

ВЕСТНИК
НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА "ХПИ"

ISSN 2079-5459

Сборник научных трудов

9'2011

**Тематический выпуск "Новые решения в
современных технологиях "**

Издание основано Национальным техническим университетом «ХПИ» в 2001 году

Госиздание

Свидетельство Госкомитета по информационной политике

Украины КВ №5256 от 02.07.2001 г

КООРДИНАЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель

Л.Л.Товажнянский, д-р техн.наук, проф.

Секретарь

К.А. Горбунов, канд. техн.наук, доц.

Координационный совет

А.П. Марченко, д-р техн. наук, проф.

Е.И. Сокол, д-р техн. наук, проф.

Е.Е. Александров, д-р техн. наук, проф.

Л.М. Бесов, д-р техн. наук, проф.

Б.Т. Бойко, д-р техн. наук, проф.

Ф. Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф.

М.Д. Годлевский, д-р техн. наук, проф.

А.И. Грабченко, д-р техн. наук, проф.

В. Г. Данько, д-р техн. наук, проф.

В.Д. Дмитриенко, д-р техн. наук, проф.

И.Ф. Домнин, д-р техн. наук, проф.

Ю.И. Зайцев, канд. техн. наук, проф.

В.В. Епифанов, канд. техн. наук, проф.

О.П. Качанов, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.

С. И. Кондрашов, д-р техн. наук, проф.

В.М. Кошельник, д-р техн. наук, проф.

В.И. Кравченко, д-р техн. наук, проф.

Г.В. Лисачук, д-р техн. наук, проф.

В.С. Лупиков, д-р техн. наук, проф.

О.К. Морачковский, д-р техн. наук, проф.

В.И. Николаенко, канд. ист. наук, проф.

П.Г. Перерва, д-р экон. наук, проф.

В.А. Пуляев, д-р техн. наук, проф.

М.И. Рыщенко, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.

Г.М. Сучков, д-р техн. наук, проф.

Ю.В. Тимофеев, д-р техн. наук, проф.

Н.А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ответственный редактор

Е.И. Сокол, д-р техн. наук, проф.

Ответственный секретарь

А.В. Ивахненко, ст. преп.

Г.И. Львов, д-р техн.наук, проф.

А.С. Куценко, д-р техн. наук, проф.

И.В. Кононенко, д-р техн. наук, проф.

Л.Г. Раскин, д-р техн. наук, проф.

В.Я. Заруба, д-р техн. наук, проф.

В.Я. Терзиян, д-р техн. наук, проф.

М.Д. Узунян, д-р техн. наук, проф.

Л.Л. Брагина, д-р техн. наук, проф.

В.И. Шустиков, д-р техн. наук, проф.

В.И. Тошинский, д-р техн. наук, проф.

Р.Д. Сытник, д-р техн. наук, проф.

В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.

Б.В. Клименко, д-р техн. наук, проф.

Г.Г. Жемеров, д-р техн. наук, проф.

В.Т. Долбня, д-р техн. наук, проф.

Н.Н. Александров, д-р техн. наук, проф.

П.Г. Перерва, д-р экон. наук, проф.

Н.И. Погорелов, канд. экон. наук, проф.

АДРЕС РЕДКОЛЛЕГИИ

61002, Харьков, ул. Фрунзе. 21 НТУ
«ХПИ», СМУС Тел. (057) 707-60-40

Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях.- Харків: НТУ „ХПІ» -2011. - №9. - 152с.

В сборнике представлены теоретические и практические результаты научных исследований и разработок, которые выполнены преподавателями высшей школы, аспирантами, научными сотрудниками, специалистами различных организаций и предприятий.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, специалистов

У збірнику представлені теоретичні та практичні результати наукових досліджень та розробок, що виконані викладачами вищої школи, аспірантами, науковими співробітниками, спеціалістами різних організацій та підприємств.

Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів, спеціалістів

Друкується за рішенням Вченої ради НТУ „ХПІ", Протокол №4 від 08.04.2011

Національний технічний університет „ХПІ" 2011

УДК 664.3:547

А.П. МЕЛЬНИК, докт. техн. наук, проф., НТУ “ХПІ”

О.М. ГЕТМАНЦЕВ, асп., НТУ “ХПІ”

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕАКЦІЇ ОДЕРЖАННЯ АМІНОМОДИФІКОВАНОГО ВОСКУ

Визначено характеристики бджолиного воску. Досліджено реакцію взаємодії діетаноламіну з бджолиним воском при мольному відношенні реагентів 1:1 і температурах 483, 503 та 523 К впродовж двох годин.

Определены характеристики пчелиного воска. Исследована реакция взаимодействия диетаноламина с пчелиным воском при мольном отношении реагентов 1:1 и температурах 483, 503 и 523 К в течение двух часов.

The features and characteristics of beeswax have been determined. The interaction reaction of beeswax with diethanolamine at molar ratio of reagents as 1:1 at the temperature points 483, 503 and 513K during two hours has been investigated.

При видобуванні олій та жирів до них потрапляють різні супутні речовини, зокрема воски, концентрація яких в рослинних оліях досягає 3 – 4 %, а в жирах наземних тварин їх кількість менша [1].

Згідно існуючих технологій переробки оліє-жирової сировини воски виділяють вентеризацією чи іншими способами [1, 2]. Одержані продукти, що є сумішшю восків з триацилгліцеринами (ТАГ) є відходами виробництва олій. Характеристики таких восків приведено в табл. 1

Таблиця 1. Характеристики восків

Воск	Концентрація, % мас.		ЧО, мг КОН/г	КЧ, мг КОН/г	Температура топлення, К
	воски	ТАГ			
Після вентеризації [3]	40 - 50	50 - 60	175 - 185	6,0 – 12,0	318 - 331
Після очищення [3]	98 - 99	1 - 2	150 - 165	4,0 – 7,0	340 - 345
Бджолиний [1]	94 – 97	–	91 – 97	7,0-20,0	333 - 369

Такі характеристики восків зумовлюють їх застосування в медицині, косметології машинобудуванні [1, 2] Разом з цим воски можуть бути сировиною для одержання поверхнево-активних речовин, що на сьогодні мало відомо. Тому дослідження перетворення восків в інші речовини є актуальною задачею.

Виходячи з актуальності, метою цього дослідження є вивчення кінетики взаємодії діетаноламіну (ДЕА) з воском. Об’єктом дослідження – реакція амідування діетаноламіном бджолиного воску, як моделі рослинних восків при підвищених температурах.

В дослідженні використано бджолиний віск з наступними характеристиками: вміст води – 0,54 %, молекулярна маса (ММ) – 701,3 г/моль,

ефірне число – 81 мг КОН/г, кислотне число – 10,1 мг КОН/г, температура топлення – 345 К.

Реакцію амідування воску ДЕА досліджено за змінами концентрації аміну в реакторі ідеального змішування, який обладнано обігрівальним елементом, автоматичним підтриманням температури з похибкою $\pm 0,2$ °С, шляхом відбирання зразків реакційних мас через заданий проміжок часу при температурах 483, 503 та 523 К. Поточні концентрації вихідного аміну визначено титруванням зразків реакційних мас 0,1 Н соляною кислотою [4]. Концентрації аміну, який вступив у реакцію перераховано у ступінь його перетворення в амід.

Раніше [5] досліджено амідування воску при температурах до 473 К. При цьому встановлено, що хоча концентрація аміну зменшується з часом реакції, але ступінь його перетворення досягає не більше 70 % мас.

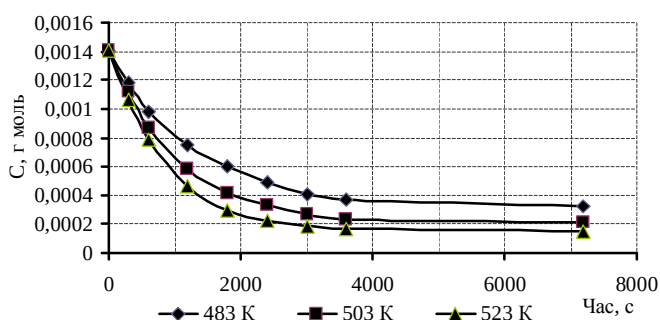


Рис. 1 – Зміни концентрації ДЕА, С в залежності від часу і температури

Вивчення зміни концентрації аміну з часом свідчить про те, що підвищення температури зумовлює суттєве зменшення його концентрації (рис. 1). При цьому перехід від температури 483 К до температури 503 К забезпечує більш швидке зменшення аміну, ніж при переході від температури

503 К до 523 К. Разом з тим, при кожній температурі настає час (≈ 4000 с), після якого концентрація аміну практично не зменшується.

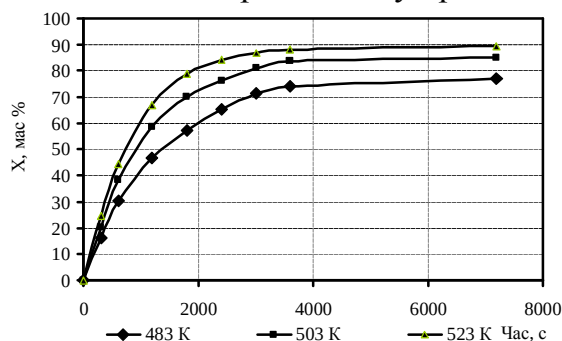


Рис. 2 – Залежності ступеня перетворення (Х, мас %) діетаноламіну в реакції з восками від температури і часу реакції

Ступінь перетворення аміну в амід (рис. 2) плавно зростає впродовж ~ 1 години протікання реакції при всіх досліджених температурах.

Подальше збільшення часу реакції до 2 годин не призводить до суттєвої зміни ступеня перетворення, підвищуючи його всього на 2 – 3 % мас. В той же час збільшення температури на 20 °С зумовлює суттєве збільшення ступеня перетворення. Так, якщо

через 3000 с ступінь перетворення при 483 К досягає ~ 70 % мас., то при температурі 503 К і 523 К ~ 80 % мас. і ~ 87 % мас., відповідно. Максимальний ступінь перетворення досягнуто при температурі 523 К через 7200 с реакції, який складає – 89,5 % мас. Подальше збільшення температури при МВ 1 : 1 зумовлює тільки більш швидке перетворення аміну в амід на початковій стадії реакції та не впливає на максимальний ступінь перетворення впродовж заданого часу [5].

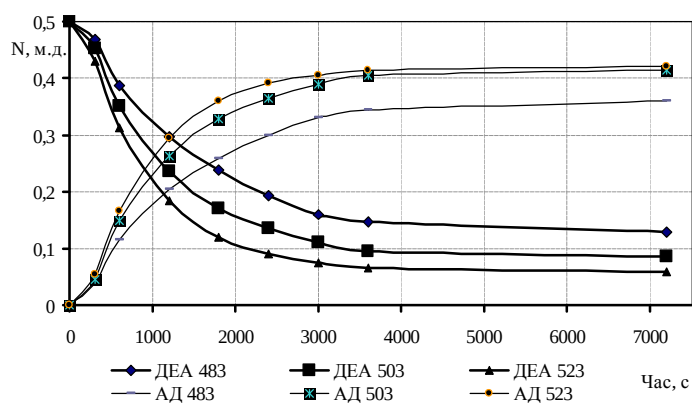


Рис. 3 – Залежність мольної частки ДЕА та аміду від часу протікання реакції

концентрації ДЕА, АД вказує на те, що амін практично витрачається на утворення аміду, так як залежність (рис. 4) характеризується кутом нахилу 45° .

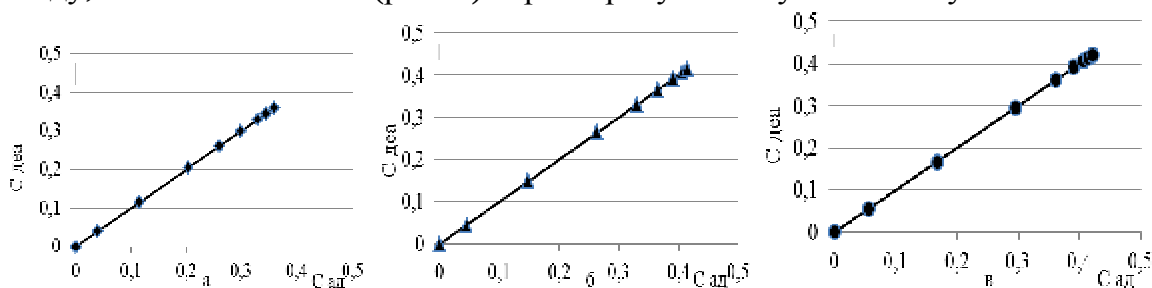
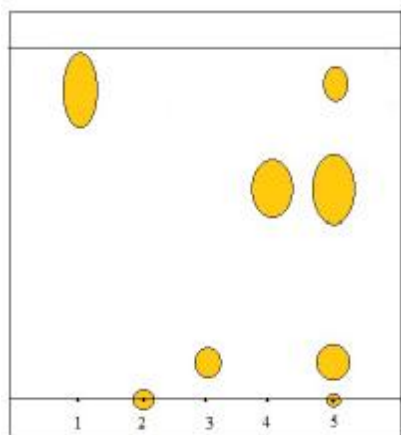


Рис. 4 – Співставлення концентрацій ДЕА і АД при температурі 483 К (а), 503 К (б), 523 К (в)



1 – воск, 2 – ДЕА, 3 – АД, 4 – ВЖС, 5 – реакційна суміш

Рис. 5 – Тонкошарова хроматографія реакційної маси в порівнянні з речовинами-свідками

перевірено згідно [7] відповідність змін концентрації ДЕА кінетичним рівнянням першого і другого порядку (рис 6). Співставлення коефіцієнтів апроксимації R^2 вказує на те, що зникнення діетаноламіну в реакції з воском підпорядковується закономірностям, які характерні для реакції другого порядку, оскільки в цьому випадку величина $R^2 = 0,99$ (рис. 4 б) більша ніж величина $R^2 = 0,93 - 0,97$ (рис. 4 а)

Для оцінки істинних констант швидкостей реакції та термодинамічних параметрів поточні концентрації ДЕА та діетаноламіду (АД) перераховано у мольні частки (N), зміни яких з часом по кожному компоненту наведено на рис.3. Співставлення змін

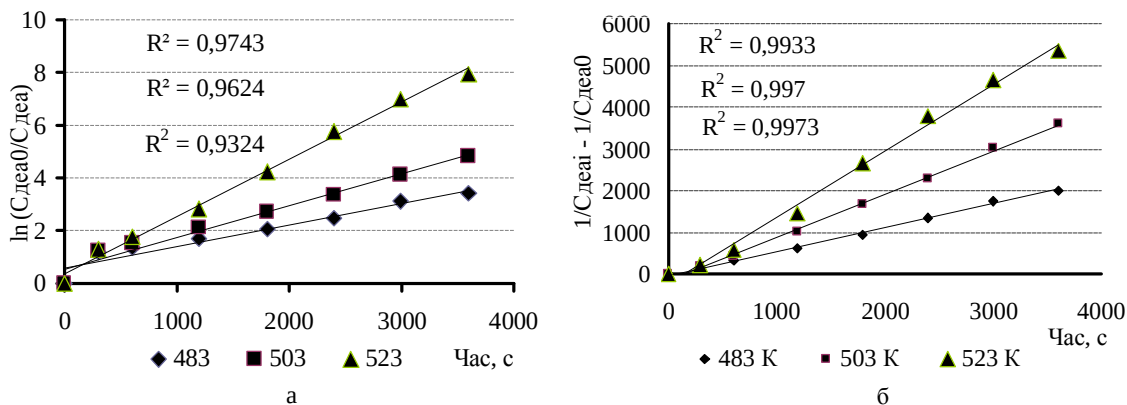


Рис. 6 – Анаморфози кінетичних залежностей для реакцій першого (а) і другого (б) порядку

За даними рис. 6 б виходячи з кутів нахилу прямих визначено константи швидкості реакції (табл. 2). На основі знайдених констант швидкостей реакції згідно [7] розраховано (табл. 2) енергію активації (ΔE_a), ентальпію (ΔH_a), ентропію (ΔS_a) активації. Величина ΔS_a свідчить про те, що перехідний стан є більш упорядкований, ніж вихідний, а амідування протікає, як бімолекулярна реакція з відповідними стеричними вимогами.

Таблиця 2. Константи швидкості та термодинамічні параметри для реакції взаємодії воску з діетаноламіном

Температура а (Т), К	Константи швидкості реакції, $k \cdot 10^{-2}, c^{-1}$	ΔE_a , кДж/моль	ΔH_a , кДж/моль	ΔS_a , Дж/моль·К	k_0
483	6,15	41,74	5,48	-205,65	1366,22
503	8,45				
523	15.70				

Висновки:

1. Встановлено, що при підвищених температурах ступінь перетворення діетаноламіну і утворення діетаноламиду жирних кислот досягає $\sim 90\%$
2. Показано, що максимальний ступінь перетворення аміну в амід досягається через $\sim 1 - 1,5$ год.
3. Доказано, що реакція амідування воску за витратами діетаноламіну підпорядковується закономірностям реакції другого порядку.
4. Визначені константи швидкості реакції в інтервалі температур 483 – 523 К та оцінено енергію активації, ентальпію та ентропію активації реакції амідування.

Список літератури: 1. Ивановский Л.В. Энциклопедия восков. Воски и их важнейшие свойства. – Ленинград, 1956. – С. 17 – 35. 2. Локтев С.М., Клименко В.Л., Камзолкин В.В. и др. Высшие жирные спирты. – Москва, 1970. – С. 48 - 52. 3. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П. Янова А.И. и др. Технология переработки жиров. – М.: Пищепромиздат, 1998. – 452 с. 4. Мельник А.П., Папченко В.Ю., Гетманцев А.М. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". – Харків: НТУ "ХПІ", 2008. – № 10. – С. 28 – 32. 5. Мельник А.П., Гетманцев А.М., Дослідження реакції амідування бджолиного воску // Вісник ХДПУ. 2009. Вип. 33.- С. 46-48. 6. Б.Н. Тютюнников, Ф.Ф. Гладкий, З.И. Бухштаб, А.П. Мельник Химия жиров - 3-е изд., перераб.

и доп. - М. : Колос, 1992. - 448 с. 7. *Піх З.Г.* Теорія хімічних процесів органічного синтезу: Навч. посіб. – Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2002. – С.214 - 234.

Поступила в редколлегию 14.03.2011

УДК 66.061.34

А.А. САВУС, зам. председателя правления АО «Стома», г. Харьков

С.Н. МОЛЬЧЕНКО, инженер, НТУ «ХПИ»

И.Н. ДЕМИДОВ, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЖИРОВ ИЗ ОТРАБОТАННОГО АДСОРБЕНТА ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

В статье приведены результаты исследований извлечения жиров из отработанных адсорбентов производства пищевых растительных масел абсолютным этиловым спиртом. Получена математическая модель этого процесса.

В статті наведено результати досліджень вилучення жирів із відпрацьованих адсорбентів виробництва харчових рослинних олій за допомогою абсолютного етилового спирту. Отримана математична модель цього процесу.

In the article the results of researches of adsorbent exhaust extraction of fat food production plant oils using absolute ethyl alcohol. Received the mathematical model of the process.

Одной из важнейших и актуальных задач стоящих сегодня перед масложировой отраслью пищевой промышленности является рациональное использование отходов, как с экономической, так и с экологической точки зрения.

В ходе рафинации масел и жиров, а именно после адсорбционной их очистки, образуется заметное количество отработанного адсорбента (отбельной глины). Этот отработанный адсорбент содержит в своем составе от 30% до 50% жиров. Жир, содержащийся в отработанном сорбенте, сегодня безвозвратно теряется, но кроме этого такой сорбент часто загорается как на самом предприятии, так и на свалке, куда его сегодня отправляют. При этом предприятие платит деньги за утилизацию этого отхода.

Такое положение представляется нетерпимым, т.к. содержащийся в отработанном сорбенте жир можно извлечь и направить на техническое (а, возможно, и на пищевое) применение. Обезжиренный сорбент, возможно, будет пригоден к повторному использованию и, во всяком случае, пригоден для технического применения, например, он может входить в состав шихты при производстве кирпича, бетонных смесей и т.д.

Сама идея извлечения жира из сорбента далеко не нова. Однако, использование для извлечения жира (масла) из сорбента этилового спирта до сих пор не исследовалось. Этиловый спирт был выбран в качестве экстрагента потому, что раствор жира в спирте – готовая сырьевая смесь для получения этиловых эфиров жирных кислот. Эти эфиры могут найти себе разнообразное применение, но прежде всего в качестве «биодизеля». Использование этиловых эфиров жирных кислот имеет целый ряд преимуществ по сравнению с

метиловыми эфирами, используемыми сегодня [1]. Кроме того, на сегодняшний день стоимость «безакцизного» спирта заметно ниже (в 1,5 – 1,7 раза) стоимости нефтяного растворителя, предлагаемого для этой цели в [2]. Наконец, температура вспышки спирта заметно ниже, чем температура вспышки нефтяного растворителя, используемого на МЭЗах и жиркомбинатах Украины, что уменьшает пожароопасность производства.

Объектом исследования был выбран отработанный адсорбент марки «Tonsil», производства фирмы Sun – Chemie AG (Германия), полученный на Харьковском жировом комбинате (ХЖК); общее содержание масла составляло 35% – 36%. В качестве растворителя использовался абсолютный этиловый спирт (с концентрацией не ниже 99%). Экстракцию проводили при $t=80^{\circ}\text{C}$, т.к. при этой температуре ещё не наблюдалось кипения экстрагента, а скорость экстракции и растворимость жира в спирте увеличивается с ростом температуры. Эксперименты проводились в реакторе с мешалкой при интенсивном перемешивании, что хорошо имитирует производственные условия.

Целью проводимого эксперимента было определение рациональных условий экстракции для максимального извлечения масла из отработанного адсорбента.

Для реализации поставленной задачи был проведен полный факторный эксперимент первого порядка, предполагающий одновременное варьирование всех факторов при его проведении по определенному плану, представлении математической модели (функции отклика) в виде полинома и исследовании последнего методами математической статистики [3].

Предварительными исследованиями было установлено, что наиболее важными факторами, которые влияют на экстракцию масла из отработанных адсорбентов, являются: соотношение отбелочная глина – растворитель X_1 , с интервалом варьирования от 1:2 до 1:4; время экстракции X_2 , с интервалом варьирования от 2 до 5 ч.; число ступеней экстракции, с интервалом варьирования от 1 до 3. Функцией отклика Y являлась остаточная масличность отбелочной глины, %. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента по определению рациональных условий экстракции жира из отработанного адсорбента.

