– розплав повинен добре змочувати оксиди для механічного руйнування оксидних плівок, переведенню оксиду в стан, що диспергує, і відділення його від крапель металу;

– розплав не повинен руйнувати пекти для переробки відходів.

Висновки. При переробці алюмінієвого лому і відходів доцільно селективне розглядати вихідну сировину, з урахування хімічного складу і кількісного співвідношення компонентів. Найбільш ефективним є проведення плавки лому з одночасним його рафінуванням в розплаві лужних і лужноземельних солей.

Список літератури: **1**. Мировой рынок алюминия. Обзор рынка алюминия http://www.ereport.ru/articles/commod/aluminum.htm **2**. [World Bureau of Metal Statistics. WBMS Press Release - January to December 2012 METALS BALANCES http://www.world-bureau.com/readnews.asp?id=13] **3**. *Ахмедов, С. Н.* Исследование структуры зарубежного рынка производства и потребления алюминия [Элетронный ресурс] : Режим выборки: http://www.alcorus.ru/articles/25.ru.html. 17.05.2013. **4**. Цветной лом России: вдогонку за Европой. Уральский рынок металлов http://www.urm.ru/ru/75-journal78-article721 **5.** Рынок вторичного алюминия в странах Персидского залива будет расти ежегодно на 10,6% http://metallicheckiy-portal.ru/news/2013/1/4/rinok_vtorichnogo_alyminia_v_stranax_persidskogo_zaliva_budet_rasti_ejegodno_na_106 **6.** *Бредихін, В. М.* Металургія кольорових металів [Текст] / Частина 7. Вторинна металургія кольорових металів. Підручник / Під ред. доктора технічних наук, професора *Червоного І. Ф. // В. М. Бредихін, М. О. Маняк, В. О. Смирнов, В. І. Пожуєв, І. Ф. Червоний, В. П. Грицай.* – Запоріжжя: В-во ЗДІА, 2009. -454 с. – Библиогрю : с. 450-452. – 300 прим. – ISBN 978-966-8462-22-1. 7. *Барбин, Н. М.* Переработка вторичного сырья и техногенных отходов цветных металлов 6 ионных расплавах хлоридов, карбонатов, гидроксидов [Электронный ресурс]: Дис. д-ра техн. наук : 05.16.07 .-М.: РГБ, 20 (Из фондов Российской Государственной Библиотеки) : Режим выборки: http://diss.rsl.ru/diss/05/0121/050121007.pdf. 29.04.2013. **8.** *Илларионов, Э. И.* Алюминиевые сплавы в авиокосмической технике [Текст] / *Э. И. Илларионов, Н. И. Колобнев, П.З. Горбунов. Под ред.: Каблов Е. Н.* – М. : Наука, 2001. - 192 с. – Библиогр. По глвам. – 1200 экз. – ISBN 5-02-002600-Х **9.** *Напалков, В. И.* Легирование и модифицирование алюминия и магния В. И. Напалков, С. В. Махов. – М. : Миссис, 2002. – 376 с. – Библиогр. : с. 367-375. – 1000 экз. – ISBN 5-87623-100-2.

Надійшла до редколегії 10.05.2013

УДК. 669.054.8’71

Розвиток технологій алюмінію з вторинної сировини/ О. М. Гринь, В. М. Бредихін, І. Ф. Червоний, М. О. Маняк // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.180-185 . – Бібліогр.: 9 назв.

Выполнен анализ переработки лома и отходов производства и потребления алюминия. Рассмотрены альтернативные методы переработки, такие как плавка в отражательных печах, а также плавление в расплавах щелочных и щелочноземельных солей. Плавка в отражательных печах ведется при атмосферном давлении. Нагрел, расплавление, перегрев сопровождаются сопутствующими металлургическими процессами: окислением алюминия и легирующих элементов, газонасыщением расплавов, растворением, испарением компонентов, взаимодействием жидкого металла с флюсами и футеровкой печи. Некоторые перечисленные процессы необходимые и полезные, другие - нежелательные, негативно влияют на качество получаемых сплавов.

Относительно новым процессом переработки алюминиевого лома является плавка в расплавах хлоридов щелочных металлов. Расплавленные хлориды щелочных металлов являются широко распространенными солевыми средами для проведения высокотемпературных физико-химических и электрохимических процессов. Расплавы хлоридов находят все более применение для получения и рафинирования металлов, нанесения покрытий гальваническим способом, очистка промышленных газов от вредных примесей, а также как электролиты в высокотемпературных химических источниках тока и среды для проведения неорганических и органических реакций.

Ключевые слова: алюминий, лом, отходы, плавкая, отражательная печь, расплав хлоридов.

The analysis of processing of wastes of production and consumption of aluminum is executed. The alternative methods of processing are considered, such as melting in reverberatories, and also melting in fusions of alkaline and alkaline-landed salts. Melting in reverberatories is conducted at atmospheric pressure. Warmed, melting, overheat accompanied by concomitant metallurgical processes: by oxidization of aluminum and alloying elements, gasing of fusions, dissolution, evaporation of components, co-operation of liquid metal with gumboils. Some transferred processes necessary and useful, other - undesirable, negatively influence on quality of the got alloys. Relatively the new process of processing of aluminum wastes is melting in fusions of chlorides of alkaline metals. Molten chlorides of alkaline metals are widespread salt environments for realization of high temperature physical and chemical and electrochemical processes. Fusions of chlorides find more application for a receipt and affinage of metals, overcoating by a galvanic method, cleaning of shale-gases from harmful admixtures, and also as electrolytes in the high temperature chemical sources of current and environment for realization of inorganic and organic reactions.

Keywords: aluminum, crow-bar, wastes, fusible, reverberatory, fusion of chlorides.

УДК 821.161.1-1”21”

Н. В. ПОЛОУСОВА, канд. фил. наук, доц., НТУ “ХПИ”

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАЛИНГВИСТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В КОРПОРАТИВНОЙ ИНТЕРНЕТ-КОММУНИКАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ПОСТОВ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ КОРПОРАТИВНЫХ БЛОГОВ)

Статья посвящена анализу особенностей использования паралингвистических средств в корпоративной интернет-коммуникации. Объектом исследования выступают англоязычные корпоративные блоги. Авторы относят тексты корпоративных блогов к поликодовым текстам.

Ключевые слова: блог, интернет-коммуникация, корпоративная коммуникация, креолизованный текст, параграфемика, паралингвистические средства.

Постановка проблемы. Роль корпоративной коммуникации в современном обществе неустанно возрастает и, пожалуй, наиболее эффективной средой ее использования на сегодня является Интернет. Неотъемлемой частью корпоративной интернет-коммуникации становятся блоги, исследование которых имеет особую значимость для современной коммуникативной науки.

Анализ последних исследований и публикаций показывает, что сложность и разноплановость феномена интернет-коммуникации обусловили рост интереса исследователей и появление большого количества работ, освещающих особенности различных типов дискурсов в интернет-коммуникации: делового [10], профессионального [9], рекламного [14], корпоративного [1], информационного [13], бытового [11] и т.д. Одной из наименее изученных с позиций лингвистики остается корпоративная интернет-коммуникация.

Целью данной работы является исследование паралингвистических средств оформления постов англоязычных корпоративных блогов.

Тексты блогов характеризуются совмещением в пределах одного коммуникативного блока текстов с разными коммуникативными функциями и,

© Н. В. ПОЛОУСОВА, 2013

соответственно, с разным набором языковых средств, они отличаются сосуществованием в едином коммуникативном пространстве как текстовой, так и аудио-, видео- и графической информации. Иными словами, на веб-странице информационное воздействие на адресата осуществляется с помощью основной текстовой информации, гиперссылок, баннерной рекламы, аудио-, видео- и/или графического оформления. Все вышеперечисленные составляющие оформления блогов несут определенную смысловую нагрузку и должны анализироваться в комплексе.

Тексты блога обладают неоднородной природой и представлены двумя основными группами текстов: текстами постов и текстами комментариев. Нами было установлено, что посты и комментарии англоязычных корпоративных блогов существенным образом отличаются по структурно-функциональным и коммуникативным характеристикам. Так, пост имеет гораздо больший объем, обладает единой и четкой авторской концепцией, на его языковое воплощение значительное влияние оказывает деловой стиль. Основными коммуникативными характеристиками блогов являются: информативность, точность, экспрессивность, персуазивность. Тексты постов полностью относятся к письменной форме речи.

В то же время комментарии представлены сообщениями гораздо меньшего объема, чем посты, зачастую это одно-два предложения, множественность авторства приводит к размытию авторской концепции, их языковая реализация представлена, в основном, в разговорном стиле. Основными коммуникативными характеристиками комментариев являются краткость и эмоциональность. Тексты комментариев частично удовлетворяют характеристикам письменной формы речи, а частично – устной, что позволяет отнести их к устно-письменной форме речи.

Ввиду ограниченности объема данного исследования нами будут проанализированы паралингвистические средства оформления постов корпоративных англоязычных блогов. Для анализа нами были отобраны 10 англоязычных публичных корпоративных блогов.

К паралингвистическим средствам традиционно относят средства, участвующие в организации текста вербального языка, формирующие коммуникативно-прагматический аспект текста. Например: сегментация текста, его расположение на бумаге, шрифтовой и красочный наборы, типографские знаки, цифры; иконические знаки (рисунки, фотографии, таблицы, схемы и др.), необычное написание, нестандартная расстановка пунктуационных знаков и т. д. Список данных средств не является жестко фиксированным и может пополняться и варьироваться в зависимости от характера конкретного текста.

Объем постов англоязычных корпоративных блогов обычно небольшой – от одного до нескольких абзацев (250-500 словоформ), что в принципе связано с правилами восприятия текста с экрана монитора. Известно, что большие по объему тексты плохо воспринимаются и многие пользователи не дочитывают их до конца.

Тексты англоязычных корпоративных блогов характеризуются не только определенными характерными лингвистическими средствами. Отсутствие невербальных знаков при коммуникации компенсируется использованием паралингвистических средств. Однако необходимо отметить неактивное использование паралингвистических средств в постах, по сравнению с оформлением комментариев, где эти средства чрезвычайно популярны. Это можно объяснить влиянием делового стиля на коммуникацию в рамках постов, так как общение в блоге

относится к корпоративной коммуникации, существенной составляющей которой является деловая коммуникация.

Так, для привлечения внимания читателя и акцентирования какой-либо части высказывания зачастую используется полужирный шрифт, например:

To share info about these latest innovations, we'd like to invite you to a free live customer webinar on **Thursday, June 25 at 10:00 a.m. PDT.** (http://googleblog.blogspot.com/)

These fares will only be available for **48 hours**, so book now! (http://www.blogsouthwest.com/)

В данных примерах полужирным шрифтом выделена та часть высказывания, на которой адресант хотел акцентировать.

Интересно, что выделение курсивом абсолютно не популярно в оформлении постов, и встречается только в подзаголовках:

How to steer clear of money scams. *This post is the latest in an ongoing series on how to stay safe online.* (http://googleblog.blogspot.com/)

Для обозначения интонационного выделения высказывания достаточно активно используются параграфемика. Необходимо отметить, что проблема параграфемных средств остается открытой в современной лингвистике. Мы вслед за И.В. Вашуниной будем считать, что к параграфемным средствам относится большое количество графических средств в их некодифицированном использовании, непредусмотренном правилами орфографии, например, использование кавычек, дефиса, тире, зачеркивания и т.д. с определенной коммуникативной целью – для достижения оригинальности, образности [6].

Корпусный анализ показал, что, в тексте постов, в отличие от текстов комментариев, не популярны параграфемные средства, они используются в основном для интонационного выделения. Например:

I was able to get a picture with him and upload it to Facebook instantly…making many of my friends jealous. (http://www.blogsouthwest.com/)

Jack unfortunately is a large breed of cat and does not fit comfortably in a pet carrier…Jack will be staying home. (http://www.blogsouthwest.com/)

What are labels... and where are my folders? (http://googleblog.blogspot.com/)

Серии точек используются для обозначения паузы в речи.

Популярные в интернет-коммуникации графические знаки – эмотиконы, или как их еще называют «смайлы», в тексте блога не употребляются. Нами не было обнаружено ни одного случая употребления эмотиконов авторами постов, что, по нашему мнению, также можно объяснить влиянием делового стиля на языковое оформление постов блога.