Опыт	Факторы эксперимента			Остаточная масличность, % Y
	Соотношение отб. глина – растворитель. X_1	Время экстракции, ч. X_2	Число ступеней экстракции. X_3	
1	1:2	2	1	28,72
2	1:2	2	3	12,86
3	1:2	5	1	24,64
4	1:2	5	3	5,88
5	1:4	2	1	13,46
6	1:4	2	3	3,24
7	1:4	5	1	10,91
8	1:4	5	3	0,43

По данным эксперимента было получено следующее уравнение регрессии:

$$Y = 63 - 10,65 \cdot x_1 - 2,79 \cdot x_2 - 12,14 \cdot x_3 + 0,48 \cdot x_1 \cdot x_2 + 1,74 \cdot x_1 \cdot x_3.$$

Анализ уравнения показал, что третья ступень экстракции не вносит существенного (значимого для технологии) вклада в извлечение масла из отработанного сорбента. Вместе с тем, наличие каждой дополнительной ступени экстракции существенно повышает длительность процесса в целом и увеличивает затраты на проведение процесса. Поэтому при окончательном выборе условий извлечения масла из отработанного сорбента третью ступень исключили. С учетом указанного ограничения, по уравнению регрессии были определены условия проведения экстракции, при которых достигается максимальное извлечение масла из отработанного сорбента: Соотношение адсорбент: растворитель – 1:5; время экстракции – 2,9 ч; число ступеней экстракции – 2. В этих, найденных нами условиях, были проведены контрольные опыты. В результате средняя остаточная масличность обезжиренного сорбента составляла 2,0 % (рассчитанная по уравнению регрессии – 1,8%, что говорит о хорошей сходимости результатов расчёта и эксперимента).

Из полученного раствора масла в спирте отгоняли растворитель. Масло было темно-коричневого цвета с показателями: КЧ < 1,5 мгКОН/г; ЭфЧ ≈ 198 мгКОН/г, содержание фосфолипидов < 0,05%, содержание неомыляемых веществ ≈ 0,8% . Такое масло вполне пригодно для получения этиловых эфиров жирных кислот – биодизеля.

Обезжиренный адсорбент содержал 2,0% масла (липидов, т.к. химический состав остаточного липидного остатка не определялся).

Этот остаток, представляет собою наиболее трудно извлекаемую часть липидных компонентов отработанного сорбента и, вероятнее всего, содержит остатки мыла, фосфолипидов и белковых веществ.

Таким образом, определены рациональные условия максимального извлечения масла из отработанного адсорбента с использованием дешевого, по сравнению с нефтяными, и экологически безопасного растворителя. Для проведения процесса можно использовать типовое, несложное оборудование.

Список литературы: 1. И. Н. Демидов. Использование этанола в масложировой промышленности. Научно-виробничий журнал «Олійно-жировий комплекс»: Днепропетровск, №1(4),2004,с. 27-29. 2. Руководство по технологии получения и переработке растительных масел и жиров. Под общ. ред. А. Г. Сергеева. Т2 – Л. 1973г. С. 253 – 254. 3. А. Г. Бондарь, Г. А. Статюха. Планирование эксперимента в химической технологии. – Киев. Высшая школа. 1976г. С.184.

Поступила в редколлегию 12.03.2011

УДК 665:37

Т.Т. НОСЕНКО, канд.біол. н., доц., НУХТ, м. Київ

А.О. ОЛЕКСЕНКО, маг., НУХТ, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ СТУПЕНЮ ОКИСНЕННЯ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ ПІД ЧАС РАФІНАЦІЇ

В работе представлены результаты исследования показателей степени окисления подсолнечного масла в процессе переработки (хранения и рафинации). Представлены данные

об изменении пероксидного и анизидинового числа на стадиях рафинации масла. Критическими с точки зрения накопления продуктов окисления являются такие стадии как хранение сырого масла, нейтрализация и отбелка. Обнаружена обратная зависимость между значениями пероксидного и анизидинового числа в отбеленном масле.

Стаття присвячена дослідженню показників ступеню окисненості соняшникової олії в процесі її переробки (зберігання та рафінації). Наведено результати змін пероксидного та анізидинового числа на стадіях рафінації олії. Критичними з точки зору накопичення продуктів окиснення є такі стадії як: зберігання сирової олії, нейтралізація та вибілювання. Встановлена обернена залежність між значенням пероксидного та анізидинового числа олії після адсорбційної рафінації.

The article is devoted to the investigation of sunflower oil oxidation level during its processing (storage and refining). Results of peroxide and anisidine value changes on the different refining stages are given. Oil storage, neutralization and bleaching are critical stages for accumulation of oxidation products. Inverse dependence between peroxide and anisidine value during absorption refining is detected.

Запобігання окисненню жирів в процесі їх видобування, переробки та зберігання все ще залишається актуальною проблемою олійно-жирової галузі. Швидкість та глибина перекисного окиснення жиру залежить від зовнішніх чинників, як то: температури, освітлення, наявності вологи, про- та антиоксидантів [1]. Крім того, швидкість накопичення продуктів окиснення визначається також складом жирних кислот жиру. Відомо, що жири збагачені поліненасиченими жирними кислотами значно швидше окиснюються киснем повітря, ніж жири, в складі яких переважають мононенасичені та насичені жирні кислоти [2]. Отже, накопичення продуктів окиснення в жирах – це багатофакторний процес і це ускладнює розв'язання завдання щодо його запобігання.

Очевидно, що для підвищення стійкості жирів до окиснення всі технологічні процеси необхідно проводити за мінімального впливу несприятливих чинників та із застосуванням високоякісної вихідної сировини.

Аналіз експериментальних та практичних даних свідчить, що вміст деяких продуктів окиснення (переважно первинних) можна зменшити шляхом адсорбційної рафінації та під час дезодорації. Проте залишається відкритим питання, чи зменшення вмісту первинних продуктів окиснення жирів в такому випадку зумовлене їх видаленням із жиру, чи, можливо, вони зазнають перетворення із утворенням продуктів більш глибокого окиснення. Експериментальні дані свідчать також, що видалення продуктів окиснення із жиру не збільшує стійкість жиру до окиснення [3,4].

Таким чином, актуальним є дослідження впливу окремих стадій рафінації жирів на процес окиснення та можливість регулювання його швидкості.

Метою даної роботи було дослідження впливу окремих стадій рафінації рослинної олії на ступінь накопичення продуктів окиснення.

Нами було проведено дослідження якості соняшникової олії, яка надходила для виробництва рафінованої вибіленої дезодорованої олії марки «П» на ВАТ «Київський маргариновий завод». Основним показником якості ми обрали пероксидне число олії. Значення пероксидного числа олії, що надходила на

переробку, визначали щоденно протягом жовтня місяця і воно коливалось в межах від 2,3 до 12,0 мМоль $\frac{1}{2}$ О/кг, середньомісячне значення становило 7,0 мМоль $\frac{1}{2}$ О/кг.

Після проведення нейтралізації олії знову були визначені значення пероксидного числа олії. Цей показник, вимірюваний щоденно протягом місяця, коливався від 8,7 до 10,2 мМоль $\frac{1}{2}$ О/кг. Середньомісячне значення пероксидного числа олії, яка поступає після нейтралізації на вибілювання становило 9,5 ммоль $\frac{1}{2}$ О кг.

Отже, значення пероксидного числа олії після перекачування олії з транспорту, зберігання у баках, перекачування в рафінаційний цех та стадії нейтралізації в середньому зростає на 30%. Це свідчить про високу швидкість накопичення первинних продуктів окиснення олії під час цих технологічних операцій. Проте вимірювання середньомісячного показника дещо нівелює визначення впливу окремих операцій на накопичення пероксидних сполук. Тому нами було проаналізовано зміни показників якості олії на одній і тій самій партії, яка поступила на завод і послідовно пройшла всі стадії рафінації. Для цього експерименту була використана олія, отримана методом холодного пресування з насіння урожаю 2010 року. Дана партія олії мала невисоке значення кислотності та низьку ступінь окисненості, визначену за пероксидним та анізидиновим числом.

Результати визначення кислотного числа олії після проведення окремих операцій наведені в Таблиці 1. Кислотне число олії закономірно зменшувалось внаслідок нейтралізації, а також під час дезодорації, на наступних етапах переробки спостерігалось незначне збільшення.

Таблиця 1.Значення кислотного числа олії в процесі рафінації.

Технологічна операція	Кислотне число, мг КОН/г
Надходження на завод	0,65
Зберігання	0,70
Нейтралізація	0,22
Вибілювання	0,27
Дезодорація	0,10
Виморожування восків	0,13
Перед фасуванням	0,15
Зберігання (14 діб)	0,20

Динаміка змін показників якості олії протягом її переробки наведена на Рис 1. Вміст пероксидів в олії суттєво збільшувався протягом зберігання в баках і дещо — внаслідок нейтралізації, за цей період значення пероксидного числа зросло більш як втричі. Значення анізидинового числа практично не змінилось на цих стадіях і становило лише 0,2 - 0,4. Після проведення адсорбційної рафінації вміст продуктів окиснення в олії зазнав протилежно направлених змін — пероксидне число зменшилось майже до нульового значення і становило 0,2 мМоль $\frac{1}{2}$ О/кг, в той же час суттєво зріс вміст карбонільних сполук в олії і анізидинове число зросло до значення 3,4. Заслуговує на увагу той факт, що між зростанням анізидинового числа і зменшенням пероксидного спостерігається

висока кореляція: анізидинове число зростає приблизно до значення пероксидного числа перед вибілюванням. Можна припустити, що в процесі адсорбційної рафінації відбувається окиснення пероксидних сполук з утворенням карбонільних.

На наступних стадіях (дезодорація, виморожування восків, фасування олії) вміст пероксидів в олії практично не змінювався і був мінімальним. Значення пероксидного числа дещо зросло лише під час зберігання фасованої в ПЕТ пляшку олії.

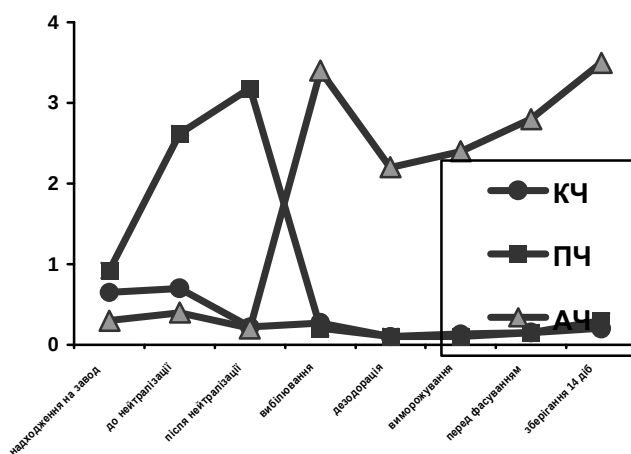


Рис 1. Зміна показників окиснення олії на технологічних стадіях переробки олії

Значення анізидинового числа дещо зменшувалось в дезодорованій олії і становило після дезодорації 2,2. Зменшення анізидинового числа внаслідок дезодорації можна пояснити тим, що в умовах вакууму за високої температури дистилуються леткі альдегіди та кетони.

Наприкінці досліджень (після зберігання фасованої дезодорованої олії протягом 14 днів) анізидинове число зросло знову до значення 3,5.

Очевидно, що накопичення вторинних продуктів окиснення під час вибілювання олії та видалення токоферолів, є причиною подальшого зростання цього показника в олії під час зберігання та зменшення стійкості олії до окиснення.

Таким чином, проведені нами дослідження у виробничих умовах свідчать, що в результаті рафінації олії кислотне та пероксидне число зменшуються майже до нульового значення на момент фасування у пляшки та випуску з підприємства, а в подальшому при зберіганні можуть дуже незначно збільшуватися внаслідок окиснення повітрям, що залишилось у вільному просторі пляшки. Проте значення анізидинового числа після рафінації олії зросло майже на порядок порівняно із його значенням у сировині, що поступає на переробку. Крім того, нами виявлена тенденція до подальшого його зростання в процесі зберігання олії. На наш погляд, критичними з точки зору накопичення продуктів окиснення є такі стадії як: зберігання сирової олії, нейтралізація та вибілювання. Тому для забезпечення високої якості рафінованої олії та її стійкості до окиснення необхідно створювати такі умови на цих стадіях, які б перешкоджали окисненню — мінімізувати тривалість зберігання сирової олії, температуру та доступ кисню.

Список літератури: 1. Руководство по предотвращению окисления масла/ под ред. В.В.Ключкина - Санкт-Петербург, 1997. - 212 с. 2. Ефименко С.Г., Ефименко С.К. Устойчивость к окислению высокоолеинового подсолнечного масла в зависимости от содержания линолевой кислоты и токоферолов// Масложировой комплекс, 2010, №2.- С. 41-43. 3. Золочевский В.Т. Окисление масла при отбелке в схемах физической рафинации // Масла и жиры. – 2009. - № 4. – С. 23-26. 4. Золочевский В.Т. Изменение состава и свойств растительных

УДК 577.15

В.С. ОМЕЛЬЧЕНКО, аспір., НТУ “ХПИ”

Л.В. КРИЧКОВСКАЯ, докт. биол. наук, проф., НТУ “ХПИ”

СОІММОБІЛІЗАЦІЯ АМІЛОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ – АМІЛАЗ ТА ГЛЮКОАМІЛАЗ НА КАТІОНАКТИВНИХ СМОЛАХ КУ-2-8 ДЛЯ ПОВНОГО ГІДРОЛІЗУ КРОХМАЛЮ ТА ДЕКСТРИНІВ

Проведено досліді щодо іммобілізації та підвищення стабільності препаратів амілолітичних ферментів для декрохмалізації яблучного відновленого соку та ультра фільтрованого концентрату. Було досліджено параметри операційних умов роботи ферменту, іммобілізованого на носіях, котрі мають найбільше значення у промислових умовах.

Проведены исследования по иммобилизации та повешению стабильности препаратов амилаолитических ферментов для декрахмализации яблочного восстановленного сока и ультрафильтрованного концентрата. Были исследованы параметры операционных условий работы иммобилизованного на носителях фермента, которые имеют наибольшее значение в промышленных условиях.

The investigations of immobilization and increasing of amylolytic ferments preparations stability for starch hydrolysis in apple renewed juice and ultrafiltrated concentrate. The parameters of operational conditions of ferment activity immobilized on the carriers that have got the most importance in industrial conditions.

Іммобілізація ферментів на водо-нерозчинних підкладках та носіях набуває дуже великого розповсюдження у сучасній харчовій промисловості завдяки значним перевагам, що отримуються під час обробки та виробництва кінцевого продукту. Застосування амілолітичних ферментів, амілаз та глюкоамілази, призначається для розщеплення високомолекулярних полімерів глюкози полісахаридів- крохмалю та олігосахаридів – декстринів з метою зменшення втрат моносахаридів, що складають ланцюги даних високомолекулярних сполук – глюкози, на ультрафільтраційних мембранах, сприяє зниженню ступіня забрудненості патронів фільтрів, дає змогу підвищити таким чином вміст «сухих» речовин, а також підвищити ступінь стабільності кінцевого продукту – відновленого соку, не даючи змоги утворенню осадів в наслідок зміни зовнішніх умов. Іммобілізація ферментів дасть змогу не допустити забруднення соку стороннім білком, зберегти дорогі ферментні препарати та також підвищити стабільність кінцевого продукту[1]. Об'єктом дослідження є ферментний препарат Назyme виробництва компанії DSM для декрохмалізації соків (розщеплення крохмалю). Іммобілізація виконується фізичною адсорбцією за рахунок електростатичних взаємодій шляхом іонного обміну.

Декрохмалізація соку є однією із основних стадій під час виробництва сокових продуктів. Застосування іммобілізованих ферментів дає змогу значно

скоротити витрати на ферментний матеріал, більш того, якщо такий є імпортованим. Додатково, іммобілізація може підвищити температурну стійкість та стабільність ферментного препарату завдяки закріпленню молекул білка на поверхні носія, що зміцнює та закріплює структуру активного центру [2]. Внаслідок іммобілізації може відбуватися перенесення величини рН та температури найбільш активного функціонування молекули фермента. Також іммобілізація розширює кордони проміжку роботи ферментного препарату, стабілізуючи його. В такому випадку ферменту вже стають нестрашними технологічні відхилення по температурі та рН, які у будь-якому разі є можливими в процесі роботи в промислових умовах. Причинами того можуть бути помилки персоналу обслуговування апаратури та технологів, порушення в процесі роботи обладнання або змінення режимів обробки продукту. Також, фізична адсорбція уможливорює легку заміну пошкодженого або відпрацьованого ферменту за рахунок десорбції або додаткового нанесення ферменту на підкладинку.

Існує велика кількість різноманітних методів іммобілізації такі як, наприклад, фізичні: адсорбція, включення у гель, включення у шпари і т.д., хімічні – ковалентна іммобілізація за рахунок утворення хімічних зв'язків: або безпосередньо до носія, або ж за допомоги проміжної зшивки – спейсеру. Такими зшивками можуть бути різні речовини, наприклад найбільш широко використовується глутаровий альдегід, можуть бути використані також інші біфункційні зшивачі – активовані дикарбонові кислоти та їх естери і т.д.

Найчастіш іммобілізація відбувається за допомогою аміногруп або карбоксильних груп. Найбільш невдалим випадком іммобілізації є така, де приймають участь групи компонентів, що складають активний центр ферменту. Для запобігання такого використовують іммобілізацію із захистом активного центру субстратом.

В нашому випадку ми використали в якості носія гранули КУ-2-8. Це є катіонообмінна смола, що є співполімером дивінілбензолу та сульфатованого стиролу. Іммобілізація відбувається за рахунок іонного обміну аміногруп та інших позитивно заряджених груп з сульфогрупами сульфостиролу. При даному способі іммобілізації фермент не зазнає жодних хімічних впливів на молекулу, що повинно мінімальним чином позначитися на рівні його залишкової активності. Відповідно до статистики, ферменти іммобілізовані фізичною адсорбцією як правило зберігають її на достатньо високому рівні. Також можливо для зміцнення зв'язування білку на носії застосовувати біфункціональні зшивки, одним з котрих є глутаровий альдегід, що набув широкого застосування у процесах іммобілізації.

Даний носій може бути використаним у реакторах різного типу, наприклад колонних або ємкісних із подальшим відфільтровуванням носія.

Методи та матеріали.

В даній роботі було використано комерційний ферментний препарат фірми DSM "Nazyme", що є комплексом ферментів, котрий має амілолітичну активність та повинен проводити гідроліз крохмалю до моносахаридів, тобто глюкози. У якості носія була використана катіоноактивна смола КУ – 2-8, що є

вітчизняним продуктом виробництва “Азот”м.Черкаси.Середній діаметр частинок дорівнює 1-2 мм. У якості реакційного середовища було використано 0,2 М ацетатний буфер, субстратом слугував 2-% розчин крохмалю у дистильованій воді.

Процедура нанесення ферменту.

Визначену кількість г катионообмінної смоли КУ – 2-8, що не піддавалася попередньої активації урівноважили за допомогою 0,2 М ацетатного буферу при рН 3,8. 3 мл ферментного препарату амілолітичних ферментів інкубували у 50 мл ацетатного буферу разом із катионообмінною смолою за температури 15 С протягом 4 годин. Проміжки часу перемішування складали 45 хвилин , час вистоювання 15 хвилин. Процедура вистоювання потрібна для закріплення адсорбованого ферменту . Під час постійного перемішування може відбуватися часткове унесення ферменту. Потім після іммобілізації незв'язаний ферментний препарат відділяли за допомогою декантації та промивки ацетатним буфером із таким же самим рН.

Визначення оптимальної кількості смоли.

До 3 мл ферментного препарату , як це вказано вище додавали різні кількості смоли , починаючи від 0,5 г (далі 1; 1,5; 2 ; 2,5 ; 3).

Активність ферменту.

Активність закріпленого ферменту перевіряли шляхом інкубації носія із іммобілізованим ферментом разом із 2 % - ним розчином крохмалю у ацетатному буфері (50 мл) протягом 2 годин. Ступінь перетворення субстрату, тобто розщеплення крохмалю вимірювалася за допомоги йодометричного методу (зниження ступеню забарвленості комплексу йод – крохмаль) при довжині хвилі в 600 нм [3]. Контроль вели до того моменту , коли в реакційному розчині відбувався повний процес гідролізу крохмалю та декстринів.Допустимий час вистоювання для реакційної суміші повинен складати не більше 2 годин.

Визначення робочої ефективності.

Для визначення кількості повторних використань визначали залишкову активність іммобілізованого ензиму. Іммобілізовані препарати після проведення 2 годинного циклу гідролізу промивали чистим ацетатним буфером від залишків крохмалю, декстринів та глюкози .

Результати та обговорення.

Ферментні препарати амілаз, що добуті з грибів Аспергіллус нігер містять різні типи амілолітичних ферментів і є таким чином поліферментними системами. Препарати амілолітичного типу містять у собі амілази, що перетворюють крохмаль , гідролізуючи такі до декстринів. Далі ці декстрини розщеплюються до моносахаридів – глюкози за допомогою ферменту глюкоамілази.. Для вільного ферментного препарату характерними є такі показники роботи – оптимальні температури роботи 50 – 55 С, рН 3 – 4.

Сік, що добувається на початку сезону містить більшу кількість крохмалю та має більш низький рівень рН . Це обумовлюється тим , що яблука містять більшу кількість органічних кислот (яблучної) і є менш стиглими. Таким чином, для декрохмалізації соку у перший місяць сезону потрібна трохи більша кількість ферментного препарату амілаз порівняно із подальшими. Для обробки 1 тонни

соку необхідно витратити 13,5 мл ферментного препарату. Кількість білку, що міститься у 1 мл ферментного препарату може зменшуватися, тому що у препараті можуть міститися протеази у деякій кількості, що можуть гідролізувати та зменшувати існуючу кількість білка в 1 мл.

Повний гідроліз крохмалю за температури 15 С відбувався протягом 16 годин. Оптимальна температура роботи дорівнювала 40 С, що на 10 – 15 С є нижчим за оптимальну температуру для вільного ферменту. Під час роботи на багатотонажному виробництві температура соку, що виходить із першої ступені концентрування складає 50 С. Далі сік направляється у ємкості, що слугують для ферментаційної обробки. У даних ємкостях спостерігається поступове охолодження соку і таким чином активність ферментів із часом падає, у нашому випадку, до 40 С. Таке зниження температурного діапазону дії іммобілізованого ферменту не повинно позначитися його а-активності, і фермент наразі залишатиметься дієвим протягом процесу ферментації. Початкова активність ферменту після нанесення складала 75 % від нативного. Після 5 циклів гідролізу спостерігалось незначне зменшення активності ферменту.

Оптимальною кількістю є 1 г катіонактивного носія на 3 мг ферментного препарату. Подальше збільшення кількості носія при інкубації із такою ж самою кількістю ферментного препарату не давав підвищення активності ферменту, і таким чином було зроблено висновок, що 1 г КУ-2-8 на 3 мл препарату є оптимальним. Дослідження вмісту білка на носії не проводили. Зменшення активності може відбуватися по причині десорбції декотрої кількості білку у реакційний розчин. Також може відбуватися десорбція внаслідок частих промивок. Після проведення кожної реакції гідролізу крохмалю проводили аналіз наявності залишкової каталітичної активності після відокремлення носія. Проби були негативними.

Оптимальний рівень рН для іммобілізованого ферменту практично не змінювався і залишався у тому ж самому діапазоні рН 3 – 4, що і для нативного ферменту. Такий же самий рН є зазвичай у нативного яблунового соку. Як правило, при збільшенні кількості крохмалю на виробництві або збільшують кількість ферменту, або ж час відстоювання. На жаль, термостабільність ферменту залишається на своєму рівні і вже за температури 65 градусів відбувалася повна втрата каталітичної активності.

Не менш значною проблемою є захист від дії мікроорганізмів[4]. Цьому у деякому сенсі сприяє дуже низький рівень рН, попередня термічна обробка соку, підвищений рівень вмісту цукрів, що частково запобігає розмноженню, а також підтримання загального рівню асептики на підприємстві. Зменшенню імовірності бактеріального забруднення препарату на носіях сприятиме регулярний контроль активності препарату та бактеріальної чистоти реактору шляхом щоденної перевірки носія.

Висновки.

Амілолітичний комплекс ферментів було іммобілізовано на катіонобмінних смолах КУ –2-8 шляхом адсорбції за рахунок міжіонних взаємодій. Робочі характеристики майже не відрізнялися від таких для неіммобілізованого препарату, що дозволить не вносити в існуючий технологічний процес суттєвих

змін. Ця технологія вважається найбільш бажаною для застосування у виробництві харчових продуктів, тому що є дуже легкою, не потребує застосування хімічних реагентів, що можуть бути токсичними, і у разі втрати активності ферменту дуже легко підготувати новий препарат. Це проводиться шляхом десорбції відпрацьованого ферменту та подальшим нанесенням нової порції активного біокатализатору. Такі технології повинні сприяти здешевленню проведення технологічних процесів вироблення харчових продуктів функціонального призначення, що буде відбиватися на їх кошовності та доступності для широких прошарків населення.

Список літератури: 1. *Тривен М.* Иммуобилизованные ферменты - М:Мир, 1983. 213 стр. 2. Иммуобилизованные ферменты//Современное состояние и перспективы/ Под ред. *И.В.Березина, В.К.Антонова и К. Мартиника.* – М:Изд – во МГУ, 1976. Т.1,2 296с.; 358с. 3. *Fuwa H.*//J.Biochem.-1954-41.-P.583-603. 4. *Шкутина И.В., Стоянова О.Ф., Лунина В.В.* Влияние ионной формы полиамфолита АНКБ -2 на иммобилизацию ферментов .Сорбционные и хроматографические процессы 2009. Т.9. Вып.2С. 247 – 253.

Поступила в редакцию 11.03.2011

УДК 661.77

С.А. ПЕТРОВ, асп., НТУ «ХПИ»

В.Б. ДИСТАНОВ, канд. хим. наук, доц. НТУ «ХПИ»

А.Г. БЕЛОБРОВ, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРОГНОЗ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДНЫХ ОКСАЗОЛ-5-ОНА КАК ОСНОВА ДЛЯ ПОИСКА И ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУР НОВЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

В статье рассмотрены основы компьютерного моделирования биологической активности. Предоставлены данные прогноза возможной биологической активности новосинтезированных люминофоров в ряду производных оксазол-5-она. Проанализирована зависимость между структурой и биологическими свойствами, которая дает возможность приблизиться к целенаправленному синтезу биологически активных веществ, представляющих потенциальный интерес для применения в медицине и биологии.

У статті розглянуті основи комп'ютерного моделювання біологічної активності. Надано дані прогнозу можливої біологічної активності новосинтезованих люмінофорів в ряду похідних оксазол-5-ону. Проаналізовано залежність між структурою і біологічними властивостями, яка дає можливість наблизитися до цілеспрямованого синтезу біологічно активних речовин, що представляють потенційний інтерес для застосування в медицині та біології.

In the article the bases of in silico modeling of biological activity are discussed. The data of prognosis for possible biological activity of in new synthesized luminophores from the range of oxazol-5-one derivatives has been represented. The dependency between the structure and biological properties that gives the possibility to become closer to aim – directed synthesis of biologically active substances are of the potential interest for application in biology and clinics has been analyzed.

Исследование биологической активности органических соединений является одним из наиболее актуальных направлений в современной

биологической, медицинской и компьютерной химии. Однако изучение столь комплексного свойства сопряжено с целым рядом проблем, решение которых зависит от интенсивных теоретических и экспериментальных работ в области биохимии, молекулярной биологии, геномики, компьютерного моделирования, органического синтеза, медицины и фармакологии. Наибольшее практическое значение такие исследования имеют в области разработки новых лекарственных субстанций, которые в большинстве своём являются синтетическими молекулами. На ранних стадиях этого процесса особое внимание уделяется исследованию и компьютерному моделированию ключевых свойств физиологически активных веществ, а так же ряд ключевых фармакокинетических и фармакодинамических параметров. Такой подход позволяет сделать математически обоснованные предположения о фармакологической направленности и эффективности исследуемых структур [1].

Исследования зависимости между структурой химического соединения и проявляемой им биологической активностью опираются на основное положение структурной теории химии, утверждающее, что химическая структура определяет основные физико-химические свойства данного соединения. Это положение послужило основанием для выделения у химических соединений определенных факторов (дескрипторов) и установления связи, качественной (SAR) или количественной (QSAR), между ними и биологической активностью соединения. В качестве таких дескрипторов используются различные характеристики молекулы: топологические, квантовые параметры, а так же параметры, относящиеся к целой молекуле.

Определение множества дескрипторов для каждой молекулы и отбор наиболее значимых дескрипторов, вносящих наибольший вклад в биологическую активность, требуют использования специальных компьютерных программ.

При наличии достаточно богатой коллекции разнообразных химических соединений, страны СНГ обладают крайне ограниченными возможностями для их экспериментального тестирования, что требует тщательнейшего отбора потенциально перспективных веществ уже на ранних стадиях исследования. Такой отбор может быть осуществлен на основе компьютерного прогноза спектра биологической активности химических соединений [2].

Под спектром биологической активности мы понимаем всю совокупность фармакологических эффектов, биохимических механизмов действия и видов специфической токсичности, которые вещество может проявить при взаимодействии с биологическими объектами. В рамках такого определения мы абстрагируемся от многих факторов, влияющих на количественные характеристики биологической активности (объект, доза, путь введения и т.д.), и рассматриваем биологическую активность как «внутреннее» свойство вещества, которое проявляется при соответствующих условиях в эксперименте или клинике. При этом биологическая активность определяется лишь качественным образом (наличие/отсутствие), что, конечно, является достаточно грубым описанием действительной ситуации, но в рамках такого приближения в аналитических и прогностических целях можно использовать значительный

объем информации о биологически активных соединениях, накопленный человечеством.

Программа, использованная в нашей работе, позволяет прогнозировать большое число вероятных видов биологической активности вещества на основе его структурной формулы с использованием единого описания химической структуры и универсального математического алгоритма установления зависимостей "структура-активность". Программа носит название PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances), а ее современная версия прогнозирует 6825 видов биологической активности по структурной формуле химического вещества, включая основные и побочные фармакологические эффекты, механизмы действия, мутагенность, канцерогенность, тератогенность и эмбриотоксичность [1].

Целью нашей работы являлось изучение биологической активности новых эффективных люминофоров ряда производных оксазол-5-она. Применение люминофоров в биологии и медицине получило очень большое распространение. Области их использования и число новых методик биологических исследований, разработанных на их основе, растет необычайно быстро [3].

Из литературных источников известно, что производные оксазол-5-она нашли применение в качестве термоиндикаторов для визуальной и фотографической регистрации температур на ограниченных участках поверхности, а так же для определения температурных градиентов на больших участках в статическом и динамическом режимах, люминесцентной дефектоскопии электровакуумных приборов и получения люминесцентных меченых песков [4]. Соединения с двумя оксазолоновыми циклами, включёнными в единую цепь сопряжённых связей, обладающие интенсивной жёлто-зелёной и более длинноволновой люминесценцией, предложены как красители для полиэфирных волокон [5].

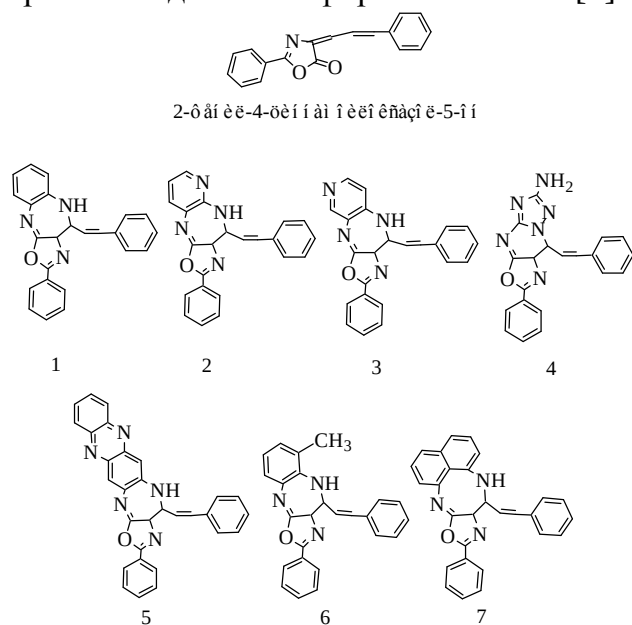


Рис. 1. 2-фенил-4-циннамоилоксазол-5-он и его производные

Во многих случаях оксазолы используются в качестве исходных и промежуточных продуктов в синтезе аминокислот и пептидов. Они часто служат исходными веществами для получения арилуксусных кислот, которые в свою очередь, применяются в синтезе разных анальгетиков и других лекарственных веществ. Среди оксазол-5-онов найдены вещества, которые обладают интенсивной люминесценцией в достаточно широком диапазоне [6]. С целью поиска эффективных органических люминофоров и эффективных биологически активных веществ

нами получено 7 новых производные 2-фенил-4-циннамоилиденосазол-5-она (Рис. 1), сведения о которых в литературных источниках нами не найдены.

Полученные производные обладают интенсивной люминесценцией в жёлто-зелёной области спектра. Структура полученных соединений подтверждена результатами УФ- и ПМР-спектроскопии.

При помощи компьютерной программы PASS были рассчитаны биологические активности производных оксазолонов.

Результаты прогноза указаны в виде таблицы с указанием названий вероятных видов активности с расчетными оценками вероятностей наличия, которые имеют значения от 0 до 100% (Табл. 1).

Таблица 1. Результаты прогноза биологической активности

Активность	Продукт							
	Исходный	1	2	3	4	5	6	7
Лечение рестеноза	87,00	60,70	39,40			57,30	45,60	
Лечение мукозита	78,80	58,60	48,10		54,20	51,80	48,00	51,80
Ингибитор убинол-цитохром-С редуктазы	80,10							
Агонист целостности мембран	72,40		44,70					
Лечение атеросклероза		55,70				53,90	48,10	52,10
Неспецифический ингибитор сериновых протеаз		53,90	50,80	50,80	51,90	52,10	51,90	53,60
Противоопухолевая		52,80	45,60	59,00		62,80		51,00
Антиастматическая			45,10	51,60			41,40	
Цитотоксическая			40,40				44,10	56,90
Ингибитор α -глюкоронидазы		54,10	45,20			50,60	49,60	53,00
Антиаллергенный			45,00				40,00	
Аналог инсулина							43,00	
Ингибитор хлоридпероксидазы			40,20					

Как видно из таблицы в результате конденсации 2-фенил-4-циннамоилиденосазол-5-она с о-диаминами, вероятность того что полученные продукты могут быть ингибитором убинол-цитохром-С редуктазы и агониста целостности мембран исчезает. Введение 3,4-диаминопиридина подавляет такие механизмы воздействия вещества на организм как лечение рестеноза и мукозита. Лечение рестеноза не сохраняется у продуктов № 3,4,7. Лечение мукозита отсутствует у продукта № 3. При введение о-фенилендиамина, 2,3-диаминопирилина, 3,4-диаминопиридина, 2,3-диаминофеназина, и 1,8-диаминонафталина проявляется противоопухолевая

активность. По полученным результатам все представленные соединения с вероятностью выше 50% могут проявлять свойства неспецифического ингибитора сериновых протеаз. Кроме того, у полученных соединений выявлены следующие активности: антиастматическая, лечение атеро-склероза, цитотоксическая, ингибитор β -глюкоронидазы, антиаллергенная, аналог инсулина, ингибитор хлоридпероксидазы.

В результате выполненных исследований получены результаты компьютерного прогноза биологической активности производных оксазол-5-она. Было определено, что некоторые синтезированные соединения могут проявлять противоопухолевое, антиастматическое и антиаллергенное действия. Для углублённых исследований в качестве потенциального противоопухолевого средства предлагаются продукты № 3 и № 5, в качестве антиастматического средства - продукт № 3. Благодаря этим данным открывается перспектива дальнейшего исследования полученных соединений.

Список литературы: 1. *Поройков В.В.* Компьютерное предсказание биологической активности веществ: пределы возможного. *Химия в России*, 1999, № 2, С. 8-12. 2. *Молева В. И.* Прогноз биологической активности в ряду производных хинолина на основе выявления связей «химическая структура - противомикробная активность - токсичность» в вычислительном эксперименте - Харьков, Провизор, 1998 - С. 57. 3. *Красовицкий Б.М., Болотин Б.М.* Органические люминофоры. - М: Химия, 1984 - С. 255. 4. *Красовицкий Б.М., Лысова И.В., Колмогорова С.Н., Шилова Г.И., Афанасиади Л.М., Суров Ю.Н.* Люминесцентные азлактоновые красители для полиэфирных волокон - Иваново, Перспективы развития химии и технологии крашения и синтеза красителей, 1989 - С. 5-8. 5. *Красовицкий Б.М., Лысова И.В., Афанасиади Л.М.* Синтез и спектрально-люминесцентные свойства 2-арил-4-бензилиденоксазол-5-онов - Рига, Химия гетероциклических соединений, 1980, № 7 - С.909-911. 6. *Красовицкий Б.М., Юдашкин А.В., Лысова И.В., Афанасиади Л.М., Липкин А.Е.* 4-гетарилиден-2-арилоксазол-5-оны - Рига, Химия гетероциклических соединений, 1979, № 12 - С.1624-1627.

Поступила в редколлегию 12.03.2011

УДК 547.724

В.В. ШТАМБУРГ, канд. хим. наук, старш. преподаватель, НТУ «ХПИ»

А.А. АНИЩЕНКО, канд. хим. наук, доц., ДНУ, г. Днепропетровск

В.Г. ШТАМБУРГ, док. хим. наук, проф., ГВУЗ «УГХТУ»,

г. Днепропетровск

А.В. ПЛЕТЕНЕЦ, асп., ДНУ, г. Днепропетровск

А.А. ХАПАТЬКО, студ., НТУ «ХПИ», г. Харьков

А.В. МАЗЕПА, канд. хим. наук, ст. научн. сотр., Институт физической химии им. А.В. Богатского НАН Украины, г. Одесса

СИНТЕЗ 2-ГИДРОКСИ-2(5'-МЕТИЛФУРИЛ-2')-1-АРИЛЭТАН-1-ОНОВ

У разі взаємодії 2-метилфурану з 4-Х-фенілглюксалями (X = H, F, Cl, Br) at при кімнатній температурі селективно утворюються 2-гідрокси-2(5'-метилфурил-2')-1-арилетан-1-они.

The 2-methylfuran reacts with 4-X-phenylglyoxales (X = H, F, Cl, Br) at room temperature selectively giving 2-hydroxy-2(5'-methylfuryl-2')-1-arylethan-1-ones.

Фенилглиоксаль и 2-тиенилглиоксаль взаимодействуют с *N,N*-диметилгидразоном фурфурола в отсутствие кислот Льюиса с образованием продуктов электрофильного замещения в фурановом ядре – α-ацилоинов, 2-гидрокси-2-фурил-1-фенил(тиенил)этан-1-онов **1,2** [1-3] (см. рис.1).

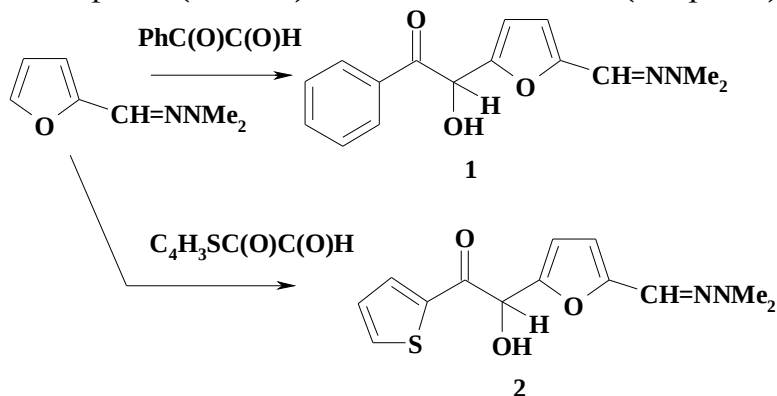


Рис.1. Схема образования α-ацилоинов **1,2**

Аналогичным образом 2-тиенилглиоксаль реагирует с 2-метилфураном с образованием α-ацилоина, 2-гидрокси-2-фурил-1-(тиенил)этан-1-она **3** [3,4] (см. рис.2).

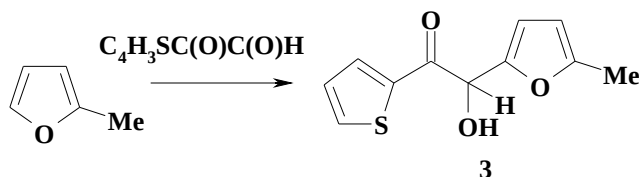


Рис.2. Схема взаимодействия 2-метилфурана с 2-тиенилглиоксальем

В то же время взаимодействие 4-галогидфенилглиоксальей 4-X-C₆H₄C(O)C(O)H (X = Cl, Br) с *N,N*-диметилгидразоном фурфурола при комнатной температуре приводит к β-ацилоинам. 2-гидрокси-2-арил-1-фурилэтан-1-онам **5a,b**, через промежуточное образование α-ацилоинов, 2-гидрокси-2-фурил-1-арилэтан-1-онов **4a,b**, склонных к спонтанной α → β ацилоиновой изомеризации [5-7] (см. рис.3).

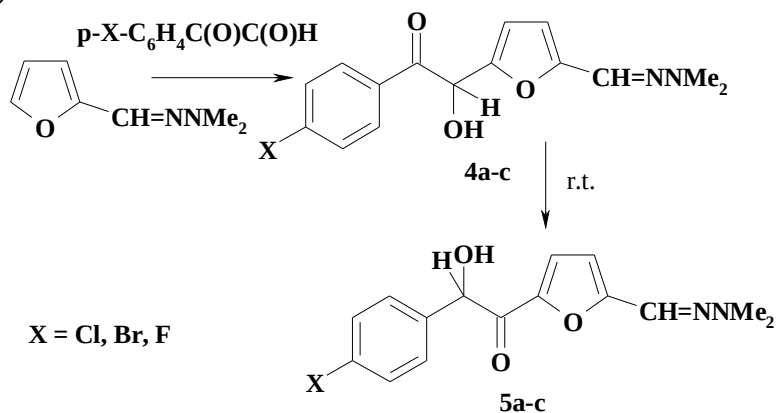


Рис.3. Схема взаимодействия 4-галогидфенилглиоксальей с *N,N*-диметилгидразоном фурфурола

4-Фторфенилглиоксаль с *N,N*-диметилгидразоном фурфурола селективно образует α -ацилоин, 2-гидрокси-2-фурил-1-арилэтан-1-он **4с**. Однако за несколько месяцев последний спонтанно изомеризуется в β -ацилоин, 2-гидрокси-2-арил-1-фурилэтан-1-он **5с** [7].

Закономерно возник вопрос – а будет ли взаимодействие фенил- и 4-галогидфенилглиоксаль с 2-метилфураном сопровождаться протеканием спонтанной $\alpha \rightarrow \beta$ ацилоиновой изомеризации? Поэтому нами было изучено взаимодействие фенилглиоксала и 4-галогидфенилглиоксаль с 2-метилфураном. Оказалось, что фенилглиоксаль при комнатной температуре с 2-метилфураном в соотношении 1:1 образует α -ацилоин, 2-гидрокси-2-фурил-1-арилэтан-1-он **6** (предварительное сообщение [8], см. рис. 4).

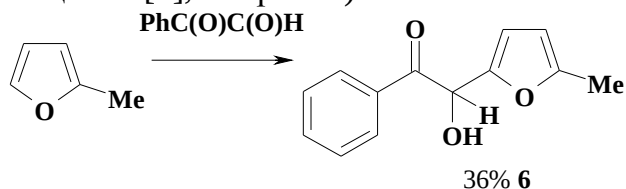


Рис.4. Схема взаимодействия 2-метилфурана с фенилглиоксалем

α -Ацилоиновая структура гидроксикетона **6** однозначно подтверждается данными спектра ЯМР ^1H и масс-спектра (см. рис. 5). При распаде молекулярного иона соединения **6** доминирует образование катиона «бензильного» типа с m/z 111 (100%) и бензоильного катиона с m/z 105 (98%).

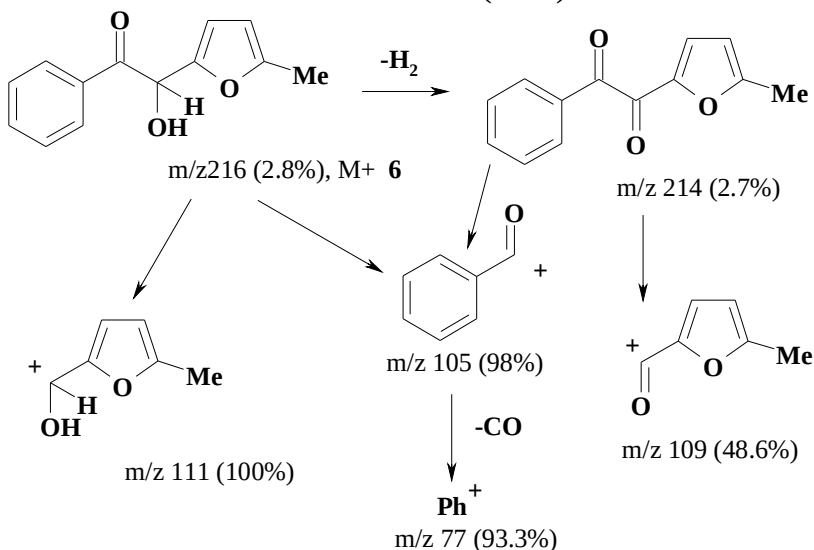


Рис.5. Схема распада молекулярного иона соединения **6** в режиме EI

Аналогично протекает взаимодействие 4-галогидфенилглиоксаль с 2-метилфураном (см. рис. 6), приводящее к селективному образованию α -ацилоинов, 2-гидрокси-2-(5'-метилфурил-2')-1-арилэтан-1-онам **7-9**. Образования изомерных β -ацилоинов не наблюдалось.

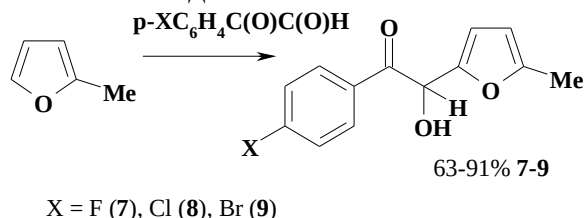


Рис.6. Схема взаимодействия 2-метилфурана с 4- $\text{XC}_6\text{H}_4\text{C(O)C(O)H}$

Строение соединений **7-9** однозначно доказывается данными спектров ЯМР ^1H , ИК-спектров и масс-спектров. В ИК-спектрах присутствуют полосы поглощения гидроксильной группы в районе $3437 - 3440 \text{ см}^{-1}$ и ароильной карбонильной группы в районе $1700 - 1695 \text{ см}^{-1}$. В спектрах ЯМР ^1H разница в значениях химических сдвигов протонов фуранового кольца находится в пределах превышает 0,3 м.д. (см. табл. 1), тогда как в 1-(2'-тиенил)-2-(2''-фурил)этан-1,2-диолах она составляет 1 м.д. и больше [4]. В α -ацилоинах **1,2** данная разница значений химических сдвигов еще меньше [2-4].