При этом в текстах постов блогов активно используются визуальные компоненты – фотографии, картинки и видео. С точки зрения семиотики, иконический знак принципиально не отличается от вербальной речи – как слово, так и изображение могут выражать понятия разных уровней абстракции [12, с. 112]. Широкое употребление визуальных компонентов направлено на обеспечение целостного восприятия вербального и невербального компонентов.

Проведенный анализ позволил прийти к выводу, что блог – это многоканальная (текстово-аудио-визуальная) форма представления информации в Интернете, и вербальное содержание составляет лишь первый уровень его сверхсложной структуры. Основное наполнение блога эксплицируется в первую очередь в его вербальном компоненте, невербальный же иллюстрирует и усиливает воздействие

информации, содержащейся в словесной форме. Однако необходимо учитывать, что невербальные компоненты часто несут самостоятельную информативную нагрузку, например, дополняя вербальную информацию или же выполняя фатическую функцию, влияя на восприятие этой информации читателем.

Таким образом, практически каждый пост содержит ссылки, параграфемные средства, фотографию или картинку. Следовательно, мы можем говорить о тексте поста корпоративного блога как о поликодовом или в высокой степени креолизованном тексте.

Термин *«креолизованный текст»* был введен психолингвистами Ю. А. Сорокиным и Е. Ф. Тарасовым. Они определяют креолизованные тексты, как «тексты, фактура которых состоит из двух негомогенных частей (вербальной языковой (речевой) и невербальной (принадлежащей к другим знаковым системам, нежели естественный язык)» [16, с. 180–181]. Взаимодействуя друг с другом, вербальный и невербальный элементы обеспечивают целостность и связность произведения, его коммуникативный эффект.

Сегодня проблемами исследования так называемых поликодовых (креолизованных) текстов активно занимаются Е.Е. Анисимова [2], А. А. Бернацкая [3], М. А. Бойко [4], Н. С. Валгина [5], М. Б. Ворошилова [7], Л. И. Гришаева [8], Т. Ф. Семьян [15] и др.

В поликодовых текстах постов корпоративных блогов используются следующие виды изобразительной информации: фотография, картинка, карикатура, схема, таблица, график, видео и др. При этом выбор того или иного средства зависит от разнообразных факторов (интенция автора, жанр материала, фактор адресата: социальный статус, уровень образования, возраст, гендер и т.д.).

Следовательно, при достаточно неактивном использовании паралингвистических средств посты все же относятся к креолизованным текстам ввиду высокого содержания дополнительных невербальных аудиовизуальных фрагментов (картинок, фотографий, видеофайлов, ссылок).

Таким образом, лингвистическое оформление постов – явление достаточно сложное в силу многослойности текста, т.е. сочетаемости в себе текстово-аудио-визуальной информации, а также наличия достаточно большого количества ссылок на разнообразные источники.

Список литературы: **1.** *Ананко Т. Р.* Англомовний корпоративний дискурс : дис. ... канд. філол. наук : 10.02.04 / *Ананко Тетяна Рудольфівна*. – Х.: МОНУ ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2007. – 210 с. **2.** *Анисимова Е. Е.* Лингвистика текста и межкультурная коммуникация (на материале креолизованных текстов) / *Е. Е. Анисимова* – М. : Академия, 2003 – 128 с. **3.** Бернацкая А. А. К проблеме «креолизации» текста: история и современное состояние / А. А. Бернацкая // Речевое общение. – 2003. – № 3. – С. 104–110. **4.** *Бойко М. А.* Функциональный анализ средств создания образа страны (на материале немецких политических креолизованных текстов) : автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. филол. наук : спец. 10.02.04 «Германские языки»/ *М. А. Бойко*. – Воронеж, 2006. – 23 с. **5.** *Валгина Н. С.* Теория текста / *Н. С. Валгина*. – М. : Логос, 2004 – 280 с. **6.** *Вашунина И. В.* Коммуникативно-функциональные особенности некодифицированных графических средств: на материале немецкого языка : автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. филол. наук : 10.02.04 «Германские языки» / *И. В. Вашунина.* – Минск, 1995. – 22 с. **7.** Ворошилова М. Б. Креолизованный текст: аспекты изучения / М. Б. Ворошилова // Политическая лингвистика. – 2006. – № 20. – С. 180–189. **8.** *Гришаева Л. И.* Креолизованные тексты – тексты XXI века? / *Л. И. Гришаева* // Вестник Воронежского университета. – 2003. – № 2. – С. 107–109. – (Серия «Лингвистика и межкультурная коммуникация»). **9.** *Данилюк С. С.* Структурні та функціональні особливості англомовних електронних текстів (на матеріалі персональних веб-сторінок лінгвістів) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. філол. наук : спец. 10.02.04 «Германські мови» / *С. С. Данилюк* – Київ, 2006. –

23 с. 10. *Дєрік І. М.* Просодичні особливості дискурсу інформаційних повідомлень ділової тематики в Інтернеті (експериментально-фонетичне дослідження) : дис. … канд. філол. наук : 10.02.15 / *Дєрик Ілона Морисівна*. – Одеса, 2007. – 264 с. **11.** *Заборовская С. В.* Особенности виртуального дискурса в пространстве Интернет (на примере интернет-дневников) : дис. ... канд. филол. наук : 10.02.02 / *Заборовская Светлана Витальевна*. – Харьков, 2006. – 217 с. **12.** *Колеватов В. А.* Социальная память и познание / *В. А. Колеватов*. – М. : Мысль, 1984. – 125 с. **13.** *Коломієць Н. В.* Лінгвістичні особливості організації гіпертексту інтернет-новин (на матеріалі англійської мови) : дис... канд. філол. наук : 10.02.04 / *Коломієць Неля Василівна*. – К., 2004. – 214 с. **14.** *Крутько Т. В.* Англомовна реклама у віртуальному просторі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. філол. наук : спец. 10.02.04 «Германські мови» / *Т. В. Крутько* – Харків, 2006. – 20 с. **15.** *Семьян Т. Ф.* Визуальный облик прозаического текста как литературоведческая проблема : автореф. дис. на соиск. науч. степени д-ра филол. наук : спец. 10.01.08 «Теория литературы. Текстология» / *Т. Ф. Семьян* – Самара, 2006. – 37 с. **16.** *Сорокин Ю. А.* Креолизованные тексты и их коммуникативная функция / *Ю. А. Сорокин, Е. Ф. Тарасов* // Оптимизация речевого воздействия. – М. : Наука, 1990. – С. 178–187.

Надійшла до редколегії 10.05.2013

УДК 821.161.1-1”21”

Использование паралингвистических средств в корпоративной интернет-коммуникации (на примере постов англоязычных корпоративных блогов) / Полоусова Н. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.185-189 . – Бібліогр.: 16 назв.

Стаття присвячена аналізу особливостей використання паралінгвістічних засобів в корпоративній інтернет-комунікації. Об'єктом дослідження виступають англомовні корпоративні блоги. Автори відносять тексти корпоративних блогів до полікодових текстів.

Ключові слова: блог, інтернет-комунікація, корпоративна комунікація, креолізований текст, параграфеміка, паралінгвістичні засоби.

This article analyzes the characteristics of the use of paralinguistic means in the corporate Internet communication. The object of the study is English-language corporate blogs. The authors refer the texts of corporate blogs to the polycoded texts.

Key words: blog, internet communication, corporate communication, creolized texts, paragrafemika, paralinguistic means.

УДК 633.3:658.562

І. В. КУЗНЄЦОВА, канд. техн. наук, с. н. с., НААН, Київ

ВИВЧЕННЯ УМОВ ЕКСТРАКЦІЇ ПРИ ОТРИМАННІ КОНЦЕНТРАТУ ІЗ ЛИСТКІВ СТЕВІЇ (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) СУШЕНОЇ

Представлено дослідження щодо кінетики екстрагування речовин, які визначають низьку калорійність та еколого-протекторну здатність стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) сушеної. Отриманні експериментальні дані дозволяють отримати концентрат із гарними смако-аромотичними властивостями із високим вмістом речовин дитерпенових глікозидів та флаваноїдного комплексу.

Ключеві слова: стевія, екстракт, кінетика, речовини дитерпенових глікозидів.

Вступ. Стевія (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) - є перспективною культурою, попит на яку за останні роки значно зріс і за прогнозами світових аналітиків у період 2010-2014 рр. на 214% [2]. Згідно світових прогнозів у 2014 р. потреба у продуктах переробки стевії буде становити на рівні 11 тис. тонн (2,75 млн. тонн wse), що призведе до збільшення віднесення речовин дитерпенових глікозидів (РДГ) стевії до 3 категорії після сахарину і аспартаму [5]. Зацікавленість до стевії та її переробки постійно зростає. Створюються відповідні Програми розвитку виробництва натурального підсолоджувача зі стевії та налагоджується виробництво високоякісної сировинної бази – плантацій стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) [6]. У результаті

© І. В. КУЗНЄЦОВА, 2013

запатентовано рецепти на ряд харчових продуктів, косметологічної продукції і фармацевтичних препаратів, які отримали досить високі оцінки на дегустаційних комісіях та міжнародних виставках. У 2010 р. Європейський офіційний орган з харчової безпеки (EFSA) оцінив безпеку використання стевіол-глікозидов і встановив для них допустиме добове споживання (ДДС), яке складає 4 мг/кг ваги тіла/добу для дорослих і дітей. Це узгоджується з встановленим Об'єднаним експертним комітетом ФАО/ВООЗ по харчових добавках (JECFA) у 2008 році. Токсикологічні дослідження продемонстрували, що дані речовини не генотоксичні, не канцерогенні і не пов'язані з шкідливими наслідками для репродуктивної системи або розвитку дітей.

Провідним напрямом у виробництві продуктів спеціального призначення є комплексне використання рослинних ресурсів, які мають низьку калорійну ефективність та значну еколого-протекторну здатність. Висока біологічна дія флавоноїдів обумовлена наявністю антиоксидантних властивостей. Незважаючи, що більшу увагу в світі приділяють виробництву певних глікозидів у встановленому ступені в чистому вигляді, особливого значення набувають концентрати отримані із листків стевії. Концентрати відомі вмістом не тільки речовин дитерпенових глікозидів, але й вмістом речовин флаваноїдного комплексу, амінкислот, тощо.

Аналіз останніх досліджень та літератури. Український ринок поступово розвивається у даному напрямі. Нажаль в Україні, маючи достатню власну виробничу основу, все більше використовуються концентрати отримані із листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної у виробництві безалкогольних напоїв, жирових продуктів та кондитерських виробів.

Вивченню наукових основ екстракції речовин дитерпенових глікозидів, в основному одного із них - стевіозиду, присвячено на сьогодні достатня кількість наукових праць. Досліджувались різні технологічні схеми екстрагування: метанольна, метанольно-водна та водна. Аналіз екстракційних процесів представлений Е. Абу-Арабом [1] показує перевагу екстракції водним реагентом, що надає можливість отримати екстракт із більшим (на 2,56%) вмістом стевіозиду.

Дослідження щодо стану стевіозиду за різних температурних умов екстракції представлено у працях Соєарто Д. і Нішіями Р., які підкреслюють його стабільність при 45-140 °С та поступове (до 95%) розкладання при 140-200 °С. Не менш важливим є вивчення стабільності стевіозиду за різної активної кислотності екстракту залежно від температури екстрагування [1], які показують стабільність стевіозиду при pH 2…10 із частковим розкладанням при температурі 80 °С протягом 2 год. екстрагування.

В.А. Зубцов та інші наковці вважають оптимальною температурою екстракції 50-60 °С, а збільшення температури призводить до осмолення речовин екстракту та унеможливить його очищення [7].

Крім екологічного значення виробництва концентрату із використанням в якості екстрагенту води підкреслюють також перевагу даного способу за мікробіологічними показниками. Отриманий концентрат містить меншу кількість штамів мікроорганізмів *B. Subtilis* і *S. Aureus*, на відміну, від концентратів отриманих за двома іншими способами*: M. Luteus, S. Marcenscens, P. Aeruginosa, B. Megaterium, E. Coli, P. Valgaris* [4].