Таблица 1. Химические сдвиги фурановых протонов в 2-гидрокси-2-(5'-метилфурил-2')-1-арилэтан-1-онах $\text{ArC(=O)CHON(C}_4\text{H}_2\text{O)-Me-5 6-9}$.

соединение	Ar	$\sigma \text{ H}_{\text{Fur}}$, м.д.	
		H_{Fur}^3	H_{Fur}^4
6	Ph	6.20	5.89
7	4-F-C ₆ H ₄ -	6.21	5.91
8	4-Cl-C ₆ H ₄ -	6.21	5.90
9	4-Br-C ₆ H ₄ -	6.21	5.90
3 [4]	2-C ₄ H ₃ S-	6.31	5.94

В масс-спектрах (режим FAB, K^+) соединений **7,8** кроме пиков реперных ионов $[\text{M}+\text{K}]^+$ доминируют пики ионов $[\text{M}+\text{H}-\text{H}_2\text{O}]^+$ с m/z 217 (**7**) и m/z 235 и 233 (**8**), а также характеристичные пики ацильных катионов $\text{HalC}_6\text{H}_4\text{C}^+(\text{=O})$ с m/z 123 ($\text{Hal} = \text{F}$, **7**), m/z 141 и 139 ($\text{Hal} = \text{Cl}$, **8**).

Таким образом найдено, что взаимодействие арилглиокселей с 2-метилфураном при комнатной температуре является удобным путем получения 2-гидрокси-2-(5'-метилфурил-2')-1-арилэтан-1-онов. Протекания спонтанной $\alpha \rightarrow \beta$ ацилоиновой изомеризации не наблюдается.

Экспериментальная часть

Спектры ЯМР ^1H регистрировали на спектрометрах "Varian VXR-300" (300 МГц) Me_4Si в качестве внутреннего стандарта; приведены значения δ , м.д., КССВ (J), Гц. ИК-спектры записывали на спектрометре UR-20 в таблетках KBr. Масс-спектры записаны в режимах электронного удара (EI) и FAB (Fast Atom Bombarded, метод десорбционной ионизации, K^+ -матрица) на приборе VG 70-10EQ. Дихлорметан абсолютировали кипячением и перегонкой над P_2O_5 , гексан и бензол абсолютировали кипячением и перегонкой над натрием.

2-Гидрокси-2(5'-метилфурил-2')-1-фенилэтан-1-он 6. Раствор 1,341 г (10,00 моль) фенилглиокселя и 0,821 г (10,00 ммоль) 2-метилфурана в 8 мл бензола в запаянной ампуле выдерживали при $25 - 26^\circ\text{C}$ в течение 331 ч, затем ампулу вскрыли, реакционную смесь перенесли в колбу, удалили растворитель в вакууме, остаток обработали 10 мл CCl_4 , отфильтровали твердую фазу, сушили в вакууме. Получено 0,778 г (36 %) 2-гидрокси-2(5'-метилфурил-2')-1-фенилэтан-1-она **6**, бесцветные кристаллы, т.пл. $104 - 107^\circ\text{C}$, после перекристаллизации т.пл. $111 - 112^\circ\text{C}$ (гексан). Спектр ЯМР ^1H (300 МГц, CDCl_3): 2.20 с (3H, Me); 4.34 д (1H, CHON , $^3J = 4.6$ Гц); 5.89 д (1H, H_{Fur}^4 , $^3J = 2.0$ Гц); 5.97 д (1H, CHON , $^3J = 4.6$ Гц); 6.20 д (1H, H_{Fur}^3 , $^3J = 2.0$ Гц); 7.43 т (2H, $\text{H}_{\text{Ph}}^{3,5}$, $^3J = 7.5$ Гц); 7.55 т (2H,

H_{Ph}^4 , $^3J = 7.5$ Гц); 7.96 д (2H, $H_{Ph}^{2,6}$, $^3J = 7.5$ Гц). Масс-спектр (EI, m/z ($I_{отн.}$, %)): 216 M^+ (2.8), 215 $[M-H]^+$ (0.3), 214 $[M-H_2]^+$ (2.7), 111 $[M-Bz]^+$ (100), 109 (48.6), 105 Bz^+ (98.0), 77 Ph^+ (93.3). Найдено (%): С 72.15, Н 5.74. $C_{13}H_{12}O_3$. Вычислено (%): С 72.21, Н 5.59.

2-Гидрокси-2(5'-метилфурил-2')-1-(4''-фторфенил)этан-1-он 7. Раствор 0,444 г (2,918 ммоль) 4-фторфенилглиоксаля и 0,730 г (8,892 ммоль) 2-метилфурана в 9 мл абс. бензола в запаянной ампуле выдерживали при 17 – 19 °С 600 ч в темноте, затем ампулу вскрыли. реакционную смесь упарили в вакууме 20 мм рт. ст., остаток перекристаллизовывали из смеси CH_2Cl_2 – гексан. Получено 0,575 г (84%) 2-гидрокси-2(5'-метилфурил-2')-1-(4''-фторфенил)этан-1-она 7, желтоватые кристаллы, т.пл. 90 – 92 °С (CH_2Cl_2 – гексан). Спектр ЯМР 1H (300 МГц, $CDCl_3$): 2.22 с (3H, Me); 4.34 уш. с (1H, $\underline{CHON}$); 5.91 уш. с (2H, H_{Fur}^4 и OH); 6.21 д (1H, H_{Fur}^3 , $^3J = 3.0$ Гц); 7.11 дд (2H, $H_{C_6H_4}^{3,5}$, $^3J = 8.4$ Гц, $^{H-F}J = 8.4$ Гц); 8.00 дд (2H, $H_{C_6H_4}^{2,6}$, $^3J = 8.4$ Гц, $^{H-F}J = 8.4$ Гц). ИК-спектр (ν , cm^{-1}): 3440 (ОН), 1698 (C=O). Масс-спектр (EI, m/z ($I_{отн.}$, %)): 123 $[FC_6H_4C(O)^+]$ (100). Масс-спектр (FAB, K^+ , m/z($I_{отн.}$, %)): 273 $[M+K]^+$ (16), 217 $[M+H-H_2O]^+$ (100), 123 $[FC_6H_4C(O)^+]$ (53). Найдено (%): С 66.31, Н 4.93. $C_{13}H_{11}FO_3$. Вычислено (%): С 66.66, Н 4.73.

2-Гидрокси-2(5'-метилфурил-2')-1-(4''-хлорфенил)этан-1-он 8. Раствор 0,198 г (1,174 ммоль) 4-хлорфенилглиоксаля и 0,346 г (4,215 ммоль) 2-метилфурана в 9 мл абс. CH_2Cl_2 в запаянной ампуле при 20 – 23 °С в темноте выдерживали 120 ч, затем ампулу вскрыли, реакционную смесь упарили в вакууме 30 мм рт. ст. до объема 1 мл, к остатку добавили 5 мл гексана. Выдерживали 4 суток при 5 °С, отфильтровали выпавший осадок. Получено 0,269 г (91%) 2-гидрокси-2(5'-метилфурил-2')-1-(4''-хлорфенил)этан-1-она 8, светло-желтые кристаллы, т.пл. 86 – 88 °С (гексан). Спектр ЯМР 1H (300 МГц, $CDCl_3$): 2.22 с (3H, Me); 4.31 д (1H, $\underline{CHON}$, $^3J = 6,0$ Гц); 5.90 д и уш.с (2H, H_{Fur}^4 и OH, $^3J = 3.0$ Гц); 6.21 д (1H, H_{Fur}^3 , $^3J = 3.0$ Гц); 7.41 д (2H, $H_{C_6H_4}^{3,5}$, $^3J = 8.1$ Гц); 7.90 д (2H, $H_{C_6H_4}^{2,6}$, $^3J = 8.1$ Гц). ИК-спектр (ν , cm^{-1}): 3437 (ОН), 1695 (C=O). Масс-спектр (FAB, K^+ , m/z($I_{отн.}$, %)): 291 $[M+K]^+$ (20), 289 $[M+K]^+$ (49), 235 $[M+H-H_2O]^+$ (45), 233 $[M+H-H_2O]^+$ (100), 141 $[ClC_6H_4C(O)^+]$ (14), 139 $[ClC_6H_4C(O)^+]$ (38). Найдено (%): С 62.10, Н 4.55. $C_{13}H_{11}ClO_3$. Вычислено (%): С 62.29, Н 4.42.

2-Гидрокси-2(5'-метилфурил-2')-1-(4''-бромфенил)этан-1-он 9. Раствор 0,637 г (2,99 ммоль) 4-бромфенилглиоксаля и 0,740 г (9,01 ммоль) 2-метилфурана в 8 мл бензола выдерживали в запаянной ампуле под. аргоном при 20 °С в теч. 600 ч, затем ампулу вскрыли, отфильтровали осадок, промыли бензолом. Объединенный бензольный фильтрат упарили в вакууме 10 мм рт. ст., остаток проэкстрагировали 3 мл CCl_4 , добавили 10 мл гексана, отфильтровали выпавший осадок, фильтрат упарили в вакууме. Получено 0,558 г (63 %) 2-гидрокси-2(5'-метилфурил-2')-1-(4''-бромфенил)этан-1-она 9, желтое твердое вещество, т.пл. 69 – 70 °С (CH_2Cl_2 - гексан). Спектр ЯМР 1H (300 МГц, $CDCl_3$): 2.22 с (3H, Me); 4.30 уш. с (1H, $\underline{CHON}$); 5.90 уш.с (2H, H_{Fur}^4 и OH); 6.21 д (1H, H_{Fur}^3 , $^3J = 3,0$ Гц); 7.58 д (2H, $H_{C_6H_4}^{3,5}$, $^3J = 8.7$ Гц); 7.82 д (2H, $H_{C_6H_4}^{2,6}$, $^3J = 8,7$ Гц). ИК-спектр (ν , cm^{-1}): 3440 (ОН), 1700 (C=O). Найдено (%): С 53.08, Н 3.82. $C_{13}H_{11}BrO_3$. Вычислено(%): С 52.91, Н 3.76.

Список литературы: 1. *Штамбург В.Г., Анищенко А.О., Ивонін С.П.* 3-Арил-2-фурилхіноксалини // Міжнародна конференція «Хімія азотовмісних гетероциклів. ХАГ - 2000» : Тез. доп. – Харків, 2000. – С.117. 2. *Ивонин С.П., Анищенко А.А., Самуха А.В., Лапандин А.В., Сердюк В.Н., Плешкова А.П., Штамбург В.Г.* Арилфуриллацилоины // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Хімія – 2000. – Вип. 5. – С. 27 – 32. 3. *Штамбург В.Г., Анищенко А.А., Штамбург В.В., Плешкова А.П., Лапандин А.В., Димитрова И.С., Ивонин С.П.* Синтез несимметричных ацилоинов и их гетероаналогов на основе 2-тиенилглиоксала // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Хімія – 2002. – Вип. 8. – С. 49 – 56. 4. *Штамбург В.В., Анищенко А.А., Дистанов В.Б., Успенский Б.В., Герасименко М.В., Штамбург В.Г.* Синтез 1-(2'-тиенил)-2-(2''-фурил)дионов-1,2 // Вопросы химии и хим. Технологии. 2010, №6. – С.33 – 36. 5. *Штамбург В.Г., Анищенко А.А., Клоц Е.А.* 2-арил-1-(2-фурил)-ацилоины. Возможность непосредственного получения из N,N-диметилгидразона фурфурола // Вісн. Дніпропетр. Ун-ту. Хімія – 2003.. – Вип. 9. – С. 67 – 70. 6. *Анищенко А.А., Штамбург В.В., Дистанов В.Б., Мазепа А.В.* Спонтанная α - β ацилоиновая изомеризация при комнатной температуре. Конденсация 4-хлорфенилглиоксала с N,N-диметилгидразоном фурфурола // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Хімія – 2006, № 8.. – Вип. 12. – С. 63 – 68. 7. *Анищенко А.А., Штамбург В.В., Клоц Е.А., Вазепа А.В., Плетенец А.В., Штамбург В.Г.* Кондесация 4-галоидфенилглиоксала с N,N-диметилгидразоном фурфурола. Новые случаи спонтанной ацилоиновой изомеризации. // Вісн. Дніпропетр. Ун-ту. Хімія – 2009, № 3/1.. – Вип. 15. – С. 146 – 151. 8. *Ivonin S.P., Lapandin A.V., Shtamburg V.G., Anishchenko A.A.* Reaction of Aryl glyoxals with Electron-Rich Benzenes and π -Excessive Heterocycles. Facile Synthesis of Heteroaryl α -Acyloines // Synth. Commun. – 2004. – V. 34, N 3. – P.451 – 461.

Поступила в редколлегию 19.03.2011

УДК 539.3:004.942

В.И. ОЛЕВСКИЙ канд. техн. наук, доц., КТБМ ГВНЗ УДХТУ,
г. Днепропетровск

**ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОБОЛОЧЕК
С НЕСОВЕРШЕНСТВАМИ**

Показана возможность использования пространственной изменчивости собственных свободных колебаний тонкостенной цилиндрической оболочки с регулярными и нерегулярными несовершенствами для оценки величины ее несущей способности при действии осевого сжатия. Ключевые слова: изменчивость, устойчивость, несовершенства.

Показана можливість використання просторової змінності власних вільних коливань тонкостінної циліндричної оболонки з регулярними і нерегулярними недосконалостями для оцінки величини її несучої здатності при дії осевого стиснення. Ключові слова: змінність, стійкість, недосконалість.

The possibility of using the spatial variability of their own free vibrations of thin-walled cylindrical shell with regular and irregular imperfections is shown for estimation of its load-carrying capacity under the action of axial compression. Key words: variability, stability, imperfections.

1. Введение

Реальные крупногабаритные оболочечные конструкции являются сложными пространственными сооружениями, форма которых не совпадает с идеальными обводами, предусмотренными в конструкторской документации. Причиной этого является особенность технологии изготовления, сборки и транспортировки оболочек. Потеря устойчивости является основной причиной разрушения оболочек, при этом величина критических усилий существенно отличается от расчетной нагрузки. Поэтому возникает необходимость усложнения расчетных схем, используемых для описания реального поведения оболочечных конструкций.

Собственная форма колебаний является одной из интегральных характеристик оболочек, и относится к фундаментальным понятиям механики конструкций. В частности, она отражает важную особенность системы, связанную с ее жесткостью в поперечном направлении. Несовершенства формы оболочек приводят к существенной неоднородности докритического деформирования, и, как следствие, к большим поперечным изгибам вплоть до уровня геометрической нелинейности. Поэтому влияние технологических несовершенств на несущую способность должно быть связано с близостью формы докритического деформирования к форме собственных колебаний конструкции.

В работах [1, 2] для продольно сжатых тонкостенных круговых цилиндрических оболочек введено понятие «статического резонанса» и

обосновано существование этого явления путем анализа экспериментальных и расчетных данных. Сущность статического резонанса заключается в том, что при совпадении окружной изменяемости первого тона собственных свободных поперечных колебаний с изменяемостью несовершенств, силового набора или нагрузки, происходит наибольшее снижение несущей способности конструкции. Изучению этой взаимосвязи и посвящена настоящая работа.

2. Описание экспериментальных исследований.

Исследования проводились на основе структурно-экстраполяционного анализа и многофакторных экспериментов по изучению влияния технологических несовершенств на параметр устойчивости продольно сжатой цилиндрической оболочки [3-5]. Применение многофакторного подхода позволяет корректно решить задачу о нелинейном совместном влиянии несовершенств на несущую способность конструкции. В экспериментах участвовали тонкостенные оболочки диаметром 0,143 м, толщиной стенки $2,5 \times 10^{-4}$ м и длиной 0,2 м, изготовленные из стали марки Х18Н9-н. Статистические характеристики факторов приведены в табл. 1. Были реализованы двухфакторные эксперименты второго порядка на двух уровнях α и a/b , на двух уровнях овальности нижнего $(a/b)_H$ и верхнего $(a/b)_B$ торцов при $\alpha = 2^\circ 16'$, а также на двух уровнях A_T и пяти уровнях n_T .

Таблица 1 - Статистические характеристики факторов

Описание переменных	Условные обозначения	Единица измерения	Среднее значение	Размах
Конусность	a	минуты	96	40
Овальность	a/b	—	0,9	0,039
Неплоскостность				
Амплитуда	A_T	м	$1,5 \times 10^{-4}$	$4,80 \times 10^{-5}$
Число волн	n_T	—	12	5

Испытанию на устойчивость на машине УМЭ-10ТМ подвергались оболочки с овальностью по нижнему и верхнему торцу, равной 0,84 и 0,96 и конусностью равной $0^\circ 56'$ и $2^\circ 16'$, а также с числом волн неплоскостности по нижнему торцу n_T , равным 2, 5, 8 и 37 и амплитудой A_T 0,15 мм и 0,25 мм.

3. Анализ экспериментальных данных

Испытания показали, что истощение несущей способности оболочек с неплоскостностью происходит преимущественно в два этапа — вначале достигается точка бифуркации, затем предельная точка. Для неплоскостности характерно соответствие прогибов числу волн и смещение их к возмущенному торцу. При этом если форма докритического изгиба близка к закритической по окружной изменяемости, то обе точки сливаются, и потеря устойчивости происходит в предельной точке. Значение критических напряжений в этом случае минимально.

Потеря несущей способности оболочки с конусностью и овальностью происходит в один этап, путем достижения предельной точки. Потеря устойчивости конической оболочки с одинаковой малой овальностью торцов

происходит по общей форме, близкой к собственной форме потери устойчивости овальной цилиндрической оболочки при действии равномерного осевого сжатия, но смещенной к большему торцу. На одной стороне оболочки появляются два - три пояса вмятин, расположенных у большего торца. Они охватывают панель меньшей кривизны и распространяются на боковую часть панелей большей кривизны. Локальные вмятины имеют относительно большие размеры и образуют регулярную не замкнутую форму выпучивания. Увеличение конусности и одинаковой овальности торцов приводит к смещению зоны волнообразования в продольном направлении к меньшему торцу при сохранении общего характера выпучивания. При высокой конусности (в пределах данного эксперимента) увеличение овальности нижнего торца при сохранении формы верхнего увеличивает продольную локализацию выпучивания, смещая вмятины еще ближе к нижнему торцу при сохранении изменчивости в окружном направлении. Наоборот, превалирование при высокой конусности овальности верхнего торца приводит к существенному смещению вмятин к торцу с большей овальностью.

По результатам эксперимента построены математические модели вида

$$K \times 10^2 = 20,505 + 0,563A_T - 2,519n_T - 0,506A_T n_T + 7,513n_T^2,$$

при $(a/b)_H^0 = (a/b)_B^0 = (a/b)^0$

$$K \times 10^2 = 37,9 + 0,29a^0 - 1,2(a/b)^0 - 1,4a^0(a/b)^0$$

при $a^0 = 1$

$$K \times 10^2 = 34,6 - 1,7(a/b)_H^0 - 0,33(a/b)_B^0 - 1,3(a/b)_H^0(a/b)_B^0$$

где $(...)^0$ — стандартизированная величина; $K = T_{кр} / 2pEd^2$ — коэффициент критических безразмерных напряжений; $T_{кр}$ — критическое значение сжимающей нагрузки; E — модуль Юнга.

Полученные модели адекватны экспериментальным данным по критерию Фишера при 5%-ном уровне значимости. Присутствие в ней значимых членов второго порядка указывает на существенную нелинейность взаимосвязи параметров. Соответствующие им поверхности парных взаимодействий приведены на рис 1. Их анализ показывает, что для неплоскостности (рис 1а) в целом характерна зависимость, близкая к аналогичной для неоднородного осевого сжатия [2]. При этом увеличение амплитуды неплоскостности сдвигает кривую влево, изменяя тем самым значение наихудшего сочетания параметров несовершенств.

Для овально-конических оболочек увеличение одиночных несовершенств значительно снижает несущую способность оболочки. Кроме того, в рассматриваемых пределах овальность имеет большее влияние на параметр K , чем конусность (рис. 1б). При этом одновременное увеличение конусности и овальности может привести к повышению несущей способности до уровня, соответствующего бездефектной оболочке. Это является существенно нелинейным эффектом, который не мог быть найден в результате однофакторных экспериментов.

При развитой конусности овальность нижнего торца оказывает более значимое влияние на параметр критических усилий, чем овальность верхнего торца (рис. 1в). Совместное увеличение овальности торцов приводит к повышению несущей

способности, что также является существенно нелинейным эффектом и хорошо согласуется с результатами, представленными на рис. 1б.

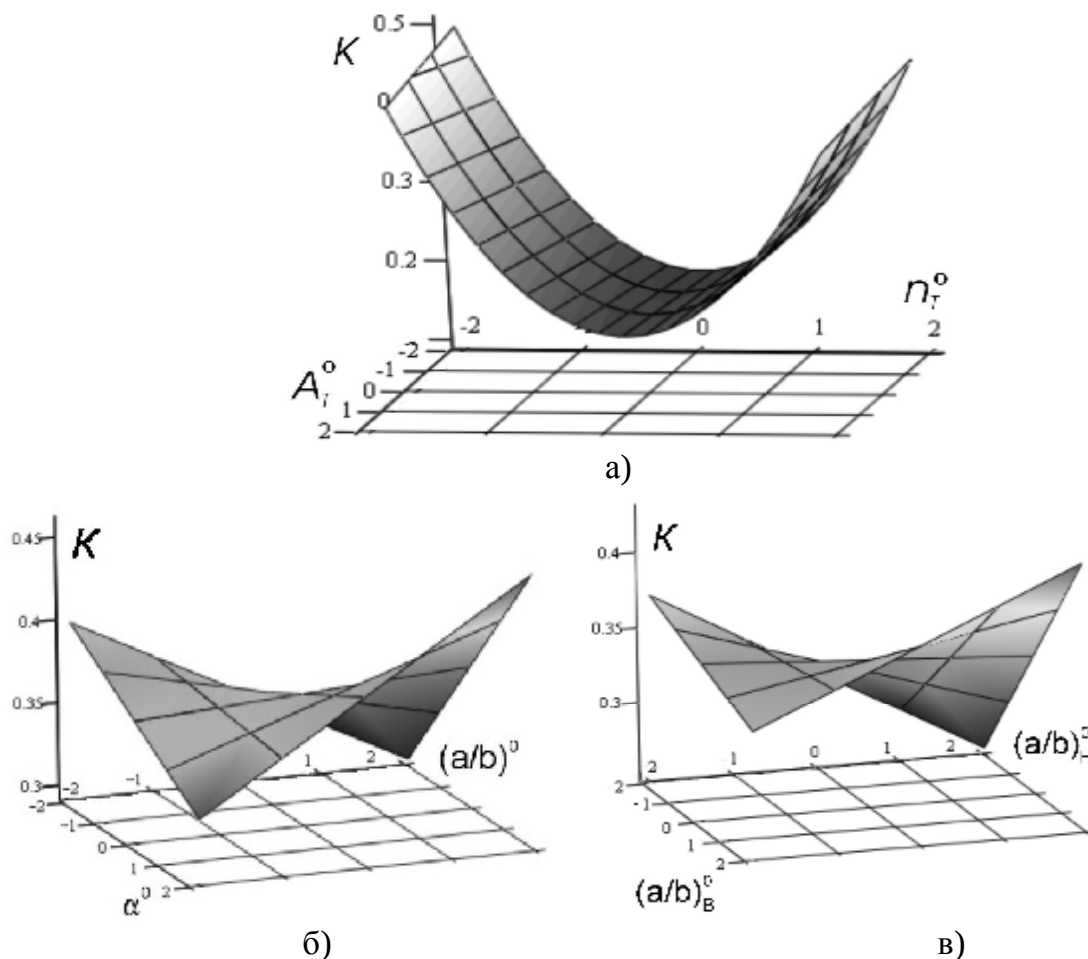


Рис.1. Поверхности парных взаимодействий несовершенств для неплоскостности (а), конусности с овальностью (б) и конусности с разноовальностью (в)

4. Оценка частоты поперечных колебаний

Изменение параметров несовершенств приводит к смещению частот свободных колебаний. Для неплоскостности, имеющей регулярную изменяемость, совпадающую с числом волн n_T , можно применить расчетные данные, полученные в работах Красовского В.Л. с соавторами [1,2] относительно неоднородного сжатия. При этом следует более детально рассмотреть влияние концентрации напряжений, которое может быть вызвано увеличением амплитуды волн неплоскостности, на окружную частоту собственных колебаний оболочки.

Вместе с тем, данный подход хорошо согласуется и для других типов рассмотренных несовершенств, изменяемость которых не совпадает с изменяемостью деформирования. Так, известны исследования [6] цилиндрических оболочек с эллиптическим поперечным сечением на основе метода голографической интерферометрии, которые демонстрируют, что в цилиндрических оболочках эллиптического сечения наблюдается понижение частот основного тона с увеличением эксцентриситета, при этом уменьшается число волн в окружном направлении. Модели изготавливались из рулонной стальной ленты, длина периметра для оболочек была постоянной и равнялась

длине окружности радиуса $R = 44 \text{ мм}$. Исследовались оболочки средней длины L с параметрами $L/R = 1,13 \div 3,41$ и $R/h = 183 \div 367$. Отношение малых a больших b и полуосей для оболочек варьировалось в пределах $a/b = 0,33 \div 1$. Если для круговой оболочки низший тон соответствовал одной полуволне в продольном направлении и шести волнам в окружном, то для $a/b = 0,50 \div 0,66$ – соответственно одной и пяти, а для $a/b = 0,33 \div 0,40$ – одной и четырем.

Аналогичные результаты были получены в работе [7] для консольных оболочек четырех типов с различным эксцентриситетом. С увеличением эксцентриситета для сечения оболочек наблюдалось понижение частот колебаний.

Хорошо известны также данные по теоретическому и экспериментальному исследованию колебаний конических оболочек [8]. Экспериментальные исследования проводились на шести сварных образцах из листового алюминиевого сплава толщиной $h = 1 \text{ мм}$, параметры которых варьировались в пределах $a = 15^\circ \div 75^\circ$, $L/R = 1,55 \div 7,73$ и $R/h = 90 \div 360$ (в качестве R рассматривается радиус кривизны оболочки). Анализ данных показал, что при увеличении малых углов конусности a до 40° окружная частота первого тона колебаний увеличивается.

Таким образом, увеличение овальности понижает окружную частоту, а увеличение конусности – повышает ее. Эта разнонаправленность влияния несовершенств хорошо качественно поясняет поведение математических моделей, приведенных в п. 3.

Аналогичные результаты дает и расчет собственной частоты линейных колебаний овально-конической оболочки с эллиптическим поперечным сечением по методике [9].

5. Выводы

Проведенные исследования показывают, что применение динамических характеристик для определения несущей способности неоднородно деформируемых оболочек является эффективным инструментом предварительной оценки работоспособности тонкостенных конструкций. Использование окружной частоты нижнего тона собственных колебаний конструкции, рассчитанных по линейной теории или полученных экспериментально, к оценке опасных сочетаний амплитуд несовершенств оболочки с близкой пространственной частотой позволяет уменьшить объем вычислений и может стать удобным способом расчета. Показана возможность оценки величины критических усилий для цилиндрических оболочек как для случая регулярных возмущений, так и для возмущений, чья изменяемость не совпадает с характером деформирования. Показано, что изменение параметров несовершенств приводит к смещению частот свободных колебаний и, тем самым, позволяет судить об изменении величины критических нагрузок. Это позволяет использовать результаты анализа данных неразрушающих экспериментов по определению собственной пространственной формы колебаний изучаемого объекта к оценке его несущей способности.

Список литературы: 1.Красовский В.Л. О явлении «статического резонанса» в тонкостенных цилиндрических оболочках //Новини науки Придніпров'я. –2004. -№6. –С.54-64. Красовский В.Л., Колесников М., Шмидт Р. «Статический резонанс» в цилиндрических оболочках при периодически неоднородном сжатии (эксперимент и численное исследование) // Theoretical Foundations in Civil Engineering. -Warsaw: WPU. -2008. -Р.87-96 2.Моссаковский, В. И. Деформирование и устойчивость технологически несовершенных цилиндрических оболочек при неоднородном напряженном состоянии [Текст] / В. И. Моссаковский, А. М. Мильцын, В. И. Олевский // Проблемы прочности. – 1990. - №12. - С.28-32. 3.Мильцын, А. М. Многофакторное исследование продольно сжатых цилиндрических оболочек с технологическими несовершенствами типа конусности и овальности [Текст] / А. М. Мильцын, В. И. Олевский, В. В. Плетин // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій. – 2010. – № 14. – С. 254-266. 4.Пилов, П. И. Моделирование и структурно-экстраполяционный анализ в задачах обогащения [Текст]: монография / П. И. Пилов, А. М. Мильцын, В. И. Олевский - Д.: Наука та освіта, 1992. – 174 с. 5.Кузнецов, Ю. М. Исследование собственных колебаний цилиндрических оболочек эллиптического сечения методом голографической интерферометрии [Текст] / Ю. М. Кузнецов, А. К. Шалабанов // Исследования по теории пластин и оболочек. - Казань, Изд-во КХУ. - вып. 17, №2. - 1984. – С. 133-140. 6.Сальников, Г. М. Собственные колебания усеченных конических оболочек кругового и эллиптического сечения [Текст] / Г. М. Сальников // Исслед. по теор. пластин и оболочек. – вып. 6, №7. – 1970. - Казань: Изд-во Казанского ун-та.- С. 587–596. 7.Преображенский, И. Н. Устойчивость и колебания конических оболочек [Текст]: монография / И. Н. Преображенский, В. З. Грицак. – М., 1986. – 240 с. 8.Агеносов Л. Г., Свободные колебания и устойчивость конических оболочек произвольного поперечного сечения [Текст] / Л. Г. Агеносов, А. В. Саченков // Исслед. по теор. пластин и оболочек, вып. 4. – 1966. - Казань: Изд-во Казанского ун-та.- С. 342–355.

Поступила в редколлегию 19.03.2011

УДК 621.225; 669.162

І.І. БІЛОКОНЬ, пом. директора, СП ЗАТ «ХЕМЗ-ІРЕС»
В.О. ЯРУТА, канд. техн. наук, викладач ХДАК, м. Харків
Р.В. СУШИЛОВ, інженер-технолог, СП ЗАТ «ХЕМЗ-ІРЕС»
О.М. ЯРУТА, канд. техн. наук, провідний інженер-технолог,
 СП ЗАТ «ХЕМЗ-ІРЕС», м. Харків
І.П. ГРЕЧКА, канд. техн. наук, ас., НТУ «ХПІ»

УНІВЕРСАЛІЗАЦІЯ ВИМІРЮВАНЬ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЯКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ З ГІДРОЗАХИСТОМ

Описан прибор для измерения толщины немагнитного антифрикционного твердого слоя в пяте, корпус которой изготовлено из стали, и количества карбидной составляющей в аустенитном чугуна корпуса подшипника.

Описано універсальний прилад для вимірювання товщини немагнітного антифрикційного твердого шару у п'яті, корпус якої виготовлено із сталі, та кількості карбідної складової у аустенітному чавуні корпуса підшипника.

Is described the device for measurement of thickness of not magnetic antifrictional firm layer in footstep which case it is made of steel, and quantities carbide by a component in austenitic pig-iron of the case of the bearing .

Вступ. Видобуток та транспортування нафти проходить в екстремальних умовах роботи електродвигуна з гідрозахистом, що вимагає використання матеріалів з особливими властивостями. Зокрема, на робочій поверхні деталі електродвигуна – п'ята, корпус якої виготовлено із сталі, необхідно мати антифрикційний твердий шар, а матеріалом для корпусів підшипників ковзання є високолегований чавун, який повинен мати структуру аустеніту [1]. Дослідження на металографічному мікроскопі зразків металу, видержаних при низьких температурах, дозволило виявити у їх структурі карбіди, яких може бути у межах від 0 до 30 % [2]. Відомо, що карбідні складові мають магнітні властивості та впливають на зміну лінійних розмірів деталей. Останнє може викликати заклинювання ротора двигуна [3]. Тому, перед збиранням нового двигуна необхідно бути упевненим, що деталі, які використовуються, відповідають кресленням. Але застосування традиційної техніки та приладів контролю якості при виготовленні двигунів невеликими партіями призводить до неоправданого збільшення їх собівартості, порівнюючи з їх масовим виробництвом. Отже, актуальною є задача зменшення витрат на проведення контрольних робіт зі збереженням якості їх виконання. Вона може вирішуватись завдяки універсалізації контрольних вимірювань шляхом створення й застосування доступного за ціною, універсального, портативного та простого у виготовленні і обслуговуванні приладу для вимірювання товщини антифрикційного шару у п'яті та кількості карбідних складових у чавуні корпусу підшипника електродвигунів із гідрозахистом.

Аналіз літературних джерел. В основу роботи приладу, описаного в роботі [4], покладено метод магнітного неруйнівного контролю. Робота приладу базується на визначенні сили взаємодії постійного магніту з феромагнітним матеріалом. Відомі прилади В-166, ИТП-1 [5], які визначають товщину немагнітних та слабомагнітних покриттів, нанесених на феромагнітну основу, мають невеликі межі вимірювання та малу силу взаємодії магніту. Так, наприклад, прилад ИТП-1 для вимірювання притискають торцем корпусу та магніту до поверхні покриття, та повільно розтягують пружину до відриву магніту від поверхні. За величиною розтягнення пружини, використовуючи додану до приладу номограму, визначають товщину покриття. Але цим приладом неможливо визначити чистоту структури чавуну від карбідів.

Відомо, що аустеніт – слабомагнітний або парамагнітний. Навіть невеликі домішки карбідів у структурі аустеніту чавуну різко змінюють його взаємодію з магнітом. Тому, магнітний метод часто застосовується при дослідженнях перетворень переохолодженого аустеніту. Цю властивість використовують у приладах для контролю кількості карбідних складових у структурі високолегованого чавуну деталей. В таких приладах використовують магніти з великою силою взаємодії і тому ці прилади не придатні, щоб виміряти товщину шару немагнітного твердого покриття на феромагнітному матеріалі. Конструювання приладу, який забезпечував би визначення товщини твердого антифрикційного немагнітного шару у п'яті та визначав кількість карбідів, які дають збільшення розмірів деталей у допустимих межах або відсутність росту розмірів корпусу підшипника після перебування при низьких температурах,

використовуючи загальну особливість обох вимірювань – властивість змінювати силу магнітної взаємодії, розглянуто в цій роботі. Таким чином, товщина антифрикційного шару та кількість карбідів у структурі чавуну визначаються після вимірювання величини сили відриву магніту.

Тобто, до конструкції пристрою, який використовується при вимірюваннях товщини шару немагнітних або слабomagнітних покриттів і, який складається з грамометра [6], на кінці щупа якого, закріплено постійний магніт, додається ще один постійний магніт з силою відриву на порядок більшою, що забезпечує визначення кількості карбідних складових у структурі чавуну. Відомо [7], що магнітні прилади, які використовують магніто-відривний метод, прості по конструкції, як правило, портативні, час вимірювання складає 5 – 6 секунд.

Вибір розташування приладу при вимірюваннях. Вимірювання товщини немагнітного антифрикційного шару (рис. 1), який знаходиться у корпусі з конструкційної сталі, а також вимірювання кількості карбідної складової у матеріалі корпусу підшипника. При вимірюваннях передбачається, що п`ята та корпус підшипника нерухомі. Тобто, відривання магніту від поверхні деталі не може перемістити деталь. Вимірювання проводять на немагнітному столі. При вимірюваннях шкала приладу має бути доступною для зняття показань.

Якщо антифрикційний шар розташовано горизонтально або вимірювання кількості карбідної складової проводимо у вертикальній площині (див. рис. 1 а, б), то сила відриву $F_{\text{відр}}$ магніту від поверхні антифрикційного шару або корпусу підшипника дорівнює:

$$F_{\text{відр}} = F_{\text{взаєм}} \pm mg, \quad (1)$$

де $F_{\text{відр}} = kx$; k – коефіцієнт пружності – стала величина для даної пружини; x – величина розтягнення пружини або ж відлік за шкалою приладу; $F_{\text{взаєм}}$ – сила взаємодії магніту з матеріалом, який розташований за немагнітним антифрикційним шаром (тобто зі сталлю, з якої виготовлено корпус п`яти) або з матеріалом корпусу підшипника; m – маса магніту; g – прискорення вільного падіння.

Знак «+» використовують, якщо магніт розташовано над антифрикційним шаром або над корпусом підшипника (див. рис. 1, а). Знак «–» використовують, коли магніт розташовано під антифрикційним шаром або під корпусом підшипника (див. рис. 1, б). При таких вимірюваннях значно збільшується похибка, яка залежить від маси магніту, а також викликана людиною, тому що не зафіксовано напрямку відриву магніту. Очевидно, що використовувати такі види вимірювань не раціонально.

При вимірюваннях товщини антифрикційного шару, який розташовано вертикально, або вимірювання кількості карбідної складової проводимо в горизонтальній площині, то для визначення величини діючих сил використовують відомі рівняння:

$$\Sigma F_x = 0; \quad (2)$$

$$\Sigma M_0(F_i) = 0. \quad (3)$$

Проекція усіх сил на вісь «у» дає: $N - mg = 0$,

де N – сила нормального тиску. У відповідності з рівнянням (2), сила відриву $F_{\text{відр}}$ магніту від антифрикційного шару чи корпусу підшипника

дорівнює:

$$F_{\text{відр}} = F_{\text{взаєм}} + F_{\text{тертя}}, \quad (4)$$

де $F_{\text{тертя}}$ – сила тертя при русі стрілки приладу, яку можна позначити як таку, що має незначну величину при вимірюваннях товщини антифрикційного шару.

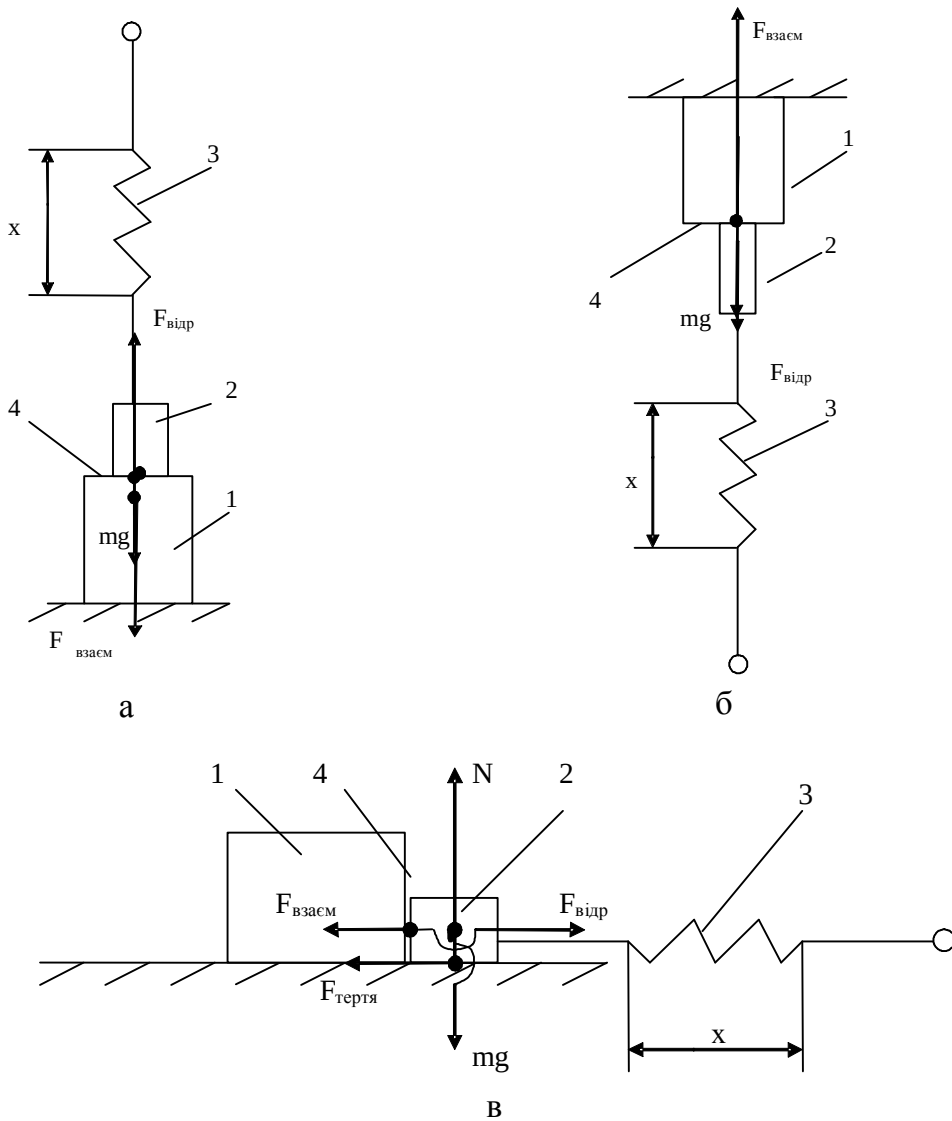


Рис. 1. Схема розташування приладу при вимірюваннях товщини антифрикційного шару та кількості карбідів проводиться: а – відривом магніту вгору; б – відривом магніту вниз; в) – відривом магніту по горизонталі. 1 – деталь; 2 – магніт; 3 – пружина грамометра (динамометра); 4 – поверхня дотику

При вимірюваннях кількості карбідних складових у структурі чавуну

$$F_{\text{тертя}} = \mu m_1 g,$$

де μ – коефіцієнт тертя, який виникає при русі додаткового магніту по поліетиленовій плівці; m_1 – маса додаткового магніту.

Сума моментів кругом точки О (рівняння (3)) показує, що точки прикладання сил взаємодії та відриву не можуть співпадати. У загальному вигляді:

$$kx = f_m(y) + F_{\text{вн}}, \quad (5)$$

де $f_m(y)$ – фактор, що викликає зміну сили магнітної взаємодії (товщина антифрикційного шару, кількість карбідних складових); $F_{\text{вн}}$ – внутрішні сили.

Із (5) одержуємо: $x = [f_m(y) + F_{\text{вн}}]1/k$. Тобто всі лінії на номограмі, що побудовані для одного динамометра (грамометра), але для різних умов експерименту (горизонтально, вертикально), мають бути паралельними.

Таким чином, розглянуті три варіанти розташування приладу при вимірюваннях показують, що необхідно, щоб прилад при вимірюваннях розташовувався горизонтально (шкалою ввверх), а антифрикційний шар – вертикально. Корпус підшипника кладуть на немагнітний стіл.

Вимірювання величини сили відриву магнітів при відомих величинах товщини немагнітного антифрикційного шару. При виготовленні дослідної партії деталей одну із п'ят розрізували перпендикулярно поверхні антифрикційного шару. Виготовляли шліф. На універсальному вимірювальному мікроскопі УИМ–21 визначали товщину шару, його структуру, наявність раковин та інших дефектів з метою, щоб деталі задовольняли замовника. Вимірювання, які проведені з використанням лабораторної аналітичної ваги при таруванні грамометра, наведені в табл. 1.

Вимірювання у п'яті відомої товщини антифрикційного шару магнітом з грамометром ГМ–1–500, наведені у табл. 2. Графік залежності величини сили відриву магніту від поверхні антифрикційного шару показано на рис. 3. З достовірністю більшою ніж 0,9 ($R^2 = 0,946$) одержаним даним відповідає логарифмічна крива. Візуально нижня частина логарифмічної кривої геометрично наближається до прямої лінії. Часто при виготовленні промислової продукції використовуються товщини антифрикційного шару в межах 0,35 – 2,5 мм. Тому проведено дослід з замірами товщин антифрикційного шару у відповідності зі схемами, показаними на рис. 1. Одержані середні величини багатьох вимірювань показано в табл. 3 та на рис. 4.

Таблиця 1.Тарування грамометра ГМ-1-500 за № 06233 з магнітом, який закріплено на кінці щупа

Навантаження на шальках терезів, г		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Величина показань на шкалі грамометра з магнітом, mN	*ПГС	-30	20	100	155	205	265	315	365	420	485	525
	ГС	-40	35	90	145	195	255	315	369	425	470	540

*ПГС – показання приладу при русі стрілки приладу за годинниковою стрілкою.
ГС – показання приладу при русі стрілки приладу проти годинникової стрілки.

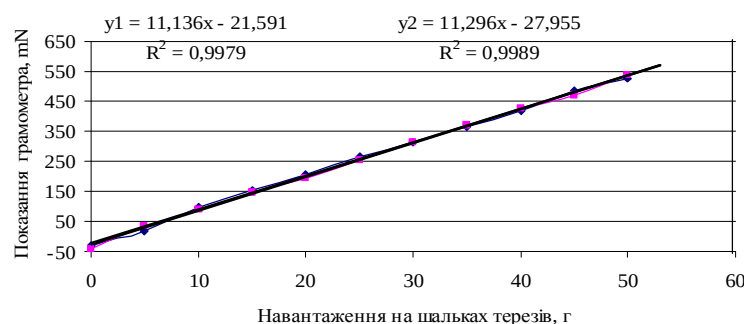


Рис. 2. Тарування манометра з магнітом, який закріплено на кінці щупа: y_1 – величина параметра для ПГС; y_2 – величина параметра для ГС

Графік залежності показань грамометра від навантажень на шальках терезів показано на рис. 2, де проведені прямі лінії та їх рівняння з достовірністю апросимації близької до одиниці.

Таблиця 2. Вимірювання у п'яті відомої товщини антифрикційного шару магнітом з грамометром ГМ-1-500

Параметр	Величина									
Сила відриву, mN	440	370	300	200	240	220	170	120	70	70
Товщина антифр. шару, мм	0	0,35	0,78	1,5	1,59	1,7	2,05	2	2,8	3

Продовження табл. 2

100	80	70	50	70	70	40
3	3,2	3,4	3,4	3,4	3,6	4,5

Таблиця 3. Зв'язок величини сили відриву магніту з товщиною антифрикційного шару та розташуванням пристрою при вимірюваннях

Параметр	Величина параметру				Див. на рис.4
Товщина антифрикційного шару, мм	3	1,5	0,3	0	Вісь у
Вимірювання за схемою а (див. рис. 1), mN	41	152	249	280	пряма у1
Вимірювання за схемою б (див. рис. 1), mN	97	206	310	340	пряма у2
Вимірювання за схемою в (див. рис.1), mN	76	181	293	310	пряма у3

З таблиці 2 та рис. 3 витікає, що, з достовірністю близькою до 1 (R^2 більше 0,99), відрізок товщини антифрикційного шару в межах 0,35 – 2,5 мм описується прямими лініями. Лінії характеризуються нахилом, який має бути однаковим при ідеальних вимірюваннях.