Проведений аналіз існуючих наукових праць показує перспективність застосування в якості екстрагенту воду.

Метою роботи є вивчення умов екстрагування речовин, що визначають низькокалорийну та еколого-протекторну здатність концентрату.

Матеріали досліджень. Листки стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) сушеної, які використовували у дослідженні отримали на дослідній ділянці Вінницької області сушінням природним способом. Отримані листки стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) сушеної містять 11,3% речовин дитерпенових глікозидів (РДГ) та речовин флаваноїдного комплексу 656 мг/л.

У дослідженні використовували очищену у чотири етапи воду, яку дегазували та відфільтровували від механічних домішок; здійснювали видалення іонів заліза та марганцю шляхом відфільтровування води через іонообмінний фільтр; відфільтровували воду через другий іонообмінний фільтр для видалення солей металів; дезінфікували [8].

Проводили екстракцію листків стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) сушеної противотоковим способом та варіювали співвідношення масової частки сировини до екстрагенту (очищеної води) від 1:1 до 1:7. Вивчали оптимальну тривалість процесу екстракції стевії-сировини, змінюючи її від 1 до 7 годин.

Контроль за проведенням процесу здійснювали за визначенням у зразках екстракту вмісту речовин дитерпенових глікозидів (РДГ) [9] та флаваноїдного комплексу (РФК) [3]. pH екстракту становить 6,1.

Результати досліджень. Для проведення досліджень здійснювали підготовку сировини шляхом просіювання через сито (для видалення домішок) та замочування листків стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) сушеної протягом години у теплій очищеній воді (температура 25-30 °С). Після чого відділяли замочувальну воду і підготовлену сировину заливали очищеною теплою водою для проведення екстрагування.

Ефективність екстракції залежить насам перед від співвідношення сировини та екстрагенту. Враховуючи досвід іноземних вчених вивчали умови проведення екстрагування речовин дитерпенових глікозидів і флаваноїдного комплексу із листків стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) сушеної за різному співвідношенні сировини та екстрагенту. Результати досліджень представлені на рис. 1, які показують перевагу співвідношення сировина : вода як 1:5.

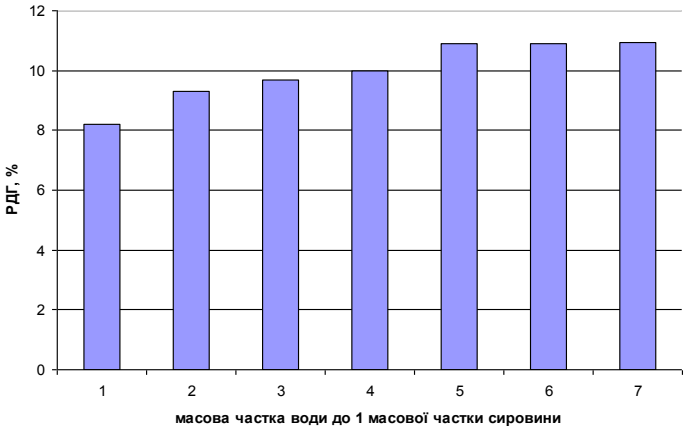


Рис. 1 - Залежність зміни речовин дитерпенових глікозидів від співвідношення сировини до екстрагенту

Експериментальні дослідження показують, що при меншому співвідношенні вилучається на 0,9-2,7% менше речовин дитерпенових глікозидів. Збільшення ж не підвищує ступеня екстракції, а лише удорожчує його на ступені концентрування через зменшення вмісту масової частки сухих речовин екстракту.

Не менш важливим є встановлення оптимальної тривалості процесу. Тривалість процесу обумовлює нам перед технологічну якість екстракту від якої залежить якість готового продукту (концентрату), і відповідно, придатність до зберігання. Кінетика екстрагування речовин дитерпенових глікозидів та флаваноїдного комплексу представлено на рис. 2. Кінетика екстракції речовин дитерпенових глікозидів і флаваноїдного комплексу показує, що екстрагування відбувається у два етапи.

На І етапі (протягом 3 год.) відбувається інтенсивне вилучення речовин, а на ІІ етапі (3-5 год) вилучається максимально-можлива їх кількість. Збільшення тривалості процесу не підвищує ефективності, а біля 7 год. відбувається й часткове розкладання речовин флаваноїдного комплексу.

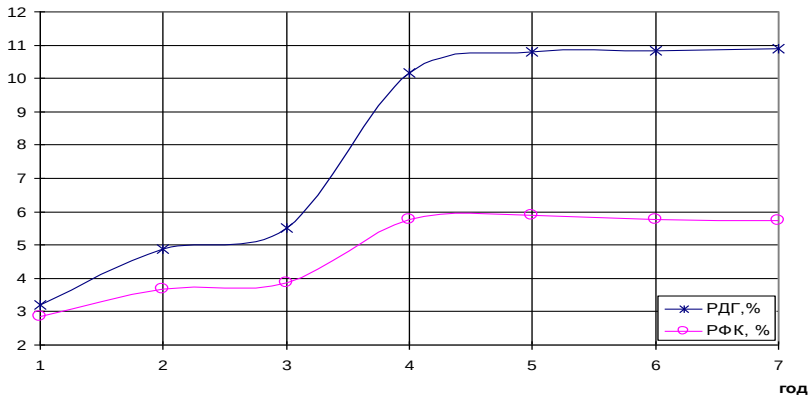


Рис. 2 - Залежність вмісту РДГ і РФК від тривалості

Екстракція речовин дитерпенових глікозидів та флаваноїдного комплексу листків стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) сушеної здійснюється відповідно до закону Фіка. Згідно даного закону швидкість дифузії молекул речовин дитерпенових глікозидів та флаваноїдного комплексу залежить від температури, площі поверхні та товщини шару сировини, тривалості процесу. Сам процес екстракції складається із двох етапів: внутрішньої (переходи речовин до граничного шару сировини) та зовнішньої дифузій (перехід речовин від граничного шару сировини у розчин) компонентів стевії-сировини.

За отриманими експериментальними даними представленими на рис. 2 розрахували швидкість дифузії за законом Фіка для речовин дитерпенових глікозидів та флаваноїдного комплексу. Залежність швидкості дифузії цих речовин представлена на рис. 3. і показує, що при 3 год. екстрагування відбувається перехід до різкого збільшення швидкості для речовин дитерпенових глікозидів і флаваноїдного комплексу одночасно. Після переходу у розчин основної частини речовин дитепенових глікозидів та флаваноїдного комплексу в подальшому уповільнюється швидкість внутрішньої дифузії, що показує зміна коефіцієнту внутрішньої дифузії впродовж останніх трьох годин екстракції.

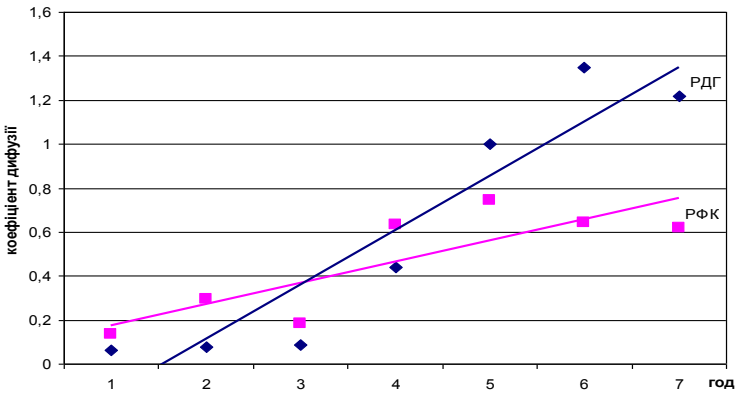


Рис. 3 - Дифузія речовин дитерпенових глікозидів та флаваноїдного комплексу із листків стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) сушеної до екстракту

Середня швидкість дифузії молекул становить для речовин дитерпенових глікозидів0,596, для речовин флаваноїдного комплексу – 0,445. Це дає змогу стверджувати, що дифузія речовин дитерпенових глікозидів відбувається швидше в 1,3 раза ніж речовин флаваноїдного комплексу.

Коефіцієнт дифузії підтверджує доцільність п’ятигодинного екстрагування, що забезпечить максимальне вилучення речовин дитерпенових глікозидів і флаваноїдного комплексу.

Для багатьох харчових продуктів одним із вирішальних складових якості продукту є смако-ароматичні властивості, які саме і формують попит споживача.

Отриманий екстракт за оптимальних умов аналізували за смаком, запахом та зовнішнім виглядом. Необхідно відмітити, що екстракт і після концентрування має приємні смако-ароматичні властивості без гіркуватого присмаку. При зберіганні концентрату смако-ароматичні властивості не змінюються і не утворюється осад, що говорить про стабільність сполук.

Висновок. Оптимальними умовами виробництва екстракту із листків (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) є екстрагування сировини у співвідношенні сировина : екстрагент як 1:5 протягом 5 годин. За цих умов відбувається максимальне вилучення речовин дитерпенових глікозидів та флаваноїдного комплексу із листків стевії (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) сушеної і забезпечується стабільність комплексу впродовж зберігання. Концентрат отриманий із такого екстракту має гарні смако-ароматичні властивості, які не змінюються протягом зберігання.

Список літератури: **1.** *Abou-Arab A. E., Abou-Arab A. A., Abou-Salem M. F.* Phisico-chemical assessment of natural sweetenerns steviosides produced from Stevia rebaudiana bertroni plant. [текст] A.J. of Food Science 4(5), 2010, p. 269-281. **2.** Глобальный рост рынка стевии до 2014 года [Елетронний ресурс] www.noutes.basketfood.org. **3.** Заявка на патент України на корисну модель, МПК^9 C07 H 15/00, C07 H 17/00, G01 N 21/00 Спосіб визначення вмісту речовин флаваноїдного комплексу [текст] / *Роїк М. В., Кузнєцова І. В, Рудакова Т. В.*; заявник-патентовласник Київ. Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. - № u201211791 заявл. 12.10.12 р. **4.** *Manish B., Rema S.* Antimicrobial activity of *Stevia Rebaudiana Bertroni* Leaves. Tropical J. of farmeceutical reseach, 5(1), 2006. p. 557-560. **5.** Market Evaluation Consumption and Alternative Sweeteners Statistics Committee in a Higher Sugar Price EnvironmentInternational Sugar Organization 42 MECAS(12)04. **6.** *Новини* Stevia Corp. інт. ресурс : www.steviacorp.us **7.** *Патент РФ* МПК C07 H 15/24, C07 H 15/256 Способ получения стевиозида [електронний ресурс] / *Зубцов В. А., Милородова Е. И., Юрова Е. Ю., Рясенский С. С., Осипова Л. Л.*; заявитель-патентовладелец Республиканская научно-исследовательская лаборатория по биологически активным веществам, АОЗ «Амон». - № 95118920/04 заявл. 08.11.95 г. **8.** *Роїк М. В., Кузнєцова І. В., Бондар М. В., Ложкін М. М*. Вплив якості води на ефектив-ність екстракції стевії (Stevia Rebaudiana Bertroni) [текст] / *М. В. Роїк, І. В. Кузнєцова, М. В. Бондар, М. М. Ложкін* // Харчова наука і технологія. – Одеса, - 2012. №1 (18) – с. 35-36. **9.** ТУ У 15.8-31591453-002:2005 «Добавки биологически активные. Сиропы стевии с фитоэкстрактами. Технические условия» [текст], 15 с.

Надійшла до редакції 15.05.2013

УДК 633.3:658.562

Вивчення умов екстракції при отриманні концентрату із листків стевії (*stevia rebaudiana bertroni*) сушеної // Кузнєцова І. В // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.189-193 . – Бібліогр.: 9 назв.

Представлено исследования по кинетике экстракции веществ, определяющих низкую калорийность и эколого-протекторные свойства стевии (*Stevia Rebaudiana Bertroni*) сушеной. Полученные экспериментальные данные позволяют получить концентрат с хорошими вкусовыми и ароматическими свойствами, а также с высоким содержанием веществ дитерпеновых гликозидов и флаваноидного комплекса.

Ключевые слова: стевия, экстракт, кинетика, виещества дитерпеновых гликозидов.