Передбачаючи, що нерівнозначність нахилів характеризує похибку (Π) вимірювань, визначаємо найбільшу похибку вимірювань

$$\Pi = (0,0126 - 0,0123)100/0,0126 = 2,38 \%$$

Таким чином, постійні похибки вимірювань складають всього 2,38%.

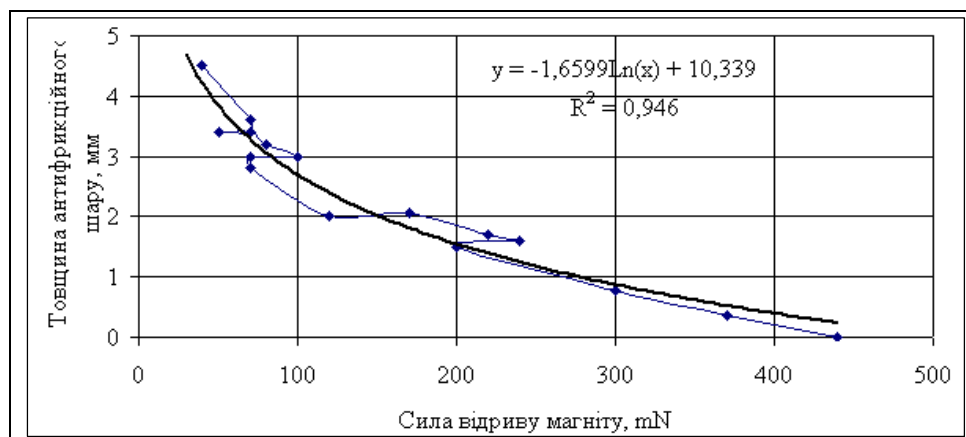


Рис. 3. Сила відриву магніту від антифрикційного шару

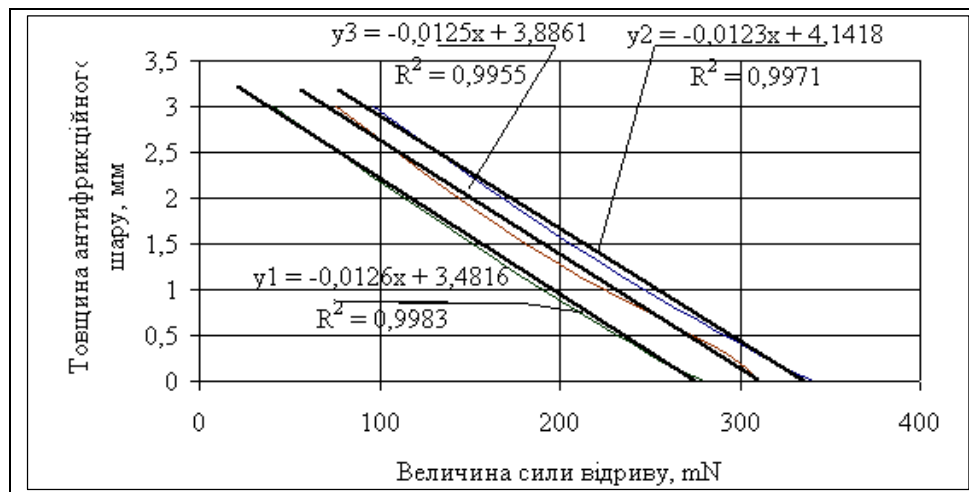


Рис. 4. Залежність сили відриву від поверхні антифрикційного шару та розташування пристрою при вимірюваннях

Вимірювання величини кількості карбідів магнітним методом при відомих величинах кількості карбідів, визначених за допомогою мікроскопа. При виготовленні дослідної партії деталей корпусів підшипників визначали кількість карбідної фази у структурі чавуну, що дозволило провести паралельні виміри сили відриву магніту від деталі, використовуючи магніти з грамометром ГМ-1-500. Виміри сили відриву магніту від деталі визначили найбільший вміст кількості карбідів у структурі (10 % площі), що забезпечує відсутність росту розмірів деталі або ріст у допустимих межах. Сила відриву магніту від деталі при такому вмісті карбідної фази складає 155 mN. Дані чотирьох вимірювань наведено у табл. 4 та показано на графіку (рис. 5).

Таблиця 4. Вимірювання у чавуні відомої кількості карбідної фази магнітами з грамометром

Сила відриву, mN	50	95	155	200
Кількість карбідної фази, % площі	0	5	10	15

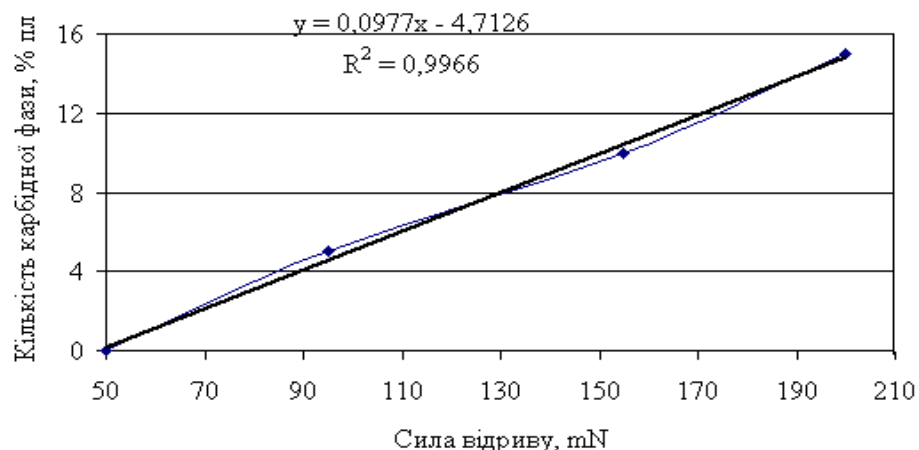


Рис. 5. Залежність сили відриву від кількості карбідної фази

Наведена також формула залежності параметрів, а також достовірність лінійної апроксимації, яка близька до одиниці.

Метою роботи є розробка універсального приладу для вимірювання товщини антифрикційного шару та кількості карбідних складових у чавуні.

Універсальний прилад для вимірювання товщини антифрикційного шару та кількості карбідних складових у чавуні. Розроблений прилад (рис. 6) може бути використаний для контролю товщини шару немагнітного матеріалу на феромагнітній підкладці та контролю кількості карбідної складової у структурі високолегованого немагнітного матеріалу на основі заліза, в тому числі, визначення товщини антифрикційного шару на торці поверхні деталі – п'ята та межі магнітної взаємодії карбідної складової металу корпусу підшипника з постійним магнітом у структурі аустенітного чавуну деталі – корпус підшипника.

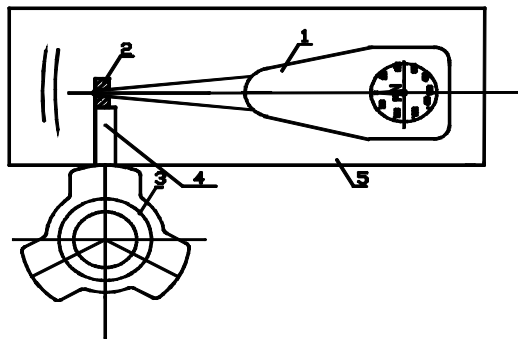


Рис. 6. Схема приладу для вимірювання товщини антифрикційного шару та кількості карбідних складових у чавуні: 1 – грамметр ГМ-1-500; 2 – постійний магніт з малою силою відриву; 3 – деталь; 4 – постійний магніт з великою силою відриву; 5 – поліетиленова плівка

Карбідної складової має бути в такій кількості, яка не повинна збільшувати розмір корпусу підшипника, після перебування деталей при низьких температурах, зверх передбаченого відхилення.

Грамометр, який проходить механічні та кліматичні випробування: на ударну міцність з прискоренням 7g, на теплостійкість з впливу температури 50⁰С; на холодостійкість з впливу температури мінус 40⁰С; на вологостійкість з відносною вологістю повітря 95% при температурі 40⁰С. Імовірність безвідмовної роботи за 10 000 використань має бути не менше 0,9. Середній термін служби не менше 6 років, середній ресурс не менше 1 млн.

використань. Коефіцієнт технічного використання повинен бути не менше 0,95.

Постійний магніт з малою силою відриву нерухомо закріплений на кінці щупа грамметра. Магніт виготовлений із порошкових матеріалів. Постійний магніт, який додається при визначенні кількості карбідних складових у мікроструктурі чавуну, виготовлений литтям. Роботи при визначенні кількості карбідних складових у мікроструктурі чавуну проводяться на поліетиленовій плівці.

Висновки. Розроблено універсальний прилад для вимірювання товщини антифрикційного шару та кількості карбідних складових у чавуні. Вибрано розташування приладу при вимірюваннях та відпрацьована технологія неруйнівного контролю товщини немагнітного антифрикційного шару у п'яті в межах 0,35 – 2,5 мм та визначення кількості карбідів по кількості одиниць шкали при відриві магніту від корпусу підшипника в межах (0 – 150) mN, що забезпечує відсутність росту, або росту у дозволених межах, розмірів деталі корпус підшипника після перебування при низьких температурах.

Список літератури: 1. Ярута О.М., Кузенко В.Г., Ярута В.О. Опис на винахід UA 59557 кл. H02K5/16, F16C35/00/ Литий корпус міжсекційного підшипника електричної машини. Опубл. Бюл. № 9, 2003 р. 2. Триботехническое материаловедение и триботехнология / Н.Е. Денисова, В.А. Шорин, И.Н. Гонтарь и др. – Пенза: Изд. гос. ун-та, 2006. – 248 с. 3. Пономаренко О.И. Повышение качества отливок из высоколегированного чугуна / О.И. Пономаренко, А.А. Радченко, А.М. Ярута и др. // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Литье – 2010». 22 – 23 апреля 2010. Запорожье. Украина. 2010. – С. – 160 – 161. 4. Збільшення твердості металу виливок з нікель-марганцевого високолегованого чавуну / А.М. Ярута, І.І. Білоконь, О.О Радченко і ін. – Харків. ХІЦНТЕІ, 2010, № 02. – 4с. 5. Валитов А.М.-З. Приборы и методы контроля толщины покрытий / А.М.-З. Валитов, Г.И. Шилов – Л.: Машиностроение. 1970. – 240 с. 6. ТУ4-76. Граммометры. РС0.210619ТУ. 1976. – 22 с. 7. Ковенский И.М. Металловедение покрытий / И.М. Ковенский, В.В. Поветкин – М.: СП ИНТЕРМЕТ ИНЖИНИРИНГ, 1999. – 420 с.

Поступила в редколлегию 19.03.2011

УДК 621.863.2

В.А. КАРПЕНКО, докт. техн. наук, проф., ХНАДУ, г. Харьков
И. М. БАРАННИК, асп., ХНАДУ, г. Харьков

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ШИНЫ В ПРОЦЕССЕ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Проведено математическое описание определения передаточных функций автомобильной шины во время движения автомобиля.

Ключевые слова: Автомобильная шина, передаточная функция, частотные характеристики, преобразование Фурье.

The mathematical description of definition of transfer functions of an automobile tire during movement of the car is lead.

Keywords: the Automobile tire, transfer function, frequency characteristics, transformation Фур'є

Проведено математичний опис визначення передатних функцій автомобільної шини під час руху автомобіля.

Ключові слова: Автомобільна шина, передатна функція, частотні характеристики, перетворення Фур'є.

Введение

В качестве операторов для оценки колебательных систем автомобилей применяются передаточные функции. [1]. Передаточная функция - это отношение движения (перемещение, скорость или ускорение) центра тяжести (или других характерных точек) вибрирующего объекта к движению точки приложения возмущающей силы в функции от ее частоты. Передаточные функции дают важную информацию, показывая при какой частоте и с какой интенсивностью передаются вибрации на вибрирующий объект.

Анализ публикаций

В работах А.Chiesa [3-6] проведен ряд экспериментов, в результате которых был получен комплекс передаточных функций шины относительно ступицы,

дающих наиболее важную информацию, поскольку они показывают в каких частотах и с какой интенсивностью колебания передаются от источника возмущения к элементам автомобиля на различных типах шин. Авторами установлено, что в высокочастотной области проявляются отличия между колебаниями шин радиальной и диагональной конструкции. Радиальная шина имеет ярко выраженный резонанс при 90 Гц, за которым следует серия незначительных резонансов при 117, 138 и 150 Гц. Диагональная же шина имеет только один резонанс, а именно, при 160 Гц. На практике это означает, что шины Р более предрасположены к развитию резонансов, чем шины диагональной конструкции.

В работе [2] передаточные функции шин (по ускорению) определялись двумя методами: возбуждением шины при помощи вибровозбудителя и качением ее по беговому барабану, поверхность которого имела синусоидальную форму с постоянной длиной волны. Однако, большую информацию из этой работы вынести не удастся, поскольку автор не уточнял в каких условиях были проведены эксперименты, при какой нагрузке на колесо, каким было внутреннее давление в шине, скорость качения колеса. Сравнивая полученные передаточные функции для радиальной и диагональной конструкции в условиях статики, можно отметить сходство полученных авторами рассматриваемой работы с результатами других исследований в этой области. Проведенный анализ свидетельствует об отсутствии аргументированного описания передаточной функции автомобильного колеса в динамике.

Цель и постановка задачи

Целью работы является математическое описание получения передаточной функции поддрессоренной и не поддрессоренной масс автомобиля в движении.

Задачами исследования:

- нахождение амплитуды ускорений вынужденных колебаний поддрессоренной (с) массы экспериментальным путем;
- вычисление коэффициентов с и начальных фаз с использование быстрого преобразования Фурье (БПФ);
- определение амплитуды соответствующего внешнего кинематического возбуждения системы.

Экспериментальные исследования

Лабораторно-дорожные испытания проводились в соответствии с требованиями ДСТУ 2942-94. Для испытаний были использованы автомобили Honda Accord 2006 года, который укомплектован шинами 225/50 R17 Michelin Pilot. Искомую передаточную функцию автомобильной шины (подвески автомобиля) определим как

$$W = \frac{c}{a}, \quad (1)$$

где с – амплитуда ускорений вынужденных колебаний поддрессоренной массы; а – амплитуда соответствующего внешнего кинематического возбуждения системы.

Физическая суть коэффициентов C заключается в том, что реакция подрессоренной массы как функция $f(t)$ может быть представлена в виде разложения

$$f(t) = \sum_{q=1}^n c_q \cos(\omega_q t - \varphi_q), \quad (2)$$

где n – количество учитываемых членов ряда; t – время; ω_q – q -ая угловая частота вынужденных колебаний; φ_q – начальная фаза.

Очевидно, что функцию $f(t)$ получают в ходе натурных экспериментов, проводимых на неровном участке дороги с известным профилем. И следовательно, в большинстве случаев исходными данными к вычислению коэффициентов C является дискретный набор ускорений, измеренных с временным шагом ΔT . Если обозначить вектор с данными замеров через f , то представление (2) запишем в следующей форме для удобства последующей обработки

$$f_p = \sum_{q=1}^n c_q \cos\left(\frac{2\pi p q}{m} - \varphi_q\right); \quad p = \overline{1, m}, \quad (3)$$

где f_p – p -ый компонент обрабатываемого вектора f длиной $m = T/\Delta T$ ($f \in \mathbb{R}^m$); T – продолжительность измерений.

В настоящее время наиболее эффективным методом вычисления коэффициентов c_q и начальных фаз φ_q , удовлетворяющих разложению (3), является использование быстрого преобразования Фурье (БПФ). Численная сторона нахождения c_q и φ_q на основе БПФ заключается в вычислении промежуточного вектора b с компонентами:

$$b_q = \frac{1}{\sqrt{m}} \sum_{p=1}^m f_p e^{i \frac{2\pi p q}{m}}; \quad q = \overline{1, n}, \quad (4)$$

где $i = \sqrt{-1}$ – мнимая единица.

Отметим, что ввиду специфики алгоритма численной реализации БПФ длина заданного вектора f должна удовлетворять условию $\log_2 m \in \mathbb{N}$, при этом количество компонент результирующего вектора b составит $n = m/2$.

Несложно показать, что применение обратного преобразования Фурье даст исходный вектор F :

$$f_p = \frac{1}{\sqrt{m}} \sum_{q=1}^n b_q \cdot e^{-i \frac{2\pi p q}{m}}.$$

Полученные в результате формулы (4) компоненты b_q позволяют найти искомые коэффициенты c_q и φ_q через соотношения

$$c_q = \frac{2}{\sqrt{m}} \frac{\operatorname{Re}(b_q)}{\cos(\varphi_q)}, \quad \varphi_q = \arctg\left(\frac{\operatorname{Im}(b_q)}{\operatorname{Re}(b_q)}\right),$$

где $\operatorname{Re}(b)$ и $\operatorname{Im}(b)$ – действительная и мнимая части вектора b .

Вторая переменная, входящая в формулу (1) для передаточной функции W определяет амплитуду соответствующего кинематического возбуждения колебательной системы. Следовательно, внешнее возбуждение необходимо представить рядом, аналогичным ряду (3):

$$w_p = \sum_{q=1}^n a_q \cos\left(\frac{2\pi p q}{m} - \varphi_q\right), \quad (5)$$

где $w = \frac{d^2 y}{dt^2}$, y – функция, определяющая профиль дороги.

Для единичной неровности (препятствия) высотой $2R$ и радиусом у вершины R упомянутая функция может быть представлена в виде:

$$y(x) = H(2R - x) \cdot \left(r + \sqrt{2Rx - x^2}\right),$$

где $H(x)$ – единичная функция Хевисайда.

Следовательно,

$$w(x) = \frac{d^2 y}{dt^2} = v^2 \frac{d^2 y}{dx^2} = -H(2R - x) \frac{v^2 r^2}{(2Rx - x^2)^{1.5}} \quad (6)$$

или

$$w_p = -H(2R - vp\Delta t) \frac{v^2 r^2}{(2rvp\Delta t - v^2 p^2 \Delta t^2)^{1.5}},$$

где $x = vt$, v – скорость движения автомобиля, $t = p\Delta t$.

Для восстановления коэффициентов a_q , входящих в разложение (5), при условии, что левая часть w_p и фазы $2\pi q/m - \varphi_q$ известны, воспользуемся свойством ортогональности тригонометрических функций:

$$\sum_{p=1}^m \cos\left(\frac{2\pi p q}{m} - \varphi_q\right) \cos\left(\frac{2\pi p j}{m} - \varphi_j\right) = \delta_{jq} \frac{m}{2} \quad (7)$$

где δ_{jq} – символ Кронекера.

На основании ряда (5) и свойства (7) выражение для искомых коэффициентов a_q будет записано следующим образом

$$a_q = \frac{4}{m} \sum_{p=1}^m w_p \cdot \cos\left(\frac{2\pi p q}{m} - \varphi_q\right),$$

в котором входящие величины определены ранее.

Следовательно, искомая функция W определяется

формулой $W_q = \frac{c_q}{a_q}$.

Выводы

Определена передаточная функция автомобильной шины и подвески автомобиля в условиях движения автомобиля с новыми типами шин в эксплуатации.

Описанная в статье методика дает возможность существенно сэкономить время на экспериментах, получить достоверные данные, минимизировать затраты на дорогостоящее оборудование и приборы. Полученная передаточная функция



Рис. Передаточная функция

дозволяє проводити експрес-аналіз автомобілей по параметру вібраційної безпеки пасажирів і водія.

Список літератури: 1.Говорущенко Н.Я., Системотехніка транспорту / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – ХГАДТУ, Харків, 1999 – 468 с.2. Имаи Е. Шуми, создаваемые шинами, и их характеристики / Имаи Е. – Дзидося гизюцу. 1977, т. 31, № 9, с. 808-813. ВЦП, пер. № А-68456. -М.: 1978.3. Chiesa A., Tyre and Body Vibrations /A. Chiesa, L. Oberto. – Automobile Engineer, 1962, №12, pp.501-505.4.Chiesa A., Vertical oscillating behaviour of six types of European motor car / A. Chiesa, L. Oberto. – The Institution of Mechanical Engineers (FISITA). – London, 1962.-23p.5. Chiesa A., Influence of Tyres on Car Vibration Studied with a New Classification Method / A. Chiesa, L. Oberto.– Reprinted from Advances in Automobile Engineering (Part III). A.S.A.E. – Cranfield, 1964. 6.Chiesa A., Transmission of Tyre Vibrations / A. Chiesa, L. Oberto, L. Tamburini. – Automobile Engineer, 1964, v. 54, XII, №13, pp.520-530.

Поступила в редколлегию 23.02.2011

УДК 621.317.08

М.М. МИКИЙЧУК, канд. техн. наук, доц., Національний університет
«Львівська політехніка»

ДОСТОВІРНІСТЬ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ НА СТАДІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ

Запропоновано підхід до оцінювання достовірності контролю якості продукції на стадії виготовлення шляхом забезпечення оптимального співвідношення між апіорною та апостеріорною інформацією про показники якості, що дозволить ефективно управляти ризиками виробника та споживача.

Ключові слова: якість продукції, контроль якості, достовірність контролю.

Предложен подход к оцениванию достоверности контроля качества продукции на стадии изготовления путем обеспечения оптимального соотношения между априорной и апостериорной информацией о показателях качества, которое позволит эффективно управлять рисками производителя и потребителя.

Ключевые слова: качество продукции, контроль качества, достоверность контроля.

Offered approach to the evaluation authenticity of control of quality of products on the stage of making by providing of Optimum betweenness by a priori and a posteriori information about the indexes of quality which will allow effectively to manage the risks of producer and user.

Keywords: quality of products, control of quality, control authenticity.

Вступ

Якість продукції належить до найважливіших показників діяльності підприємства. Підвищення якості продукції значною мірою визначає конкурентність підприємства в умовах ринку, впровадження інновацій, зростання ефективності виробництва. Організація і проведення технічного контролю якості є одним з складових елементів системи управління якістю на стадіях виробництва і реалізації продукції [1].

Метою вихідного контролю продукції, що серійно випускається, є забезпечення гарантованого рівня якості готової продукції. Очевидно, що при цьому виробники прагнуть мінімізувати витрати на його організацію і проведення і, як правило, прагнуть знайти «оптимальну точність, що відповідає мінімуму втрат від браку і вартості контролю», тобто оптимізувати вимоги до точності вимірювань при контролі якості по економічному критерію [2].

2. Сучасний стан проблеми.

Сучасний етап розвитку промисловості характерний широким впровадженням систем управління якістю виготовлення продукції. Це веде до підвищення ролі систем технічного контролю показників якості продукції [3,4]. Основними видами технічного контролю якості є: вхідний контроль матеріалів та комплектуючих деталей, операційний контроль параметрів ТП та вихідний контроль показників якості готової продукції. При цьому вважається, що найбільшу достовірність контролю якості продукції досягається при здійсненні суцільного контролю. Однак, як показує досвід впровадження сучасних масових виробництв [3], суцільний контроль дуже часто не виконує призначеної йому захисної функції від браку продукції. Це зумовлено наступними причинами. По-перше, суцільний контроль це дорога виробнича операція і широке її впровадження веде до значного росту собівартості продукції. По-друге, сучасні масові виробництва характеризуються високим ритмом роботи, а отже зменшенням часу на організацію та здійснення операцій контролю. В результаті спроби здешевлення та прискорення процедур суцільного контролю ведуть до зменшення точності контролю, а отже до зростання браку продукції. Тому, одним із шляхів вдосконалення виробничого контролю повинно бути його оперативна оптимізація та погодження характеристик з режимами технологічних процесів, що дозволить підвищити достовірність контролю у виробництві.