Is represented study on the kinetics of the extraction of the substances, which determine low caloricity and ecological-protector properties of stevia (Stevia Rebaudiana Bertroni) of dry. Obtained experimental data make it possible to obtain concentrate with good gustatory and aromatic properties, and also with the high content of the substances of glycosides and flavonol complex.

Keywords: stevia, extract, kinetics, glycosides.

УДК 661.333

Д. В. ФИЛОНЕНКО, аспирант, НТУ «ХПИ»;
А. В. ШЕСТОПАЛОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РЕАКТОРА-СМЕСИТЕЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ДИСТИЛЛЯЦИИ СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Анализ направлений усовершенствования реактора-смесителя отделения дистилляции содового производства. В статье рассмотрены проблемы производства соды. Рассмотрены недостатки работы смесителя разложения хлорида аммония известковым молоком отделения дистилляции. Проанализированы конструкции смесителей и пути повышения их эффективности. Определены направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: реактор, мешалка, смеситель, кальцинированная сода, известковое молоко.

Вступ. Кальцинированная сода – один из важнейших продуктов неорганического синтеза, она широко используется в разных отраслях промышленности.

До настоящего времени наиболее распространенным способом производства соды кальцинированной является аммиачный способ Сольве – до 70% мирового производства. Базирующееся на использовании дешевого и доступного сырья (поваренной соли и известняка) производство соды по аммиачному способу имеет высокий уровень организации технологических процессов (непрерывность, комплексная автоматизация) и сравнительно высокую экономическую эффективность. В то же время технология получения соды аммиачным способом весьма несовершенна по степени использования сырья, наличию значительного количества жидких, твердых и газообразных отходов, а также потерь тепловой энергии.

Исследованию технологии, процессов и аппаратов содового производства посвящены работы Г.Г/ Асеева, А.Р. Гольдштейна, И.Д. Зайцева, М.Б. Зеликина, А.Ф. Зозули, З.К. Зубахиной, С.А. Крашенникова, Г.И. Микулина, Г.А. Ткача и др. Вместе с тем, непосредственное применение результатов известных работ в условиях конкретного предприятия не всегда эффективно и даже не всегда возможно.

Общий объем потребления соды в мире примерно 50 млн. т. в год. Тройка мировых лидеров производства: Китай - США - концерн *Solvay* (Бельгия). Мировая экономика демонстрирует устойчивую тенденцию роста потребления кальцинированной соды в различных отраслях промышленности (рис. 1).

В настоящее время в развивающихся странах ожидается существенный рост потребления соды, аналогичная ситуация - в странах Восточной Европы, России и СНГ. Именно поэтому усовершенствование эффективности технологических процессов производства соды является актуальной задачей.

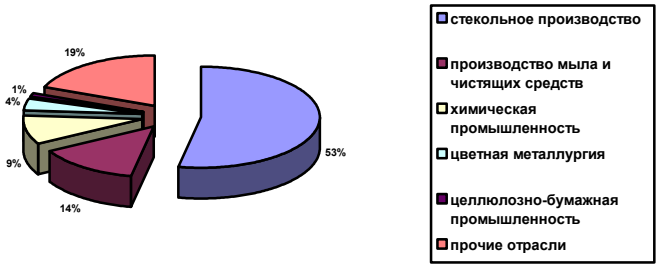


Рис. 1 - Использование кальцинированной соды в разных отраслях промышленности стран СНГ

Целью статьи является анализ направлений усовершенствования работы

© ФИЛОНЕНКО Д. В., ШЕСТОПАЛОВ А. В., 2013

отделения дистилляции содового производства.

Общеизвестно, что общая масса аммиака, циркулирующего в производстве, составляет около 530 кг на т соды [1]. Из них 450 кг регенерируется из фильтровойжидкости по схеме так называемой большой дистилляции. Основным назначением отделения дистилляции производства соды является практически полная отгонка диоксида углерода и аммиака из маточной жидкости и формирование непрерывного материального потока парогазовой смеси, направляемой в отделение абсорбции.

В отделении дистилляции кроме маточной жидкости (80% нагрузки отделения) перерабатываются также флегма конденсатора-холодильника газа дистилляции и жидкости, образующаяся в результате промывки газов и аппаратов, а также жидкость из сборных аммиачных канав и аммиачная вода в случае ее подачи в аппараты дистилляции для восполнения потерь аммиака.

В теплообменнике дистилляции в результате нагрева дистиллируемой жидкости (до 80-97°С) происходит разложение углекислых соединений аммония. Для осуществления следующей стадии регенерации NH_3 из NH_4Cl жидкость теплообменника дистилляции смешивают с известковым молоком в смесителе.

В себестоимости кальцинированной соды стоимость известкового молока занимает значительное место, поэтому уменьшение расхода его на тонну соды при больших масштабах производства дает большой экономический эффект.

Взаимодействие твердого хлорида аммония и известкового молока происходит в реакторе-смесителе, являющемся одним из основных аппаратов в схеме. Регенерация аммиака из твердого хлорида аммония сопровождается сложным комплексом физико-химических и термодинамических условий, влияющих на протекание массообменных процессов. При этом в реакторе-смесителе имеют место следующие реакции [2]:

$$Ca(OH)_{2\ (тв)} \rightarrow Ca(OH)_{2(р)}; \quad (1)$$

$$NH_4Cl_{\ (тв)} \rightarrow NH_4Cl_{\ (р)}; \quad (2)$$

$$2NH_4Cl_{\ (р)} + Ca(OH)_{2\ (р)} \rightarrow 2NH_4OH_{\ (р)} + CaCl_{2\ (р)} + 24{,}4 КДЖ; \quad (3)$$

$$NH_4OH_{\ (р)} \leftrightarrow NH_{3\ (г)} + H_2O_{(ж)} - 37{,}0\ КДЖ. \quad (4)$$

Ввиду того, что твердый хлорид аммония не промывается (массовая доля воды до 5%), в нем содержится незначительное количество примесей из маточника, которые также вступают в реакцию обменного разложения

$$(NH_4)_2CO_{3(р)} + Ca(OH)_{2(р)} \rightarrow 2NH_4OH_{(р)} + CaCO_{3(тв)} - 8{,}0\ КДЖ; \quad (5)$$

$$Na_2SO_{4(р)} + CaCl_{2(р)} \rightarrow CaSO_{4(тв)} + 2NaCl - 34{,}8\ КДЖ. \quad (6)$$

Энтальпия, масса и состав образующихся твердой, жидкой и газовой фаз в многокомпонентной системе будут определяться соотношением термодинамических и кинетических параметров трех основных процессов, описываемых (1)-(4), а также массой, составом и энтальпией входных материальных потоков.

Реактор-смеситель служит для смешения жидкости фильтров с известковым молоком, здесь же протекает реакция между $Ca(OH)_2$ и NH_4C1. В смесителе возможно также побочное взаимодействие $CaC1_2$, присутствующего в жидкости сульфата натрия и оставшегося неразложенного карбоната аммония. При этом осаждаются $CaSO_4$ и $CaCO_3$, склонные к образованию сильно пересыщенных растворов. В дальнейшем на поверхности дистиллера из этих растворов отлагаются трудно удаляемые корки. Кристаллизация этих солей при снятии пересыщения является также существенным фактором в процессе образования твердых, отложений на стенках аппаратов. Поэтому необходимы мероприятия, способствующие

уменьшению и даже снятию пересыщения. Скорость снятия пересыщения зависит от условий смешения жидкости с известковым молоком, качества известкового молока, наличия твердых примесей и кристаллов затравки как центров кристаллизации $CaSO_4$ и $CaCO_3$.

Реакция между $Ca(OH)_2$ и NH_4C1 проходит достаточно быстро — в течение от 3 мин. до 5 мин. — при использовании нормально обожженной извести, поэтому объем смесителя не должен быть большим. Однако с целью ликвидации пересыщения раствора по $CaSO_4$ и $CaCO_3$ и увеличения срока работы дистиллера между чистками пребывание жидкости в смесителе увеличивают до30—40 мин, что и определяет объем аппарата. При этом удается использовать и некоторое количество от 25% до 30% малоактивной извести.

Перспективным направлением исследований, является снижение времени разложения хлористого аммония до 5 мин и менее, что позволит существенно сократить объем реакционной зоны и в несколько раз уменишить циркуляционный поток кристаллов ангидрита в реакторе-смесителе, а также более полно использовать малоактивную часть суспензии гидрата кальция. Все это приводит к снижению затрат на проведение вышеуказанных процессов.

Реактор-смеситель типовой дистилляционной колонны (рис. 2) представляет собой цилиндрический стальной резервуар диаметром 3,2 м и высотой 10,7 м, снабженный рамной мешалкой 2 с частотой вращения 13,9 об·мин.$^{-1}$ [3].

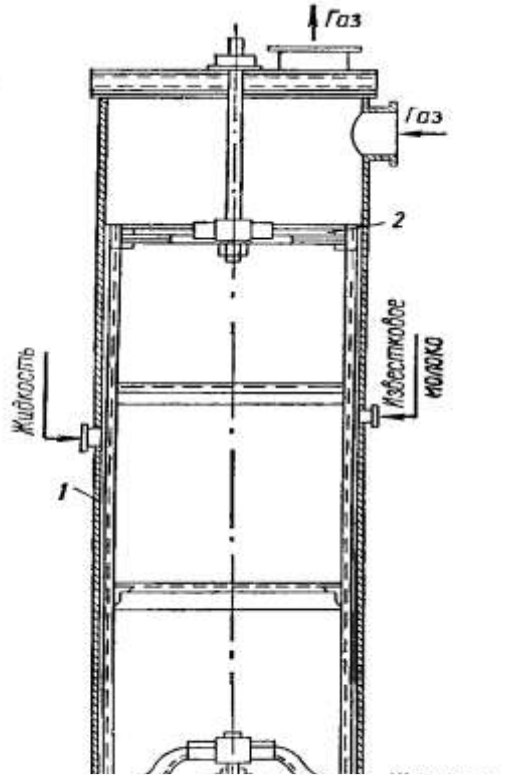


Рис. 2 - Реактор-смеситель:*1* - корпус; *2* - рамная мешалка; *3* - днище

Верхняя, не заполненная жидкостью часть реактора-смесителя служит сепаратором брызг, поступающих с парогазовым потоком из дистиллера. В производстве соды начали применяться смесители диаметром 3,4 м и 4,5 м с увеличенной (до 6 м) сепарационной зоной для уменьшения брызгоуноса.

При этом большое внимание уделяется узлу ввода парогазовой смеси в смеситель. Для уменьшения брызгоуноса устанавливается специальный отбойник, который направляет парогазовую смесь по периметру аппарата.

Возможно осуществление тангенциального ввода парогазовой смеси в аппарат. Следует отметить, что трубопроводы для подачи суспензии из смесителя в дистиллер должны иметь минимальное число изгибов. Желательно также, чтобы они были наклонены в сторону дистиллера, что позволит (сократить число чисток трубопроводов).

Сегодня ведутся поиски новых конструкций реакторов-смесителей отделения дистилляции и пути интенсификации процессов их работы. Так в работах Посторонко А. И. [4] для увеличения скорости реакции между $CaCO_3$ и NH_4Cl суспензию шлама

каустификации подвергали дроблению с использованием колеса со струнными элементами центробежного насоса-мешалки, общий вид которого представлен на рис 3.

Доля частиц $CaCO_3$ размером менее 15 мкм после обработки струйными элементами по экспериментальным данным [4] составляет 80%, что способствует лучшему взаимодействию $CaCO_3$ с NH_4Cl.

Колесо со струнными элементами центробежного насоса-мешалки состоит из ступицы 1, диска 2 с отверстиями 3, на которые крепятся Т-образные выступы 4, пальцевые опоры 7, расположенные симметрично относительно диска. В Т-образных выступах, пальцевых опорах и диске проточены направляющие пазы 5, в которые укладываются струнные элементы в виде медных канатиков 6 диаметром 3-5 мм.