Недоліком існуючих підходів до оцінювання якості продукції, а достовірність контролю є одним із основних її показників, є не завжди обґрунтоване прийняття гіпотези про достатність інформації про якість продукції за результатами вихідного контролю показників якості.

3. Постановка завдання.

Важливим завданням організації сучасних виробництв є створення методів контролю, інтегрованих в системи управління якістю, завданням яких буде оперативний вплив на процес виготовлення продукції з метою забезпечення оптимального ризику виробництва.

4. Підвищення достовірності вимірювального контролю якості.

Останніми роками виробництво почало оснащуватися сучасним технологічним устаткуванням, що дозволяє підтримувати рівень технологічних відхилень в межах 5 - 6 сигм по відношенню до допусків. Проте існуюче метрологічне забезпечення і системи контролю виявилися недостатньо ефективними для роботи в цих умовах, перш за все через невідповідність точності вимірювань по відношенню до високої точності підтримання технологічних режимів. Відповідно створюється ситуація, коли вимірювання параметра виробу, що виготовляється на високоточному устаткуванні, внаслідок високої дисперсії результатів вимірювань значень технологічних параметрів у порівнянні з низькою дисперсією технологічних параметрів, порушують дійсну картину про реальні значення параметрів і, наприклад, у разі вимірювального контролю приводять до невірних рішень про придатність виробу по контрольованому параметру, а у разі вимірювань в середині технологічної лінії приводить до великого розкиду вихідного параметра виробу і, як наслідок, високого відсотка браку.

Спроби модернізації метрологічного забезпечення шляхом впровадження нових методик виконання вимірювань, що вимагають застосування точніших засобів вимірювань, призводять до значного збільшення вартості вимірювальних операцій.

Показником якості контролю є його достовірність. Достовірність контролю характеризує ступінь правильності відображення результатами контролю істинного стану об'єкту контролю. Кількісною оцінкою достовірності контролю вважають ймовірність прийняття рішення про відповідність продукції встановленим вимогам. У випадку допускового контролю виробів за окремим параметром при наявності похибки вимірювання можлива група подій яка складається із чотирьох несумісних подій [5, 6]: А – придатний виріб визнається придатним; Б – непридатний виріб бракується; В – придатний виріб бракується; Г – непридатний виріб визнається придатним. Тоді ймовірність прийняття неправильного рішення виникає при подіях В та Г. Ймовірності цих подій отримали назви: $P(B)=\alpha$ – ризик виробника; $P(G)=\beta$ – ризик споживача. Сума ризиків виробника та споживача визначає ймовірність прийняття помилкового рішення при контролі якості – $P_{\Pi}=\alpha+\beta$. Тоді ймовірність прийняття правильного рішення при контролі, власне достовірність контролю, визначається виразом:

$$\bar{A} = 1 - (\alpha + \beta) \quad (1)$$

Дослідження [5, 7] показують, що величина ризиків виробника та споживача є функціями сумісного розподілу ймовірності контрольованого параметра та похибки вимірювання, контрольного допуску, коефіцієнта асиметрії поля допуску, систематичної похибки та контрольних приростів поля допуску по нижній та верхній межах.

Рівень якості промислових виробів характеризується значною кількістю параметрів. Останні піддаються контролю з метою підтвердження відповідності виробів встановленим в технічних регламентах, стандартах або інших нормативних документах вимогам. При допусковом вимірювальному контролі виріб зазвичай признається не відповідним вимогам («непридатним»), якщо значення хоч б одного параметра в процесі контролю, виходить за встановлені в нормативних документах межі.

Традиційно достовірність контролю якості продукції представляється як функція контрольованих показників якості. При цьому не враховується кореляційного зв'язку між технологічними режимами та показниками якості. Однак, продукція є результатом технологічного процесу її виготовлення, а отже існує кореляційний зв'язок між реальними значеннями технологічних параметрів та показниками якості. Тому для підвищення достовірності рішення про придатність продукції необхідно знаходити та враховувати цей кореляційний зв'язок. Тому доцільно оцінювати якість продукції як погоджену оцінку результатів, вихідного контролю (контроль якості готової продукції) та операційного контролю – (контроль якості ТП).

Стохастичним зв'язком між випадковими величинами називається такий зв'язок, при якому із зміною однієї величини міняється розподіл інший. Функціональною залежністю називається такий зв'язок між випадковими величинами, при якому при відомому значенні однієї з величин можна точно

вказати значення іншої. Відомо, що для більшості технологічних процесів важко знайти функціональний зв'язок між технологічними параметрами та показниками якості готової продукції. На відміну від функціонального зв'язку при стохастичному зв'язку із зміною технологічного режиму значення показника якості готової продукції має лише тенденцію змінюватися.

Представимо узагальнену структурну схему контролю технологічних параметрів та вихідного контролю показників якості готової продукції в такому виді (див рис.1).

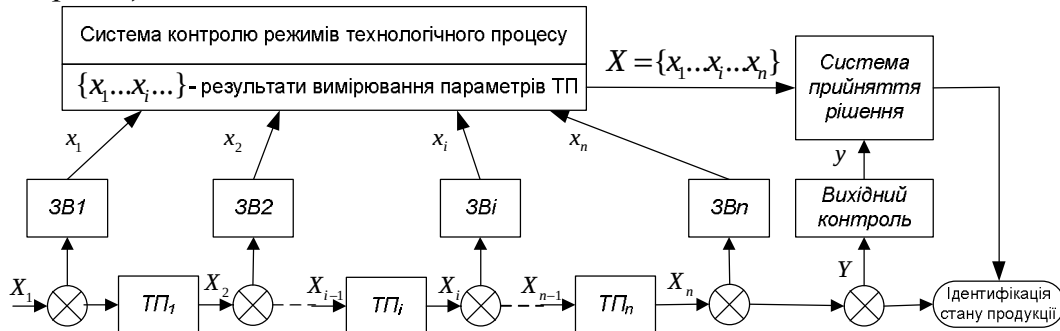


Рис. 1 Узагальнена структурна схема системи контролю процесу виготовлення продукції.

Для налагодженого технологічного процесу відхилення технологічних режимів та показників якості продукції є незначними, тому його параметри - $\{X_1...X_n\}$ та показники якості готової продукції - Y знаходяться в певному стохастичному зв'язку. Міра цього зв'язку визначається, по-перше, точністю підтримування технологічних режимів, яка в свою чергу прямо пов'язана із точністю їх вимірювання, а по-друге, адекватністю відображення показниками якості реального рівня якості продукції. Тому достовірність контролю якості продукції перш за все визначається якістю вимірювальної інформації під час контролю технологічних режимів та якості продукції. Достовірність контролю залежить від об'єму та точності вимірювання контрольованих параметрів і має визначати об'єм контролю та необхідну точність вимірювання параметрів при заданій достовірності.

Оскільки якість рішень при контролі визначається їх ймовірностями, то доцільно їх представити як функцію точності вимірювань. Це можна зробити пов'язавши достовірність контролю з ефективністю вимірювань скориставшись інформаційним підходом:

$$\tilde{A} = \frac{I}{H} = 1 - \frac{H^*}{H}, \quad (2)$$

де I – кількість інформації, яка отримується під час контролю; H - апіорна ентропія контрольованого параметра; H^* - апостеріорна ентропія контрольованого параметра

Ентропію контрольованого параметра можна знайти з виразу:

$$H = -M[\log f(w)\Delta w] \quad (3)$$

де M – оператор математичного сподівання; $f(w)$ - густина ймовірності контрольованого параметру; Δw - інтервал невизначеності.

Для нормального закону розподілу контрольованого параметра можна записати:

$$H = \log(\sqrt{2pe} \frac{s_w}{\Delta_w}); H^* = \log(\sqrt{2pe} \frac{s_w^*}{\Delta_w}) \quad (4)$$

де s_w , s_w^* - відповідно апіорне та апостеріорне середнє квадратичне відхилення контрольованого параметра; Δ_w - інтервал зміни контрольованого параметра.

Підставивши вирази для ентропій в формулу (2) отримаємо:

$$\dot{A} = 1 - \frac{\log(\sqrt{2pe} \frac{s_w^*}{\Delta_w})}{\log(\sqrt{2pe} \frac{s_w}{\Delta_w})} \quad (5)$$

Наближений вираз для достовірності контролю можна записати у виді:

$$\dot{A} = 1 - \frac{s^*}{s} \quad (6)$$

Таким чином, ризики від прийняття недостовірних рішень при контролі якості можна представити відношенням апостеріорної - s^* та апіорної - s середніх квадратичних відхилень, різниця між якими і буде визначати ймовірності помилкових рішень при контролі якості.

$$a + b = \frac{s^*}{s} \quad (7)$$

При даній постановці задачі доцільно розглянути варіанти оптимізації ризиків виробника та споживача. Згідно критерію Котельнікова (критерій ідеального спостерігача) умову оптимального рішення можна записати у виді:

$$\min_w (a + b) = a^* + b^* \quad (8)$$

В цьому випадку мінімізується сума двох помилок – ризику виробника та ризику споживача для заданого правила прийняття рішення w .

Дуже часто виникає ситуація, коли ризик споживача встановлюється в документації на продукцію, тоді при оптимізації ризиків доцільно скористатися критерієм Неймана-Пірсона:

$$\begin{cases} b = b_{air} \\ \min_w a(w) \end{cases} \quad (9)$$

Застосування даного критерію дозволяє оптимізувати ризик виробника при дотриманні умови забезпечення допустимого ризику споживача.

5. Висновки

Таким чином, застосування запропонованого підходу для оцінювання достовірності контролю якості продукції на стадії її виготовлення дозволяє ефективно погоджувати точність контролю показників якості при забезпеченні оптимального рівня ризиків виробника та споживача.

Однак, при цьому залишаються невирішеними питання спрощення алгоритмів ідентифікації якісного рівня продукції. Це зумовлено складністю означення відмінностей станів коли продукція вважається придатною та станів коли продукція вважається бракованою.

Список літератури: 1.Бобало Ю.Я. Системний аналіз якості виробництва прецизійної радіоелектронної апаратури [Текст]: Навч. посібн./ Бобало Ю.Я., Кіселичник М.Д., Недоступ Л.А.; за загальною редакцією Л.А. Недоступа; – Львів: ДУ «Львівська політехніка», 1996 - 168 с.

2.Сергеев А.Г. Метрология и метрологическое обеспечение [Текст]: Учебник - М.: Высшее образование, 2008 – 272 с. 3. Дельвинг Г.Н. Управление качеством продукции в электроприборостроении [Текст]: Дельвинг Г.Н., Траскунов П.М., Царюк Н.М. Л., «Энергия», 1977. 168 с. 4.Володарский Е.Т. Системы автоматизированного контроля радиоэлектронной аппаратуры [Текст]: Володарский Е.Т., Губарь В.И., Никифоров Л.Л., Туз Ю.М. – К.: Техніка, 1983. 151 с. 5.Дунаев Б.Б. Точность измерений при контроле качества. [Текст]: – К.: Техніка, 1981. 152 с. 6.Володарський Є.Т. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. [Текст]: Навчальний посібник/ Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. - Вінниця: ВДТУ, 2001. –219с. 7.Точность производства в машиностроении и приборостроении. [Текст]: Под ред. А.Н. Гаврилова. М.: «Машиностроение», 1973. 567 с.

Поступила в редколлегию 19.03.2011

УДК 331.103.15

К.І. ШИШКЕВИЧ, магістр Донбаський Інститут Техніки та менеджменту Міжнародного Науково-технічного Університету ім. академіка Ю.Бугая асистент, аспірант МНТУ

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПРАЦІ ПРИ СКЛАДАННІ ВИРОБІВ

Розглянуто процес формування показника якості праці в умовах складання виробів. Розкрито зміст факторів, що впливають на показник якості праці та методика його оцінки.

Ключові слова:якість праці, складання,спадкоємність.

Рассмотрен процесс формирования показателя качества труда в условиях сборки изделий. Раскрыто содержание факторов, которые влияют на показатель качества труда и методика его оценки..

Ключевые слова:качество труда, сборка, наследственность.

The formation index of labor quality in the assembly of products. Disclosure of the factors that affect the Quality of work and methods of its evaluation.

Key words: quality of work, assembly, heredity.

1. Вступ

Підвищення ефективності економічних перетворень, що відбуваються в народному господарстві країни направлено на більш повне задоволення потреб усіх галузей і населення в різних видах продукції і послуги. Реалізація науково-технічного потенціалу забезпечує зростання ефективності виробництва шляхом впровадження нових видів техніки, технології та розвитку кадрового потенціалу. Ці чинники є основою підвищення якості праці.

Отже процес підвищення якості праці можна ураховувати як елемент розвитку народного господарства.

2. Постановка проблеми

Принципові порушення в якості праці можливі у випадку дотримання працівниками основних технологічних умов і вимог до виконання окремих технологічних операцій та їх комплексів. Причиною високої витрати ресурсів на один виріб є низька якість праці, що пов'язана з порушеннями технологічної дисципліни.

Множинність чинників, що визначають якісні характеристики праці працівників на складанні виробів обумовлено складністю оцінки якості їхньої праці. Зниження інтенсивності праці, порушення технології з метою підвищення зручності виконання операцій шляхом скорочення часу їх виконання ведуть до втрат в якості і, відповідно, до виправлення відхилень, які отримані на попередніх технологічних етапах. Таким чином, вимірювання й оцінка якості праці є одною з проблем досягнення конкурентоспроможності виробів.

3. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання якості праці було розглянуто на науковому рівні при розробці системи наукової організації праці Ф.Тейлором. Також великий внесок у розробку систем управління якістю праці внесли такі зарубіжні вчені: Е. Демінг, Дж. Джуран, К. Ісікави, А. Колмогоров, Ф. Кросбі, У.Шухарт та ін.

4. Ціль досліджень

Ціль досліджень - розглянути процес формування показника якості праці в умовах складання машин важкого машинобудування, а також виявити фактори, що впливають на нього та напрямки його управління.

5. Результати досліджень

Спадкоємність відхилень від якості виробів по етапам технологічного процесу стала причиною додаткових приганяльних операцій при складанні виробу «Редуктор підйомної лебідки» для одноковшевого екскаватору ЭВГ-35/65М.

У результаті дослідження фактичних витрат часу на складання вузла «Редуктор підйомної лебідки» отримана структура трудомісткості операцій. За результатами спостережень виявлені операції, не передбачені технологією складання на пригін окремих деталей вузлів.

У загальній трудомісткості збирання їх частка склала 18% (20 нормо-годин). Причиною появи таких додаткових трудовитрат з'явилися відхилення від точності провідних деталей виробу й вони збільшують витрати, які також можна назвати спадкоємними на підставі помилок попередніх переділів.

Протягом складання на різних операціях спостерігалось перевищення їх трудомісткості через виправлення відхилень від точності збираються виробів і вузлів, що відбулися не з вини робітників на складанні. Дані відхилення оформлюються у цехах підприємств машинобудування як порушення за якістю, згідно з якими визначається коефіцієнт якості праці на складанні (*К_{як.скл.}*).

Дані відхилення оформлюються в цеху як порушення за якістю, згідно з якими визначається коефіцієнт якості праці при складанні підрозділів і виконавців:

$$K_{як.скл.} = 1 + \sum (K_n * P - K_{зн} * P),$$

де K_n - нормативна величина підвищення;

$K_{зн}$ - нормативна величина зниження;

P - кількість випадків повторення відповідних показників за звітний місяць.

Для визначення зв'язку показників якості праці і витрат по технологічному переділу використовувався метод вартісних регресійних залежностей. При цьому, основу даного методу складає посилення, що (*К_{як.скл.}*) є монотонною

функцією, що знижується, аргументу витрат (S_i), що виражає грошові витрати, які необхідні для забезпечення i -ї властивості певного рівня якості.

Тоді, якщо $K_{як.скл.} = f(S_i)$,

то при $S_i < S_{i-1}$,

має виконуватися також умова:

$$K_{як.скл.i} > K_{як.скл.i-1}.$$

Залежність $K_{як.скл.} = f(S_i)$ визначено аналітичним способом й отримана регресійна залежність.

Для комплексної оцінки рівня якості використовувався середній зважений геометричний показник, тому регресійна залежність між витратами і показниками якості праці на складанні має логарифмічний вигляд:

$$\lg \frac{S_j}{S} = A * \lg \frac{K_{як.скл.i}}{K_{як.скл.}},$$

де j - номер розглянутого варіанту продукції ($j = 1, 2, \dots, m$);

i - номер розглянутого показника якості ($i = 1, 2, \dots, n$);

$\overline{S_i}$ та $\overline{K_{як.скл.}}$ – середні величини, отримані по всіх варіантах продукції фактичних витрат та відповідних показників якості праці;

A - параметр апроксимації, що визначається методом «найменших квадратів».

Перевагою цього методу є його простота. Однак варто завжди мати на увазі, що витрати - величина непостійна й залежить від багатьох факторів, тому згодом відбувається її зміна. Отже, буде відбуватися й зміна співвідношення показника якості праці. Цей фактор варто враховувати, тому що неврахування його може привести іноді до абсурдних результатів.

6. Висновки

В статті розкрито сутність показника якості праці при складанні виробів важкого машинобудування та визначено взаємозв'язок між якістю праці та собівартістю продукції шляхом регресійного аналізу. Даний метод може застосовуватися при виконанні наступних умов:

- продукція виробляється тривалий час і користується стійким попитом, тобто не є ні гостродефіцитною, ні «неходовою»;
- число показників якості, що входять до вартісної залежності, істотно менше числа варіантів продукції, за якими побудована вартісна залежність.

Подальші дослідження мають напрямок визначення можливості розробки системи управління якістю складання в умовах важкого машинобудування.

Список літератури : 1.Швец В.Е. Менеджмент качества в системе современного менеджмента // Стандарты и качество, 2007. - № 6. – с.12-16. 2.Кравченко В.П. Управление качеством труда рабочих на промышленных предприятиях [Текст]: автореф. дис... канд. эк. наук: 08.09.01 / В.П. Кравченко; [Харківський національний економічний університет]. – Х., 2005 – 20 с. 3.Технологія машинобудування [Текст] : навч. посіб. / Є. О. Горбатюк, М. П. Мазур, А. С. Зенкін, В. Д. Каразей. - Львів : Новий світ-2000, 2009. - 358с. - ISBN 978-966-418-094-5.

Поступила в редколлегию 19.03.2011

УДК 621.74 + 338.4

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СТАНОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИИ ЮГА РОССИИ

Наведено історичні дані щодо розвитку Південної металургії.

Приведены исторические данные развития Южной металлургии.

Промышленный капитализм на Юге России после 1861 г. начал развиваться усиленными темпами, предъявляя все растущий спрос на предметы промышленного потребления, прежде всего на уголь и металл, являющиеся базой развития всех отраслей промышленности и железнодорожного транспорта. Старые районы развития тяжелой индустрии России — Урал, а отчасти и Подмосковье — были скованы в своем развитии сильными пережитками феодализма. Окончательно уничтожить эти пережитки феодализма, тесно связанные с дворянско-помещичьим сословием, представители которого занимали руководящее положение в административном аппарате самодержавия, российский капитализм был не в состоянии. Основной базой развития промышленного капитализма в России стал Юг, при наличии больших природных богатств не скованный пережитками крепостничества.

В течение 80—90-х годов XIX в., на Юге России получила развитие мощная по тому времени промышленность, дававшая перед первой мировой войной 72,2% всей добываемой в России железной руды, 86,9% всего добываемого каменного угля, 73,7% всего выплавляемого чугуна, 99,4% выжига кокса, 77,6% всей вырабатываемой соды, 75% всего выпуска рельсов, 40% всего выпуска паровозов России и т. д. [1, стр. 56—57 и с. 94—95].

Одним из главнейших потребителей продукции южной металлургии был железнодорожный транспорт. Расход металла на железнодорожную колею составлял не менее 50 кг на 1 м пути (масса 1 погонного метра современного рельса Р50 около 50 кг).

Вызванные к жизни, прежде всего развитием железнодорожного строительства в России южные металлургические заводы в своем собственном развитии зависели от оснащения Юга железными дорогами. Имевшиеся железные дороги соединили криворожскую и керченскую руду с месторождениями каменного угля, расположенными в 500 км от Кривого Рога. Железные дороги обеспечивали доставку каменного угля в промышленные районы России и сами являлись крупным централизованным его потребителем. Первая железная дорога длиной в 66 верст, по которой поставлялся уголь, была проведена еще в середине 1860-х годов от Грушевских антрацитовых копей до Аксийской станицы на Дону. Период от конца 60-х до конца 70-х годов отличался интенсивным железнодорожным строительством на Юге, что показано ниже:

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| • Железнодорожные линии | Годы сдачи в эксплуатацию |
| • Курско-Харьковско- Азовская | 1869 |

• Козлово-Воронежско-Ростовская	1871
• Харьковско-Николаевская	1873
• Константиновская	1872
• Лозово-Севастопольская	1873
• Ростово-Владикавказская	1875
• Фастовская	1876
• Донецкая	1878
• Мариупольская	1882

Особенно большую роль в промышленном развитии Юга играли Донецкая и Екатерининская железные дороги.

Донецкая дорога, концессия на которую была выдана в 1876 г., с самого начала сооружалась, в отличие от других, как целая сеть. Дорога эта соединила между собой такие важные пункты, как Ясиноватая, Никитовка, Бахмут (ныне Артемовск), Дебальцево, Луганск, Зверево и ряд других пунктов, являющихся важными узловыми станциями Донбасса — выходами на другие дороги.

Казенная Екатерининская железная дорога соединила угольные месторождения Донбасса с железорудными богатствами Кривого Рога. Ряд крупнейших металлургических заводов разместился около нее, вблизи Екатеринослава и других пунктов. Основной грузооборот этих дорог составляли уголь, руда, чугун и сталь, а также хлеб и лес. Несколько позднее были построены 2-я Екатеринославская (в 1904 г.) и Юго-Восточная железные дороги и железнодорожные ветки — подъездные пути к заводам, рудникам и каменноугольным копям.

Необходимо отметить, что абсолютное большинство материалов, из которых были построены первые железные дороги были иностранного производства, хотя отечественная металлургия была способна решить задачу обеспечения и русские мастера могли кое в чем поучить иностранцев: например, рельсы узкоколейной дороги на Южном Урале от Катав-Ивановска до Белорецка были прокатаны в 1875 году из бессемеровской стали на Саткинских заводах и имели твердость, как у современного победита. В Великую Отечественную войну из них делали рельсы [3, стр. 34].

Уже к концу 80-х годов XIX века на Юге России было сравнительно большое количество железнодорожных путей, а в начале 1900-х годов по густоте железнодорожной сети Юг был на первом месте в России. Так, например, в Екатеринославской губернии на 1000 км² пространства приходилось в 1904 г. 37,9 км железнодорожной сети (при 9,9 км в среднем по России). Но эта, наиболее высокая, по сравнению с другими районами России, оснащенность Юга железнодорожными путями была значительно ниже средней оснащенности железными дорогами промышленно развитых стран Западной Европы. Так, например, в 1903—1904 гг. приходилось железных дорог на 1 000 км² территории: во Франции - 84,7 км (1903 г.), в Германии - 102,1 км (1904 г.), в Великобритании - 114,8 км (1903 г.), в Бельгии - 155,5 км (1903 г.), а в России (в среднем по стране) - всего лишь 9,9 км (1904 г.) [4, стр. 372...374].