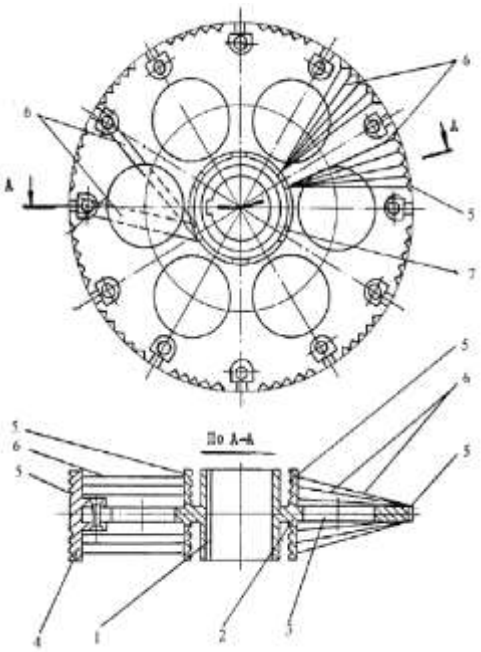


Рис. 3 - Общий вид колеса со струнными элементами центробежного насоса-мешалки и разрез А-А

На Стерлитомакском производственном объединении «Сода» предложен смеситель дистилляции производства кальцинированной соды, который содержит корпус, перемешивающее устройство, штуцеры ввода жидкости, вывода суспензии, ввода и вывода парогазовой смеси и устройство для ввода извести, снабженное бункером и шнеком [5]. Такая конструкция с применением струйного насоса позволяет существенно уменьшить объем реакционной зоны, время разложения хлорида аммония и снятия сульфатного и карбонатного пересыщения.

Известные сегодня математические модели реактора-смесителя основаны на заданных значениях характеристик и потому не могут быть непосредственно использованы для расчетов конструкций в схеме содового производства, поскольку не позволяют точно рассчитывать материальные и тепловые балансы и степень отгонки NH_3 из-за существенных изменений технологических параметров входных материальных потоков. В связи с этим существует необходимость разработки математической модели реактора-смесителя, которая включает систему уравнений покомпонентного материального и теплового балансов.

Подводя итог, необходимо констатировать, что разработка реактора-смесителя отделения дистилляции с целью снижения объема реакционной зоны является весьма актуальной задачей, так как позволит в несколько раз уменьшить циркуляционный поток кристаллов ангидрита в реакторе-смесителе и более полно использовать малоактивную часть суспензии гидрата кальция. Ввиду того, что на ход описанной химической реакции оказывает влияние состав подаваемых в смеситель веществ, гидродинамика потоков и тепло-массообменные процессы протекающие в реакторе, то для повышения эффективности работы смесителя необходимо проведение экспериментальных исследований кинетики разложения хлорида аммония гидроокисью кальция и выявление факторов влияющих на этот процесс. Полученные экспериментальные зависимости станут основой для разработки математической модели процесса и усовершенствования работы реактора смесителя дистиллерного отделения производства соды.

Список литературы: 1. *Шокин И. Н., Крашенинников С. А.* Технология соды / *И. Н. Шокин, С. А. Крашенинников.* — М.: Химия, 1975. — 288 с. **2.** *Хексель, Л. К.* Совершенствование технологии производства кальцинированной соды на основе циклического метода / *В. Ф. Корнюшко, Н. Н. Фальковский, Л. К. Хексель* // Экология и промышленность - 2008. - №8, с.11-18. **3.** *Зайцев И. Д.* Производство соды / *И. Д. Зайцев, Г. А. Ткач, Н. Д. Стоев*. — М.: Химия, 1986. — 312 с. **4.** *Посторонко А. И.* Исследование регенерации аммиака из фильтровой жидкости содового производства / *А. И. Посторонко* // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: "Хімія і хімічна технологія". Випуск 152. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. - С. 127 – 131 **5.** А. с. 1428439 СССР, МПК[4] B01F5/04, C01D7/18. Смеситель дистилляции производства кальцинированной соды / *М. С. Бакиров, А. В. Воронин, П. М. Автин, Ю. И. Мальцев.* – №4116565; заявл. 04.09.1986, опубл. 07.10.1988.

Надійшла до редколегії 10.05.2013

УДК 661.333

Анализ направлений усовершенствования реактора-смесителя отделения дистилляции содового производства / Филоненко Д. В., Шестопалов А. В.// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.194-198 . – Бібліогр.: 5 назв.

Аналіз напрямів удосконалення реактора-змішувача відділення дистиляції содового виробництва. У статті розглянуті проблеми виробництва соди. Розглянуті недоліки роботи змішувача розкладання хлориду амонію вапняним молоком відділення дистиляції. Проаналізовані конструкції змішувачів і шляху підвищення їх ефективності. Визначені напрями подальших досліджень.

Ключові слова: реактор, мішалка, змішувач, кальцинована сода, вапняне молоко.

Analysis of directions reactor-mixer improvement of soda production distillation department. The problems of soda production are considered in the article. The lacks of mixers work of destruction salmiac by the limewater of distillation department are considered. Constructions of mixers and way of increasing their efficiency are analyzed. Directions of further researches are certain.

Keywords: reactor, mixer, blender, soda ash, lime milk.

УДК 621.224

О. В. ПОТЕТЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»;
В. Э. ДРАНКОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»;
Л. М. ЦЕХМИСТРО, канд. филос. наук, доц., НТУ «ХПИ»;
О. С. ВАХРУШЕВА, асистент, НТУ «ХПИ»

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ТЕЧЕНИЯ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ВЫСОКОНАПОРНОГО ГИДРОАГРЕГАТА

Представлены результаты расчетного исследования пространственного потока жидкости в проточной части радиально-диагонального гидроагрегата, выполненного с помощью программного комплекса FlowVision.

Ключевые слова: гидроагрегат, проточная часть, направляющий аппарат, двухрядная лопастная система

Постановка задачи. Последние исследования в области гидромеханики и гидравлических машин [1 - 3] связано с расчетом численного моделирования пространственного потока жидкости. Это позволило сэкономить значительные средства на проведение физического эксперимента при создании новых или модификации существующих технических устройств [4]. При этом до недавнего времени область применения соответствующих методов расчета была ограничена теми классами задач, для которых они разрабатывались, а само проведение расчетов было под силу лишь разработчикам этих методов.

© О. В. ПОТЕТЕНКО, В. Э. ДРАНКОВСКИЙ, Л. М. ЦЕХМИСТРО, О. С. ВАХРУШЕВА, 2013

Одним из первых коммерческих программных пакетов универсального назначения, разработанных в России, стал программный продукт FlowVision [5]. Программный продукт FlowVision, предназначенный для численного моделирования течений жидкости, разработан и совершенствуется ООО “Тесис” (www.tesis.com.ru, www.flowvision.ru), и с 2000 года распространяется в виде коммерческой версии.

Анализ последних исследований и публикаций. Гидравлические потери в гидроагрегате состоят из потерь энергии в подводящих органах, в рабочем колесе и в отсасывающей трубе. При разработке проточной части гидроагрегата и лопастной системы рабочего колеса ставится задача на оптимальном режиме работы согласовать потоки, покидающие предыдущий элемент проточной части, с потоком, обеспечивающим минимальные потери, в последующем элементе, включая лопастную систему рабочего колеса. Кроме того, каждый элемент проточной части должен иметь оптимальную форму, обеспечивающую минимум потерь в самом этом элементе. Вышеизложенное реализуется на практике, но на режимах отличных от оптимального нельзя гарантировать ни согласования между собой различных элементов проточной части, ни минимума потерь в каждом из них [6].

Расширение области эксплуатации, возможно с применением многорядных лопастных систем, разворот которых осуществляется по комбинаторной зависимости регулируемых лопастей, обеспечивающей максимально возможное согласование элементов проточной части (рис.1). В качестве механизма поворота выходных элементов используется механизм поворота, применяемый на диагональных рабочих колесах. Рабочий процесс радиально-диагонального гидроагрегата (РОД) основан на комбинаторной трехэлементной зависимости, согласующей открытие направляющего аппарата расположенного перед рабочим колесом РОД гидроагрегата с разворотом лопаток промежуточного направляющего аппарата и углом разворота лопастей диагонального колеса, направленной на минимизацию потерь напора при различных режимах эксплуатации РОД гидроагрегата. В соответствии с комбинаторной зависимостью общий напор РОД гидроагрегаты срабатывается на радиально-осевой лопастной ступени и на диагональной, обеспечивая при этом, путем изменения соотношений срабатываемых напоров и мощностей на каждой ступени по комбинаторной зависимости, минимума потерь суммарно срабатываемого напора.

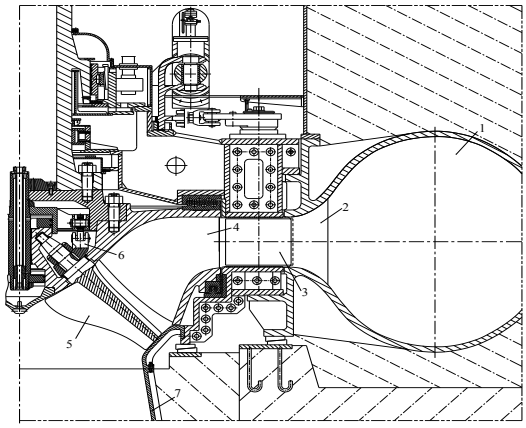


Рис. 1 – Высоконапорный радиально-диагональный гидроагрегат: 1 – спиральная камера; 2- статор; 3- направляющий аппарат; 4 – радиально-осевое рабочее колесо; 5- диагональное рабочее колесо; 6- механизм поворота лопастей диагонального рабочего колеса

Рис. 2 – Общий вид исследуемой проточной части РОД гідроагрегата

Применение гидроагрегата оснащенных рабочим колесом с двухрядной лопастной системой с поворотными

лопастями второго ряда, и содержащих дополнительный направляющий аппарат, расположенный между двумя лопастными системами рабочего колеса, позволяет расширить диапазоны эксплуатации высоконапорных гидротурбин по напорам и расходам (мощности), повысить надежность, энергокавитационные показатели, снизить уровень нестационарности потока, уменьшить циркуляционные и другие виды потерь на режимах работы отличных от оптимального, и обеспечить более высокую пропускную способность гидротурбин.

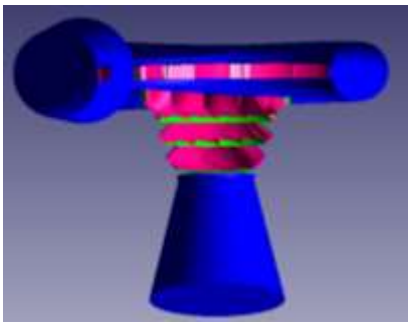


Рис. 3 - Трехмерная модель РОД400 гидроагрегата

Геометрия расчетной области проточной части РОД гидроагрегата была выполнена в SolidWorks (рис. 2) и импортирована с помощью интерфейса в программу в виде трехмерной модели проточной части (рис. 3).

Выбор математической модели. Расчет течения жидкости в современных программных продуктах выполняется путем численного решения системы уравнений, описывающих наиболее общий случай движения жидкой среды. Таковыми являются уравнения Навье – Стокса (1) и неразрывности (2):

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho u_i)+\frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_i u_j)=-\frac{\partial p}{\partial x_i}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\right]+f_i, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j)=0. \quad (2)$$

Здесь использована сокращенная запись уравнений, $i, j = 1 \ldots 3$, предполагается суммирование по одинаковым индексам, x_1, x_2, x_3 – оси координат, t – время. Член f_i выражает действие массовых сил.

В этой системе из 4 уравнений независимыми искомыми параметрами являются 3 компоненты скорости u_1, u_2, u_3 и давление p. Плотность ρ жидкости, а также газа при скоростях до 0.3 числа Маха, полагается величиной постоянной.

Течения во вращающихся рабочих органах гидромашин рассматриваются в относительной системе отсчета, при этом член f_i в правой части уравнений (1) выражает действие центробежных и кориолисовых сил:

$$\vec{f}_i=-\rho\left(2\vec{\omega}\times\vec{u}+\vec{\omega}\times\left(\vec{\omega}\times\vec{r}\right)\right), \quad (3)$$

где $\vec{\omega}$ – угловая скорость вращения, $\vec{r}$ – радиус-вектор (модуль которого равен расстоянию от данной точки до оси вращения).

В качестве граничных условий принимается условие прилипания на всех твердых стенках (скорость равна нулю), распределение всех составляющих скорости во входном сечении, и равенство нулю первых производных (по направлению течения) составляющих скорости в выходном сечении.

Течения в гидромашинах, как правило, являются турбулентными. Непосредственное моделирование турбулентных течений путем численного решения уравнений Навье – Стокса, записанных для мгновенных скоростей, все еще является крайне затруднительным, а кроме того, интерес представляют, не мгновенные, а осредненные по времени значения скоростей. Таким образом, для анализа турбулентных течений вместо уравнений (1) используют уравнения Рейнольдса (4), уравнения неразрывности и уравнения энергии (5):

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\rho\overline{u_i}\right)+\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho\overline{u_i u_j}\right)+\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho\overline{u_i' u_j'}\right)=-\frac{\partial p}{\partial x_i}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu\left(\frac{\partial\overline{u_i}}{\partial x_j}+\frac{\partial\overline{u_j}}{\partial x_i}\right)\right]+f_i, \quad (4)$$

где $\overline{u_1}$, $\overline{u_2}$, $\overline{u_3}$ – осредненные по времени значения скоростей,

$\overline{u_1'}$, $\overline{u_2'}$, $\overline{u_3'}$ – пульсационные составляющие скоростей.

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{V^2}{2}\right)dt+d'\left(\frac{p}{\rho}+\rho\cdot z+\frac{V^2}{2}\right)=\overline{V}dt\cdot\overline{f}=0 \quad (5)$$

Для замыкания этой системы уравнений применена двухпараметрическая k-ε модель турбулентности. Связь между тензором турбулентных напряжений и осредненными параметрами потока устанавливается на основе модели турбулентной вязкости Буссинеска. Для нашей задачи расчета РОД гидроагрегаты для всех трех расчетных областей (подвод, лопастная система1, промежуточный направляющий аппарат, лопастная система 2, отсасывающая труба) была задана модель расчета с названием «Несжимаемая жидкость» [7].

Результаты расчетного исследования. Расчетные исследования выполнены для пяти открытий н.а. В результате расчетных исследований данной проточной части получены поля скоростей, статического и полного давлений в области подвода первой ступени, н.а. второй ступени, рабочих колес радиально-осевого и диагонального типа. Для каждого из элементов подводящей части первой ступени рассчитаны потери энергии и коэффициенты сопротивлений. Потери энергии находились как разность полных давлений в характерных сечениях элементов проточной части, а коэффициенты сопротивлений в соответствии с теорией подобия определялись по формуле $K_h=\frac{g\cdot h\cdot D^4}{Q^2}$.

На рис. 4-8 представлены распределение скоростей и давлений в меридиональной плоскости и плоскости перпендикулярно оси вращения проточной части высоконапорного гидроагрегата с двухрядной лопастной системой.

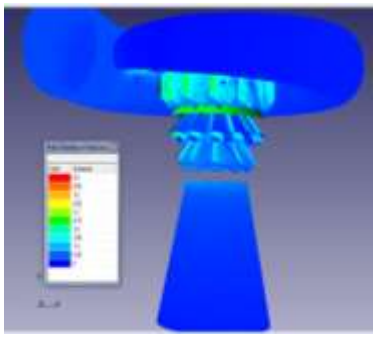


Рис. 4 - Распределение скорости в меридиональной плоскости РОД400

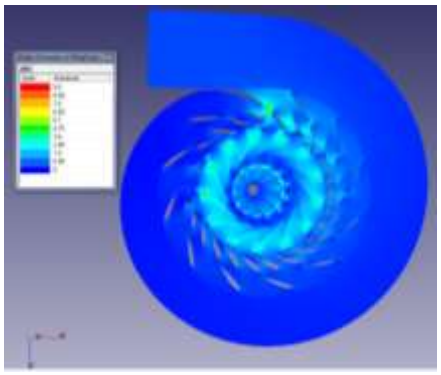


Рис. 5 - Распределение скорости в подводящих элементах гидроагрегаты

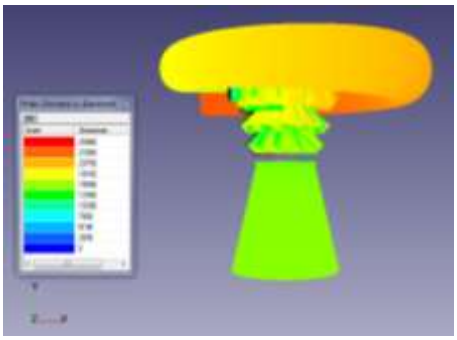


Рис.6 - Распределение статического давления в меридиональной плоскости гидроагрегаты РОД400

Потери энергии в подводящих элементах проточной части первой ступени гидроагрегата были определены с помощью комплексов программ ЦКТИ, FlowVision и CFX-TASCflow. Потери энергии в решетке н.а. полученные при помощи двухмерного метода расчета течения жидкости находились как сумма потерь энергии различных категорий потерь (профильных, ударных, кромочных и концевых).

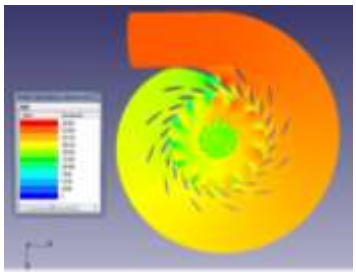


Рис. 7 - Распределение статического давления в подводящих элементах гидроагрегаты

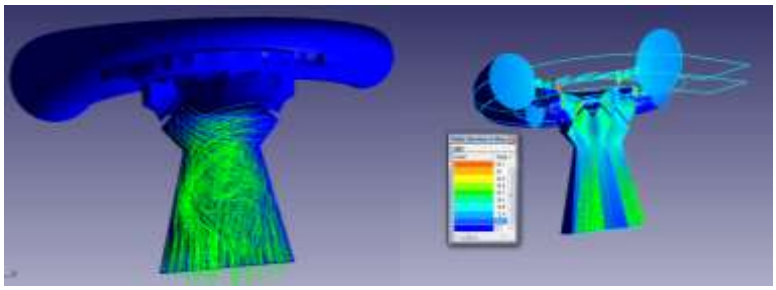


Рис. 8 - Линии тока за рабочим колесом в проточной части РОД400

На рис. 9 представлены графики изменений коэффициентов сопротивлений подводящей части первого лопастного ряда от относительного открытия н.а. $a_{отн}=a_0/D_0$ рассчитанных при помощи двумерных и трехмерных методов расчета [8].

На рис. 9 представлены графики изменений коэффициентов сопротивлений в подводе от относительного открытия $a_{отн}=a_0/D_0$ рассчитанных при помощи двумерных и трехмерных методов расчета.

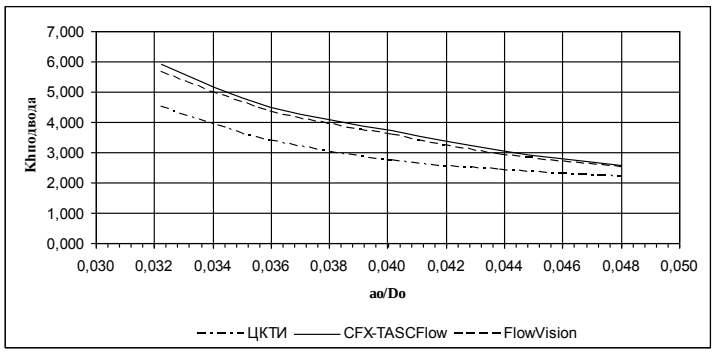


Рис. 9 – Сравнение расчетных значений коэффициентов сопротивлений н.а. первой ступени гидроагрегаты

Коэффициенты сопротивлений подвода, рассчитанные по двухмерному методу, меньше коэффициентов сопротивлений полученных по программам CFX-TASCflow и FlowVision и эта разница уменьшается с увеличением открытия н.а. от 1.5 на малых открытиях до 0.4 на оптимальном.

Вывод. Проведено численное исследование течения жидкости в проточной части гидроагрегаты, в ходе, которого получены гидродинамические характеристики потока с использованием программного комплекса FlowVision, в основу которого положены фундаментальные законы гидродинамики: уравнение закона сохранения массы, уравнение движения жидкости, что вместе с корректным назначением начальных и граничных условий обеспечивает обоснованность результатов численного исследования.

Выполненные расчетные исследования течения жидкости и коэффициентов сопротивлений в элементах проточной части РОД гидроагрегата с помощью комплекса программы FlowVision позволили получить информацию о структуре потока и уточнить коэффициенты сопротивлений отдельных элементов проточной части данной гидроагрегаты.

Целесообразным является дальнейший расчет по исследованию пространственного потока в проточной части гидроагрегата и взаимного влияние ее элементов.

Список литературы: 1. *Ruprecht A.* Unsteady Flow Simulation in Hydraulic Machinery // Task Quarterly – 2002. – Vol. 6, No 1. – P. 187-208. **2.** *Косторной С. Д.* Математическое моделирование течения жидкости в лопастных гидромашинах с целью определения их гидродинамических характеристик для анализа и проектирования: Автореф. дисс. док. техн. наук. – Харьков: ХПИ, 1992. – 35с. **3.** *Солодов В. Г.* Теоретичні основи математичного моделювання аеродинамічної взаємодії турбінного

ступеня з підвідними та відвідними пристроями проточної частини / Автореф. дис... док. техн. наук. – Харків: ХДАДТУ, 1995. – 38с. **4.** *Аксенов А. А., Гудзовский А. В.* Программный комплекс FlowVision для решения задач аэродинамики и тепломассопереноса методами численного моделирования // Третий съезд Ассоциации инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике (АВОК), 22-25 сент. 1993, Москва, Сб. докладов, С. 114-119. **5.** *Барашков, С.* FlowVision —Современный инженерный инструмент в исследовании газодинамических характеристик компрессоров (часть 1) [Текст] / *Барашков С., Шмелев В. В.*// САПР и графика.– Москва, 2004, №12. – С. 44–48. **6.** *Потетенко О. В., Дранковский В. Э., Ковалев С. М.*. Тенденции продвижения горизонтальных прямоточных и вертикальных радиально-осевых гидроагрегат на высокие напоры с широким диапазонам эксплуатации. // Вестник СумГУ – Сумы, 2010. №3, – С.125-135. **7.** *Кочевский А. Н.* Расчет внутренних течений в каналах с помощью программного продукта FlowVision / А. Н. Кочевский // Вестник Сумского университета. – Сумы, 2004. – 2(61). – С. 25–36. **8.** *Сухоребрый П. Н., Барлит В. В., Дранковский В. Э., Рао В. С., Харвани Л. К.* Характеристики пространственного турбулентного потока и потери энергии в элементах проточной части гидроагрегаты РО500.// Пробл. машиностроения. 2004. – т.7, № 3, – С.13-20.

Надійшла до редколегії 15.05.2013

УДК 621.224

Численное исследование пространственного течения в проточной части высоконапорного гидроагрегата / Потетенко О. В., Дранковский В. Э., Вахрушева О. С , Цехмистро Л. М. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.198-203 . – Бібліогр.: 8 назв.

Надані результати розрахункового дослідження просторового потоку рідини в проточній частині радіально-діагональної гідротурбіни, виконаного за допомогою програмного комплексу FlowVision.

Ключові слова: гідроагрегат, проточна частина, направляючий апарат, дворядна лопатева система

The results of calculated studies of the 3D flow of the fluid in the flow of hydraulic radial-diagonal, with use of the complex FlowVision.

Keywords: hydropower unit, water passage, guide vane, blade-row system

УДК 621.311.25:556.55

Н. В. БЕЙНЕР, аспирант, СНУЯЭиП, Севастополь;
П. С. БЕЙНЕР, аспирант, СНУЯЭиП, Севастополь

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ПРУДЕ – ОХЛАДИТЕЛЕ ЗАПОРОЖСКОЙ АЭС

В работе проанализированы гидравлические процессы, возникающие при выпуске подогретой воды в пруд-охладитель ЗАЭС. Представлены результаты расчета температурной стратификации в водоеме.

Ключевые слова: АЭС, водоем-охладитель, гидротермический режим, температурная стратификация.

Введение. Охлаждающая способность гидроохладителей оказывает непосредственное влияние на вакуум в конденсаторах турбин и, следовательно, на уровень эффективности работы энергоблоков АЭС [1]. В связи с ограниченностью запасов пресной воды и для разумного ее использования на крупных АЭС применяют только системы оборотного водоснабжения с охлаждением воды в прудах-охладителях, как например, на Запорожской АЭС (ЗАЭС). Водоем-охладитель является регулятором поверхностного стока и обеспечивает оборотное

© Н. В. БЕЙНЕР, П. С. БЕЙНЕР, 2013

водоснабжение ЗАЭС при минимальной ежегодной подпитке со сбросного канала ТЭС.

Термический режим водоема значительно изменяется при тепловых воздействиях, источниками которых выступают АЭС, осуществляющие сброс нагретых вод в водоем. При появлении воздействия атомных электростанций водохранилища начинают выступать в качестве водоемов-охладителей.

В этом случае появляется ряд проблем, которые могут быть связаны с распределением тепла в толще водоема, экологическим равновесием сложившихся экосистем, с водозабором. Одна из проблем водозабора связана с тем, что температура воды оказывает влияние на работоспособность, производительность, а также срок службы оборудования и не должна превышать 33 ^{0}С на входе в блочные насосные станции (БНС).

При выпуске теплой воды на поверхность водохранилища может возникнуть устойчивая разница температур воды в верхних и нижних слоях, и произойти расслоение потоков, имеющих различную плотность. В этом случае возникают верхнее теплое и глубинное холодное течения, которые могут быть разнонаправленными [2].

Постановка задачи. Знание особенностей формирования стратифицированных течений позволяет целенаправленно подойти к их регулированию и в итоге к регулированию температурного, химического и биологического режимов. Для выполнения прогнозирования гидротермических процессов в пруде-охладителе ЗАЭС необходимо составить математическую модель, которая адекватно отражала бы динамические связи между входными и выходными переменными объекта. Для этого необходимо проанализированы гидравлические процессы, возникающие при выпуске подогретой воды в водоем.

Для адекватной оценки термического режима водоема-охладителя следует осуществлять измерение температуры в контрольных точках на разных глубинах. Для получения достоверных данных необходимо использовать современную измерительную технику.

Цель работы: рассчитать параметр температурной стратификации для пруда-охладителя ЗАЭС, а также разработать структурную схему информационно-измерительной системы (ИИС) мониторинга температурного режима водоема с учетом стратифицированных течений.

Формирование температурной стратификации в пруде-охладителе Запорожской АЭС. При выпуске подогретой циркуляционной воды АЭС в водоемы-охладители возникают сложные пространственные течения с образованием компактных струй и водоворотных областей. Как правило, в нижних слоях водоема-охладителя возникает движение охлажденной воды в сторону водовыпускного сооружения, вблизи которого происходит ее перемешивание с выпускаемой водой. Интенсивность этого перемешивания существенно зависит от гидравлических условий на водовыпуске АЭС [3]. Рассмотрим формирование стратифицированных течений в пруде-охладителе ЗАЭС при выпуске подогретой воды открытым каналом (рис. 1).

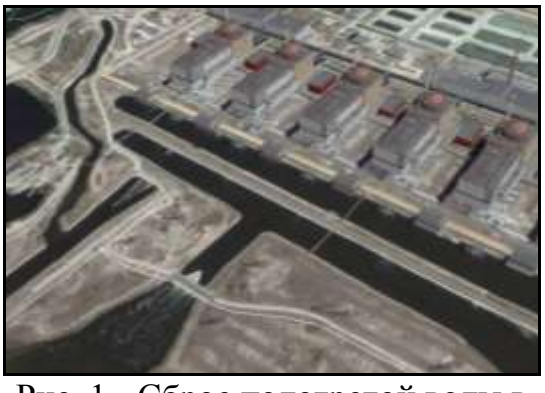


Рис. 1 - Сброс подогретой воды в пруд-охладитель ЗАЭС

Подогретая вода из открытого сбросного канала попадает в пруд-охладитель через сопрягающие сооружения, которые предназначены для гашения энергии воды на сливе, возникающей за счет разного уровня воды. Тип конструкции данного сооружения представляет собой трехступенчатый перепад с полигональным водосливом в виде тонкой стенки. [4].

Схема формирования стратифицированных течений при попадании подогретой воды в пруд- охладитель представлена на рис. 2.

Выпуск воды осуществляется с большими скоростями. За счет разного уровня высот в сбросном канале и пруде-охладителе осуществляется падение воды, вследствие чего происходит интенсивное перемешивание сбрасываемой воды с массами воды водоема. Теплая струя распространяется в верхнем слое и расширяется под небольшим углом. По бокам струи образуются водоворотные области. Регулирование стратифицированных течений осуществляется при помощи струераспределительных дамб, которые расположены на дне водоема.

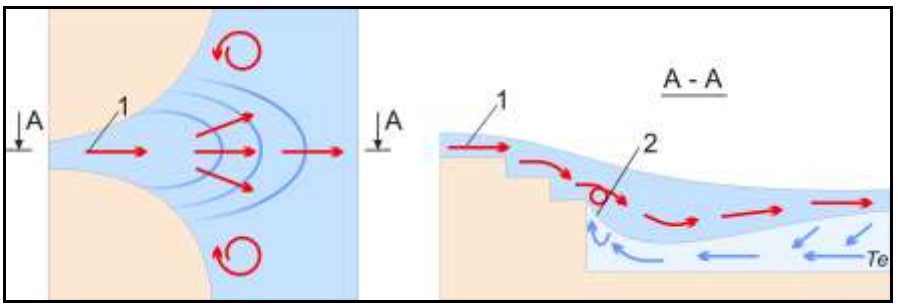


Рис. 2 - Гидравлические процессы при выпуске подогретой воды в пруд-охладитель ЗАЭС 1 – Подогретая вода со сбросного канала; 2 – поверхность раздела

Степень вертикальной температурной стратификации в водоеме-охладителе оценивается параметром стратификации:

$$P = \frac{h_1}{H} = \left(\frac{f_i Q^2 \eta'^3 L}{4\beta \Delta T g H^4 B^2} \right)^{1/4}, \qquad (1)$$

где h_1 – толщина верхнего слоя при штиле; L, B, H – длина, ширина и средняя глубина водоема-охладителя соответственно; f_i – коэффициент трения на поверхности раздела слоев, принимаемый равным 0,01; Q – циркуляционный расход; η' – коэффициент разбавления на водовыпуске; β – коэффициент температурного расширения воды, принимаемый равным $3{,}02 \cdot 10^{-4}$ $(^0\text{C})^{-1}$; ΔT – температурный перепад водоема-охладителя, принимаемый равным температурному перепаду на конденсаторах турбин; g – ускорение свободного падения.

Формирование гидротермического режима в водоеме-охладителе в большей части зависит от процессов, возникающих в ближней зоне у водовыпуска [5]. Охлаждение воды в этой зоне происходит главным образом за счет турбулентного перемешивания сбрасываемой подогретой воды с более холодной водой водоема-охладителя, т.е. имеет место вовлечение дополнительного расхода холодной воды в струю теплой.

В водоем с температурой водой T_e сбрасывается нагретая вода с расходом Q_0 и температурой T_0. В результате процесса перемешивания присоединяется вода с расходом $Q_{пр}$ и температурой T_e. Таким образом, в конце зоны перемешивания образуется поток с расходом $Q_0 + Q_{пр}$ и с температурой смешанной воды $T_{см}$, т.е.

$$Q_0 T_0 + Q_{пр} T_e = (Q_0 + Q_{пр})$$

или

$$\frac{T_0 - T_{см}}{T_{см} - T_e} = \frac{Q_{пр}}{Q_0}, \quad (2)$$

где $Q_{пр} / Q_0 = \eta$ – коэффициент разбавления;

$\frac{T_0 - T_{см}}{T_{см} - T_e} = s$ – коэффициент перемешивания.

Физический смысл величины разбавления η заключается в том, что она является массовой характеристикой процесса перемешивания.

Коэффициент разбавления η в формуле (1) определяется следующим образом:

$$\eta = \begin{cases} 1 \ при \ Fr' < 1; \\ 1{,}2Fr' - 0{,}2 \ при \ Fr' \geq 1, \end{cases} \quad (3)$$

где Fr' – плотностное число Фруда, рассчитываемое по формуле

$$Fr' = \frac{v_0}{\sqrt{g \frac{\Delta p_0 h_0}{p_e}}}, \quad (4)$$

где v_0 – средняя скорость воды на водовыпуске;

p_0 и p_e – плотность воды в сечении водовыпуска и в пруде-охладителе соответственно;

h_0 – глубина водовыпускного канала в месте его сопряжения с водоемом-охладителем.

При выпуске подогретой циркуляционной воды в водоем-охладитель открытым каналом могут установиться два различных гидротермических режима.

Первый режим характеризуется тем, что в канал внедряется охлажденная вода нижнего слоя, приобретая форму клина. Благодаря образованию поверхности раздела между слоями, гасящей турбулентные возмущения, удается существенно уменьшить перемешивание подогретой воды с водой нижнего слоя.

При втором режиме внедрение холодной воды в канал не происходит. Сбрасываемая подогретая вода интенсивно перемешивается с окружающей водой на участке акватории водоема-охладителя у водовыпуска.

Критическое значение плотностного числа Фруда, при котором в канал еще не внедряется холодная вода, равно 0,8. Первый режим возникает при $Fr' < 0{,}8$, второй – при $Fr' > 0{,}8$ [3]. Так как на рассматриваемом объекте не происходит внедрение холодной воды в сбросной канал (за счет разного проектного уровня), устанавливается второй гидротермический режим.

При расчете параметра температурной стратификации по формуле (1) для значения циркуляционного расхода была выбрана максимальная пропускная способность сопрягающего сооружения Q =110 м³/с при уровне воды 19,2 м по Балтийской системе отсчета [4]. Таким образом, в результате расчета абсолютное значение параметра P составило 0,015 (с учетом двух сопрягающих сооружений), что относит водоем к глубоководному, вертикально стратифицированному.

Структурная схема ИИС. При увеличении температуры воды ее плотность уменьшается. Передача тепла в водную толщу за счет молекулярной диффузии и теплопроводности весьма слаба. Поэтому при прогреве верхних слоев воды возникает температурная стратификация: температура воды на поверхности

оказывается выше, чем в глубинных слоях, и эта разница достигает иногда 10ºС и более. При выпуске теплой воды на поверхность водоема может возникнуть устойчивая разница температур воды в верхних и нижних слоях, и произойти расслоение потоков, имеющих различную плотность [6, 7].

Как было выявлено ранее, пруд-охладитель ЗАЭС относится к глубоководному водоему (абсолютное значение параметра температурной стратификации P = 0,015; максимальная глубина – 13,5 м). Таким образом, для данного водоема характерна устойчивая температурная стратификация потока в теплое время года. Таким образом, целесообразно осуществлять измерение температуры воды на разных глубинах (рис. 3).

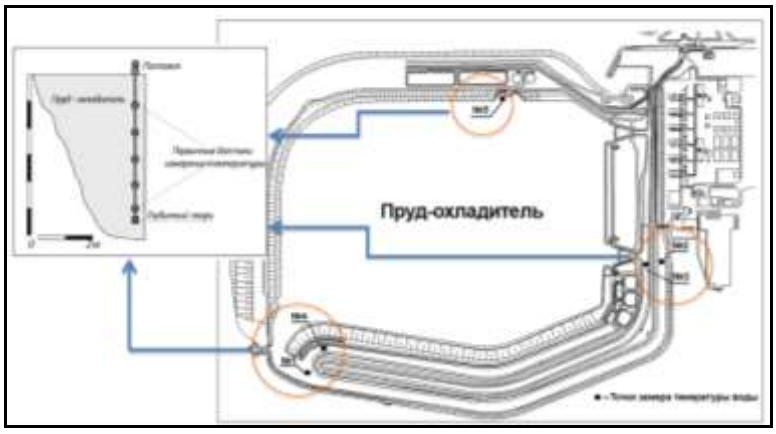


Рис. 3 - Местоположение контрольных точек замера температуры в пруде-охладителе ЗАЭС с учетом стратификации

На данный момент Запорожская АЭС не использует автоматизированной системы для мониторинга термического режима пруда-охладителя. Однако внедрение ИИС позволит решить ряд задач, связанных с автоматическим сбором и обработкой большого количества данных, точностью и т.д. [8]. Структурная схема разрабатываемой ИИС показана на рис. 4.

В пяти контрольных точках необходимо установить устройства сбора и измерения информации (датчики температур, преобразующие физические величины в электрические сигналы) на различных глубинах (рис. 3). Устройство обработки информации предназначено для выполнения математической обработки измерительной информации по заданному алгоритму.

Сюда же входит устройство запоминания для хранения данных.

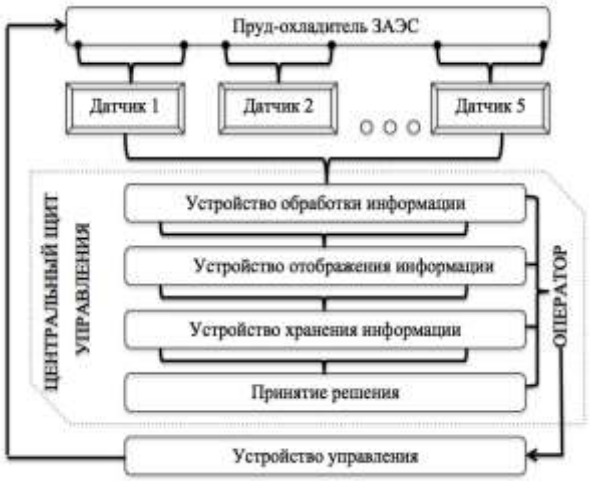


Рис. 4 - Структурная схема ИИС мониторинга температурного режима пруда-охладителя с учетом стратификации

Устройство отображения информации, необходимое для предоставления полученных данных оператору, может состоять из декодирующих, регистрирующих и показывающих устройств. Далее необходимо принять решения и, при необходимости, воздействовать на объект. Устройство управления предназначено для организации взаимодействия всех остальных устройств.

Выводы. Проанализированы гидравлические процессы при выпуске подогретой воды в пруд-охладитель, которые оказывают существенное влияние на гидротермический режим водоема в целом. Произведен расчет параметра

температурной стратификации для пруда-охладителя Запорожской АЭС, в результате чего можно сделать вывод, что рассматриваемый объект представляет собой четко выраженный стратифицированный глубоководный водоем с поверхностным слоем. Знание особенностей формирования стратифицированных течений в пруде-охладителе позволит разработать адекватную математическую модель гидротермических процессов, необходимую для прогнозирования температурного режима водоема.

Приведена структурная схема информационно-измерительной системы, предназначенная для автоматизированного мониторинга температурного режима водоема с учетом стратификации. Задача, решаемая ИИС, позволяет не расчленять параметры объекта измерения с целью выделить и воспринять их по отдельности, а объединить данные обо всех главных параметрах объекта и создать тем самым достаточно полное, совокупное его описание. Таким образом, разрабатываемая ИИС позволит:

−осуществлять одновременное измерение температуры объекта в контрольных точках на разных глубинах;

−своевременно передавать данные на Центральный щит управления для их последующей обработки, хранения и принятия решений.

Список литературы: **1.** *Саяпин П.Г.* Указания по нормированию показателей работы гидроохладителей в энергетике / П.Г. Саяпин, Э.И. Яковенко – Волгоград: Южтехэнерго, 1980. – 37 с. **2.** *Дрижюс, М.-Р.* Гидротермический режим водохранилищ-охладителей [Текст] / М.-Р. Дрижюс // Вильнюс: Москлас. – 1985. – 166 с. **3.** *Соколов А.С.* Методические указания по технологическим расчетам водоемов-охладителей / А.С. Соколов, И.И. Макаров, В.И. Кравец, З.Р. Филипова – «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева». Санкт-Петербург, 2004. – 54 с. **4.** *Инструкция* по эксплуатации линейных гидротехнических сооружений 00.гц.vc.иэ.10-12 – Энергодар: ОП ЗАЭС, 2012. – 22 с. **5.** *Макаров И.И.* Моделирование гидротермических процессов водоемов-охладителей ТЭС и АЭС / И.И. Макаров, А.С. Соколов, В.С. Шульман. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 174 с. **6.** *Бейнер Н.В.* Разработка структурной схемы ИИС мониторинга температуры воды в водоеме охладителе с учетом температурной стратификации / Н.В. Бейнер, П.С. Бейнер // «Технические науки – основа современной инновационной системы» материалы II Международной науч.-практ. конф., Йошкар-Ола, 25 марта 2013г, – Йошкар-Ола: Коллоквиум, 2013г. С. 70-73. **7.** *Бейнер П.С.* Модернизация информационно-измерительной системы мониторинга температурного режима пруда охладителя ЗАЭС с применением вероятностного микроконтроллера / П.С. Бейнер, Н.В. Бейнер // Информационные процессы и технологии «Информатика – 2013»: материалы VI Международной науч. практ. конф. молодых ученых и студентов, Севастополь, 22-26 апреля 2013г. – Севастополь, СевНТУ. С. 172-174. **8.** *Цапенко М.Н.* Измерительные информационные системы. Учеб. пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

Надійшла до редколегії 20.05.2013

УДК 621.311.25:556.55

Анализ особенностей формирования гидротермического режима в пруде – охладителе Запорожской АЭС/ Н. В. Бейнер, П. С. Бейнер // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.203-208 . – Бібліогр.: 8 назв.

У роботі проаналізовані гідравлічні процеси, які виникають під час випуску підігрітої води у ставок-охолоджувач ЗАЕС. Наведені результати розрахунку температурної стратифікації у водоймищі.

Ключові слова: АЕС, водоймище-охолоджувач, гідротермічний режим, температурна стратифікація.

The hydraulic processes occurring with the discharge of heated water into the ZNPP cooling pond are analyzed. The evaluation results of temperature stratification in the pond are produced.

Keywords: NPP, cooling pond, hydrothermal conditions, temperature stratification.

ЗМІСТ

Калін М. А., Емдін А. О. Спосіб зварювання чавуну 3

Попов С. Н. Численное моделирование влияния технологических параметров контактной сварки на прочность соединения 7

Рындяев В. И. Кинематико - силовой анализ адаптивного привода конвейера 12

Медведев В. С., Шпаков В. А., Базарова Е. В. Аналитическое определение геометрических параметров очага деформации при прокатке фланцевых профилей. Сообщение 2. 15

Хлобистова О. А., Гладка М. В. Вибір методу захисту інформації в системах документообігу 20

Самисько Т. А. Основні етапи розвитку наукової думки з прогнозування параметрів мережі автомобільних доріг 25

Павленко Е. П., Криворотенко И. А., Айвазов В. А. Разработка модуля защиты информационной системы полиграфического предприятия 30

Высоцкая Е. В. , Порван А. П., Жуков В. И., Моисеенко А. С. , Фам Тхи Хуэн Чанг Метод определения степени тяжести аденокарциномы желудка 34

Костюченко Л. В. Особливості розвитку транспортного обслуговування в умовах глобалізації 38

Новоселов С. П., Дудченко С. С. Исследование методов динамического наблюдения за объектом на охраняемой территории с помощью распределенной системы видеонаблюдения 44

Шевченко О. Л. Онтологическая модель представления знаний для семантического аннотирования профиля процесса 48

Муниб М. Б. Использование нейронной сети обратного распространения ошибки для построения нейроконтроллеров 53

Наумейко И. В., Альрефаи Валид Ахмед , Аль-Азави Рази Джабур. Анализ псевдо-хаотического поведения кейнсианских моделей экономики 59

Саенко В. И. , Коленцева Т. А. Метод оценивания оптимальности проектирования информационного сервиса 65

Шипулін В. Д., Білоконєва О. В. ГІС-підтримка управління орендою нерухомого майна 72

Тришина И. В., Бельчева А. В., Вовк А. В. Исследование технологии переиздания на примере дореволюционных книг 78

Сокольський О. Л., Романченко М. А., Коваленко К. Г. Дослідження ефекту розбухання при екструзійному формуванні полімерних профілів 84

Сівецький В. І., Сокольський О. Л., Кушнір М. С., Рослов О.В. Моделювання гідродинаміки та гомогенізації полімерних композицій в динамічному змішувачі екструдера 88

Сокольський О. Л., Слісаренко І. В. Підвищення рівнотовщинності термоформованих полімерних виробів 92

Русанов М. Г., Красногорська В. В., Почтар Н. В.Теоретичні аспекти практичних занять із вивчення впливу забруднення повітря на працездатність людини 97

Юрченко Г. О., Бутенко А. М., Лавренко А. О., Блінков М. А. Дослідження кінетичних параметрів процесу вилучення нікол (II) гідроксиду буферним розчином амоніаку й амоній хлориду 105

Мельник А. П., Дегтярев Д. А., Малик С. Г. Оценка адсорбционных свойств амидированного льняного масла в растворах соляной кислоты 109

Лабжинський В. А. Розробка мультиагентної системи обробки даних для забезпечення екологічного моніторингу 113

Пристайлов С. О., Власюк С.А. Исследование влияния условий и факторов процесса сушки ПЭТФ-гранулята 124

Червинский В. П., Василенко В. В., Голубенко В. П. К вопросу применения электробуров при бурении нефтегазовых скважин 129

Маланяк Д. В., Нестеренко Т. М., Червоний І. Ф. Особливості гідрометалургійної переробки мідьвмісної сировини 135

Шурчкова Ю. А., Дубовкина И. А. Исследование влияния метода дискретно-импульсного ввода энергии на свойства воды 140

Слободнюк Р. Е., Прасол Д. Ю. Моделювання технології десертної продукції, виготовленої з використанням оклейстеризованого механічно зруйнованого крохмалю, на основі методу системного аналізу 145

Казаков Д. Д., Якуба О. Р., Сабадаш С. М. Вплив вхідних параметрів на процес сушіння молока 150

Толстохатько В. А., Евсюков М. С. Моделювання розвитку території міста з використанням космічних знімків 155

Святуха А. А., Плахотникова И. Б. Особенности тепловой сборки деталей неподвижных соединений подшипниковых узлов скольжения 160

Севостьянов И. В. Методика расчета параметров гидроимпульсной установки для потокового виброударного фильтрования дисперсных пищевых отходов 164

Толстохатько В. А., Поморцева О. Є., Тарнопільска Н. П. Прогнозування стану лісів з використанням космічних знімків і засобів ГІС 175

Грабовський О. В., Волков С. Л., Скопа О. О. Регуляризація визначення показників якості функціонування ІВС з врахуванням нечіткості інформації 169

Гринь О. М., Бредихін В. М., Червоний І. Ф., Маняк М. О. Розвиток технологій алюмінію з вторинної сировини 180

Полоусова Н. В. Использование паралингвистических средств в корпоративной интернет-коммуникации (на примере постов англоязычных корпоративных блогов) 185

Кузнєцова І. В. Вивчення умов екстракції при отриманні концентрату із листків стевії (*stevia rebaudiana bertroni*) сушеної 189

Филоненко Д. В., Шестопалов А. В. Анализ направлений усовершенствования реактора-смесителя отделения дистилляции содового производства 194

Потетенко О. В., Дранковский В. Э., Вахрушева О. С , Цехмистро Л. М. Численное исследование пространственного течения в проточной части высоконапорного гидроагрегата 198

Бейнер Н. В., Бейнер П. С. Анализ особенностей формирования гидротермического режима в пруде – охладителе Запорожской АЭС 203

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"

Збірник наукових праць
Серія:
Нові рішення в сучасних технологіях
№26(999)

Науковий редактор чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф. Є. І. Сокол
Технічний редактор Т.Л. Коворотний
Відповідальний за випуск: к. т. н. І. Б. Обухова

АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ: 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21, НТУ «ХПІ».
Рада молодих учених і спеціалістів РМУС, тел. (057)707-60-40, e-mail: kovotima@gmail.com

Обл.-вид. №22-13

Підп. до друку «31» травня 2013р. Формат 60x84/16. Надруковано на різографі Gestetner 6123CP. Ум.-друк. арк. 9,4. Облік.вид.арк. 10,0.
Наклад 300 прим. Зам. № 50. Ціна договірна

Видавничий центр НТУ «ХПІ». Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта видавничої справи ДК №3657 від 24.12.2009
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня "Технологічний Центр"
Свідоцтво про державну реєстрацію №1 480 120 0000 021055 від 02.04.2002
Адреса: 61145, м. Харків, вул. Шатилова дача,4