По данным работы [2, стр. 459] по протяженности железные дороги Юга составляли менее 19 % всех железных дорог России, а по грузообороту на них

приходилось около 40 %. Из этого следует сделать вывод, что они эксплуатировались примерно в два раза более интенсивно, чем в среднем по России.

Железнодорожное строительство и развитие южной металлургии оказались взаимосвязанными и взаимовыгодными производствами. Усиленное развитие металлургии и угольной промышленности на Юге России началось лишь после того, как месторождения криворожской руды (которые и сегодня являются богатейшими в Украине) были соединены железной дорогой с каменноугольным бассейном Донбасса и оба района были более или менее достаточно оснащены железными дорогами. Снабжение металлургических заводов всеми видами сырья и сбыт готовой продукции этих заводов в другие районы России требовали громадных услуг железнодорожного транспорта.

Железные дороги сыграли решающую роль в развитии Донбасса и всей Южной промышленности. Без железнодорожного строительства 70-х, первой половины 80-х и 90-х годов XIX века не было бы ни Южной металлургии, ни угольной промышленности.

В начале XX в. рельсовых путей на Юге России было значительно больше, чем в других районах страны, за исключением Московской губернии. Несмотря на относительную развитость железнодорожной сети на Юге, железнодорожный транспорт был узким местом южной горной и горнозаводской промышленности, предметом постоянных забот и неприятностей для административно-технического персонала металлургических заводов, угольных шахт и рудников. Вопросы развития железнодорожного транспорта, упорядочения его использования, лучшего приспособления подвижного состава к перевозкам руды и металла, распределения и очередности предоставления отдельным предприятиям вагонов и вопрос железнодорожных тарифов не сходили с повестки дня съездов горнопромышленников Юга России, начиная с 1-го съезда в 1874 г.

Объяснялось это тем, что вплоть до Октябрьской революции 1917 г. потребность промышленности Юга в железнодорожном транспорте была все время значительно выше его мощности.

Специфической особенностью железнодорожного строительства в дореволюционной России, начиная с 80-х годов XIX в., так же как и особенностью ведения железнодорожного хозяйства, было не частнокапиталистическое, а казенное строительство и сосредоточение в руках правительства большинства железных дорог.

В течение 70 лет, начиная с конца XVIII в., правительство затратило несколько миллионов рублей на организацию доменного производства на Юге, но после неудачных попыток в этом направлении и перешло на путь поощрения «частной инициативы» в этом деле.

После перепродажи князем Кочубеем концессии на строительство завода Джону Юзу за 24000 фунтов стерлингов [5, стр.57, 6, стр. 47] в начале 1872 г. в Юзовке (ныне г. Донецк) была задута первая доменная печь и организовано рельсовое производство.

В первые же годы своего существования этот завод выполнил правительственный заказ на 2 100 тыс. пудов рельсов, прокатав, кроме того, по заказам частных железнодорожных обществ 750,8 тыс. пудов рельсов. Вслед за тем он получил новый заказ от казны на 2 700 тыс. пудов рельсов.

Юзовский завод работал на донецком угле и на местных рудах восточной части Екатеринославской губернии. Почти одновременно с этим заводом был основан в Донской области чугуноплавильный завод Д.А. Пастухова (Сулинский завод) для выплавки чугуна из местных руд на Грушевском антраците. Этот опыт выплавки чугуна на антраците оказался неудачным, поэтому до 1887 г. завод оставался преимущественно передельным. Успешного хода доменных печей Сулинского завода на антраците добился в 1897—1900 гг. М.А. Павлов: на одной из печей (№ 1) им была достигнута суточная производительность 3450 пудов (в среднем при 47,86 % выхода чугуна и коэффициенте расхода топлива 1,26) [7, стр. 176, стр. 198, стр. 213...227].

Таким образом, до второй половины 80-х годов на Юге, кроме казенного передельного Луганского, существовало всего два металлургических завода, один из которых (Сулинский), построенный на отечественные средства, был маломощным, а второй (Юзовский) — мощный, был построен на английские капиталы.

Новая эпоха в развитии металлургии, а за ней и каменноугольной промышленности Юга началась с открытия Криворожского рудного месторождения.

О наличии железной руды в Криворожье было известно еще в XVIII в., когда Потемкин командировал сюда для геологических изысканий проф. Леванидова и последний обнаружил при слиянии рек Ингульца и Саксаганки залежи железной и медной руды, каменного угля, каолина и графита. Потемкин распорядился на основе этих исследований построить чугунолитейный завод для литья артиллерийских снарядов на р. Ингульце, близ Кривого Рога, и фаянсовую фабрику для выделки фаянса из местного каолина, но после смерти Потемкина работы были свернуты.

В 1835—1837 гг. попытка исследования этого района горным чиновником Кульшиным положительных результатов не дала и лишь были растрчены отпущенные на экспедицию средства.

В 1865—1867 гг. проф. Петербургского Горного института Барбот де Марни, исследуя горные породы Кривого Рога, нашел там мощные залежи железистых кварцитов с содержанием железа от 20 до 42%. Завершил исследования Криворожья геолог А.Н. Поль, потратив на это много лет напряженной работы и все свое состояние. Он привлек для эксплуатации железорудных богатств Криворожского бассейна иностранные капиталы после того, как убедился, что русские капиталисты не желают вкладывать свои средства, и добился того, что открытые богатые месторождения криворожской руды были соединены с каменноугольным донецким бассейном железной дорогой, движение по которой открылось в 1886 г.

Юзовский завод, работавший ранее на сравнительно бедных местных рудах и выплавлявший в 1886 г. около 2 млн. пуд чугуна в год, получил возможность уже к 1894 г. увеличить размеры своего годового производства до 10 млн. пудов.

Вслед за постройкой первой Екатерининской железной дороги, соединившей Кривой Рог с Донецким угольным бассейном, на франко-бельгийские капиталы начинают строиться на Юге один за другим металлургические заводы, значительно превышающие по своей производственной мощности действующие заводы в других железорудных районах России.

Александровский завод на Днестре (общества Брянского завода) возле Екатеринослава начал строиться в 1885 г. и был пущен в 1887 г.

Днепровский завод Южно-Днепровского металлургического общества с основным капиталом 5 млн. руб. и облигационным капиталом 2500 тыс. руб. был построен в 1889 г. в 30 верстах от Екатеринослава, в с. Каменском.

Гданцевский завод французского общества был пущен в 1892 г.

Дружковский завод Донецкого общества железоделательного и сталелитейного производства с основным французским капиталом 1500 тыс. руб., увеличенным к 1895 г. до 3 млн. руб., был выстроен в 1894 г. близ ст. Дружковка, Курско-Харьковско-Севастопольской железной дороги.

Петровский завод близ ст. Волынцево Екатерининской железной дороги (в той местности, где существовал казенный Петровский завод) был построен в 1897 г. Русско-Бельгийским металлургическим обществом с основным капиталом в 8 млн. руб., увеличенным затем до 10 млн. рублей.

Донецко-Юрьевский завод Донецко-Юрьевского металлургического общества, построенный, главным образом, на иностранный капитал, составивший к 1897 г. 5 млн. руб., был пущен в 1896 г.

Никополь-Мариупольский завод горного и металлургического общества того же названия, в основном с американским капиталом в 3 млн. руб. золотом, пущен в 1897 г., причем оборудование для этого завода было перевезено из Америки.

Таганрогский завод Таганрогского металлургического общества, основанного в 1896 г. с капиталом в 3750 тыс. руб. золотом, построен в 3 верстах от Таганрога, сырьевой базой его являлась керченская руда.

Ольховский завод в Успенске, в 26 верстах от Луганска, построен бельгийским обществом доменных печей и фабрик на р. Ольховой в Успенске, образованным в 1897 г. с основным капиталом 5 млн. франков.

Завод бельгийского общества «Провиданс», построенный возле ст. Сартаны, недалеко от Мариуполя, с основным капиталом 6650 тыс. франков, был рассчитан на 3 доменные печи. Кроме того, в 1899—1900 гг. были пущены заводы Верхнеднепровского металлургического общества (бельгийского) с основным капиталом 5 млн. фр., Макеевские сталелитейные заводы, Кадиевский завод с основным капиталом 6 млн. фр., Керченский чугуноплавильный завод Брянского общества, завод на ст. Краматорская (Курско-Харьковско-Севастопольской железной дороги).

Вместе с заводами Юза (Новороссийским) и Пастухова (Сулинским) к началу XX в. на Юге было уже 17 больших металлургических заводов с 41 домной, среди них лишь Сулинский завод принадлежал русскому хозяину (Пастухову) .

Итак, 10—12 лет, с конца 1880-х до начала 1900-х годов — вот тот короткий период, в течение которого быстро выросла южная металлургия.

Металлургические заводы Юга были сосредоточены, главным образом, в трех районах: Донбассе, Приднепровье и Приазовье. Перед первой мировой войной в районе Донбасса выплавлялось чугуна примерно 110 млн. пудов (или 58 % от всей выплавки его на Юге), в районе Приднепровья — 50,5 млн. пудов (или 26,7%), и в районе Приазовья — 24 млн. пудов (или 12,6 % от всей выплавки чугуна на Юге).

На Гданцевском доменном заводе Криворожья, выплавляли в 1913 г. 5 млн. пудов чугуна (или 2,7 % от всей выплавки чугуна в южных районах). Это был единственный завод, специально построенный для переплавки на месте бедных руд, транспортировка которых на значительные расстояния являлась экономически нецелесообразной.

В районе Донбасса были расположены крупнейшие металлургические заводы Юга. Их производительность которых по выплавке чугуна к 1913 г. составляла (в млн. пудов) [8, стр. 234; 9, стр. 19; 10, стр. 58...63]: Петровский - 21,3; Юзовский - 16,9; Донецко-Юрьевский - 15,1; Макеевский - 14,1; Краматорский - 10,1; Дружковский (примерно) - 10,0; Кадиевский - 7,2; Ольховский - 6,0; Константиновский - 3,7; Сулинский - 3,5.

Для дореволюционной России было чрезвычайно характерно нерациональное размещение предприятий добывающей и обрабатывающей промышленности; в частности, характерен отрыв промышленности от источников сырья, топлива и энергии.

Тем не менее, южные металлургические заводы размещались в тех районах, в которых издержки производства могли быть наименьшими, а прибыль ожидалась наибольшая. В условиях промышленного развития Юга России в 80-х и 90-х годах XIX в., когда возникала мощная южная металлургия, главным фактором, определявшим выбор места для строительства новых металлургических заводов, являлся транспорт. Заводы строились преимущественно в тех районах, где сеть железнодорожного и других видов транспорта была наиболее развита, где были минимальными издержки производства на транспорт сырья, топлива и других материалов, потребляемых заводами.

Обеспеченность транспортными средствами была важна и для связи завода с районами потребления его продукции.

Следующими по важности моментами, определившими размещение южной металлургии в конце прошлого века, были вопросы снабжения заводов и населения водой, обеспечения производства персоналом, а так же шихтой и топливом.

Для выплавки 1 т чугуна в начале 1900-х годов требовалось в среднем 1,8 т богатой железом руды, 2,8 т каменного угля в случае коксования его на том же

металлургическом заводе (или 1,3 т кокса и 1,05 т дополнительного угля), 0,5...0,6 т флюсов [11; 13, стр. 315].

Независимо от того, в каком районе расположен завод — в угольном или рудном или между ними, при производстве металла приходилось нести большие транспортные расходы по перевозке руды или металлургического топлива. Поэтому проектируя площадку для строительства завода, необходимо было учитывать более выгодное географическое расположение, чтобы затраты на транспорт материалов и топлива были наименьшими. Кроме указанных средних норм расхода железной руды и каменного угля на выплавку чугуна, необходимо было учесть еще значительный расход каменного угля в сталелитейном и прокатном производствах — в среднем около 1 т угля на 1 т готовых изделий. Кроме того, затраты угля на подсобные и вспомогательные производства, на большое хозяйство металлургических заводов: паросиловое, воздуходувное, огнеупорное, транспортное и др. были значительными. При подсчетах расхода топлива, связанных с ведением крупного металлургического производства, очевидно, что экономически более выгодно было строить заводы максимально близко к угольным районам, а не к рудным. Так, для выплавки чугуна и последующего передела его в сталь и получения из нее 1 т проката было необходимо затратить в среднем 2,7 т железной руды и почти в два раза больше — 5,2 т — угля, а также около 1 т известкового камня. Можно считать, что именно поэтому наибольшее количество металлургических заводов было построено в 80—90-х годах XIX века в районе Донбасса, с относительно густой железнодорожной сетью, богатого месторождениями коксующегося каменного угля. Также вблизи Донбасса расположены месторождения и лучших известняков — с невысоким содержанием кремния и фосфора — одно из них Еленовское и второе — в Крыму, у Балаклав [12, стр. 160].

Всем этим требованиям соответствовали заводы Юга, что и обеспечило их доминирование в металлургии России.

В конечном итоге, рассматривая размещение южных металлургических заводов по отношению к районам добычи каменного угля и руды, можно отметить, что в 1913 г. выплавка чугуна (в % от всей выплавки его на Юге) составляла [14, стр. 119—120]: На месте добычи топлива - 44,5 %; на месте добычи руды - 2,8 %; на привозном топливе и руде - 52,7 % (в том числе в Донбассе - 13,4 %; на Днестре - 26,7 %; в портах Азовского моря - 12,6 %).

В процессе своего развития в Южной металлургии можно отметить два важных момента: во второй половине 1890-х годов (в 1895 г. — по выплавке чугуна, в 1897 г. — по выплавке стали и в 1896 г. - по выпуску проката) Южные заводы достигли уровня производства Уральских, а в конце 1890-х — начале 1900-х годов они становятся основной металлургической базой России. Уже в 1902—1903 гг. южная металлургия в два раза превышает объем производства Уральских заводов по выплавке чугуна и стали. Еще через десять лет — к началу первой мировой войны — объем металлургического производства Юга был выше, чем на Урале (в 3,5 раза по выплавке чугуна, в 3 раза — по выплавке стали и в 3,5 раза — по выпуску готового проката).

К началу первой мировой войны Южные заводы давали $\frac{2}{3}$ всего выплавляемого в России чугуна и свыше половины всей выплавки стали (56—57%) , в то время как Уральские заводы — 17 — 20 % всего производства черного металла в стране [15 - 17].

Характерным моментом в развитии металлургического производства заводов Юга, начиная с 1890-х годов и до Первой мировой войны, было значительное преобладание производства чугуна над производством стали и готового проката. Процент выплавки стали от количества выплавленного чугуна составлял: в 1890 г. — 65%, в 1895 г. — 77%, в 1900 г. — 73%, в 1905 г. — 70%, в 1910 г. — 90%, в 1913 г. — 90%. Прибыль при реализации чугуна достигала 33%.

Развитие тяжелой индустрии на Юге было обусловлено потребностями быстро растущего промышленного капитализма после реформы 1861 г. в России и потребностями железнодорожного строительства.

Одновременно с черной металлургией и каменноугольной промышленностью на Юге России значительное развитие получило транспортное машиностроение (паровозостроительные и вагоностроительные заводы), морское судостроение, трубопрокатное производство, сельскохозяйственное машиностроение и ряд металлообрабатывающих производств, требующих значительной затраты металла.

По подсчетам Б. Ф. Брандта [19, стр. 62—65], только в 1900-е годы на Юге России возникло более двадцати крупных металлообрабатывающих, машиностроительных и механических заводов: трубопрокатный завод Общества русских трубопрокатных заводов с основным капиталом в 2 млн. руб. имел 2 мартеновские печи; Екатеринославский сталелитейный завод с основным капиталом в 5 млн. франков и с облигационным в 2,5 млн. франков; вагоностроительный завод «Франко-русские мастерские» с основным капиталом в 2,5 млн. франков и с облигационным также в 2,5 млн. франков; завод «Эстампаж» бельгийского Донецкого металлургического общества штампования с основным капиталом в 1250 тыс. франков; трубопрокатный завод Ланге с мартеновским и листопрокатным производствами; металлообрабатывающий завод «В. Гантке» (отделение Варшавского); завод сельскохозяйственных орудий и машин Геллерштейна; Константиновский железоделательный завод с основным капиталом в 2,5 млн. франков; Дебальцевский механический завод с основным капиталом в 1 млн. руб. (котлы, машины, аппараты, земледельческие машины); машиностроительный и вагоностроительный завод в Горловке, Бахмутского уезда, с основным капиталом в 2 млн. франков; Дружковский вагоностроительный завод с основным капиталом в 1600 тыс. франков; Николаевский судостроительный завод с основным капиталом в 12 млн. франков. и с облигационным в 6 млн. франков; Николаевский механический завод с основным капиталом в 4 млн. франков; железоделательный завод в Одессе с основным капиталом в 1300 тыс. франков и с облигационным в 1 млн. франков; завод бельгийского общества «Одесских сталелитейных, кузнечных и цепных заводов» с основным капиталом в 1700 тыс. франков; бельгийский (металлический завод в Одессе (бывший Каца)) с основным капиталом в 1250 тыс. франков; котельный завод Нев, Вильд и К° в Таганроге;

паровозостроительный завод в Харькове с основным капиталом в 5250 тыс. руб.; бельгийский машиностроительный завод в Сумах с основным капиталом в 2 млн. франков; Луганский машиностроительный завод Гартмана с основным капиталом в 6 млн. руб. и облигационным в 3 млн. руб.; Луганский завод бельгийского общества «Для производства ручных инструментов и орудий» с основным капиталом в 1 млн. франков; Луганский завод бельгийского общества «Для производства эмалированной посуды и ламп в Луганске» с основным капиталом в 1500 тыс. франков.

Все указанные заводы с основным капиталом более 1 млн. франков, кроме Харьковского паровозостроительного, были иностранными. И только, начиная с XX века, на Юге возникли сотни мелких, главным образом металлообрабатывающих предприятий, преимущественно русских.

Накануне Первой мировой войны в южную металлургию было вложено иностранцами 197 млн. руб. (Это составляло 90% всех иностранных капиталов, вложенных в эту отрасль промышленности.) Если в целом черная металлургия зависела от иностранного капитала на 72%, то южная металлургия приближалась к 100%.

Это предпочтение, оказанное иностранными капиталистами металлургии Юга и южной горной и горнозаводской промышленности, не было случайным. На Юге России были сложились условия, способствовавшие привлечению иностранных капиталов: развитая сеть железных дорог, низкий, по сравнению с Западом, уровень заработной платы, богатейшие природные ресурсы, угодливость по отношению к иностранным капиталистам царского правительства. Русским правительством в горной и горнозаводской промышленности Юга были созданы дополнительно особые привилегии иностранным капиталистам, обеспечивавшие такие высокие прибыли, каких они нигде не могли получить, причем прибыли, гарантированные на 10—12 лет вперед. Так, если на Западе в конце 1890-х годов доход с капитала, вложенного в промышленность, составлял 4 - 5%, а доход в 8 - 10% считался хорошим, то на Юге России некоторые металлургические заводы выплачивали дивиденды в 20—30%, а дивиденды в 10—16% были обычными не только в 1890-х годах, но и накануне первой мировой войны [19, стр. 261].

Основную массу иностранных капиталов, вложенных в металлургию Юга, составляли франко-бельгийские. К этой группе относилось 90% иностранных капиталов, причем строгое разграничение французского и бельгийского капиталов носит лишь формальный характер. Вследствие экономической близости Франции и Бельгии и более свободного финансового и банковского законодательства в Бельгии, под маркой бельгийских выступала значительная часть французских капиталов. Доля участия капиталов других стран была незначительной. Английский капитал, с которого начались иностранные вложения на Юге, к Октябрьской революции в металлургии составлял 4% и в каменноугольной промышленности - 3,5% от количества иностранных капиталов в России.

Германские капиталы по отношению ко всем иностранным капиталам, вложенным в промышленность на Юге России, составляли 6% в металлургии и 2,8 % в каменноугольной промышленности.

Преимущественное участие в создании южной промышленности франко-бельгийского капитала обусловлено тем, что французские капиталисты особенно охотно вкладывали средства в металлургию Юга России вследствие того, что после франко-прусской войны от Франции отошли к Германии рудные и угольные месторождения и не было условий для развития металлургии во Франции. Наоборот, английский и германский капиталы были вложены в свою широкоразвитую отечественную металлургию и поэтому меньше вкладывались в эту отрасль промышленности в России. Английским капиталам на Юге принадлежал лишь завод Юза с каменноугольными копями при нем [20, стр. 48].

Иностранный капитал только с 1891 по 1910 гг. получил около 2760 млн рублей золотом [21, стр. 187]. За четверть века до первой мировой войны иностранные капиталисты в том или ином виде вывезли из России более полумиллиарда золотых рублей [20, стр. 38].

Стоит ли удивляться, что в 1914 г. Россия была вынуждена выступить в империалистической войне на стороне Антанты — Франции и Англии. Ведь перед 1914 годом важнейшие отрасли промышленности России находились в руках иностранного капитала, главным образом французского, английского и бельгийского, то есть стран Антанты. Важнейшие металлургические заводы России находились в руках французских капиталистов. Все эти обстоятельства плюс миллиардные займы, заключенные царским правительством во Франции и Англии, фактически превратили Россию в полуколонию!

Список литературы: 1. Народне господарство Радянської України. Сб. АН УРСР, Київ, 1945. 2. *Хачатуров Т. С.* Размещение транспорта в капиталистических странах и в СССР, М., 1939. 3. *Флеров А. В.* Материаловедение и технология художественной обработки металлов. М., Высшая школа, 1981. 4. Ежегодник «Россия», 1905. 5. *Некрасов З. И.* Развитие металлургии в Украинской ССР. // *З. И. Некрасов, Ю. А. Анисимов, В. В. Врублевский* и др. К., «Наукова думка», 1980. 6. *Брандт Б. Ф.* Иностранные капиталы, СПб, 1899, ч. II. 7. Павлов М. А. Воспоминания металлурга, М., 1945. 8. Березов Н. Ф. Размещение черной металлургии СССР, М., 1935. 9. *Александров И. Г.* Днепрострой, М., 1927. 10. *Гливиц И.* Железная промышленность России, СПб, 1911. 11. *Свицин А. А.* Пути развития южной металлургии. // «Уголь и железо», № 2. - 1925 г. 12. *Павлов М. А.* Металлургия чугуна, ч. I, Металлургиздат, 1944. 13. *Павлов М. А.* Металлургия чугуна, ч. II, Металлургиздат, 1944. 14. Статистические данные Комиссии электрификации Украины, Х.: 1922. 15. «Статистические таблицы по горной промышленности России». Изд. Горного Департамента, составил А. Кеппен, СПб, 1879. 16. «Сборник статистических сведений о горнозаводской промышленности России» Изд. Горного Ученого комитета. 1900. 17. «Свод статистических данных по железоделательной промышленности России». 1899. 18. Динамика российской и советской промышленности, т. I, ч. III, Госиздат, М.—Л, 1930. 19. *Туган-Барановский М.* Русская фабрика в прошлом и настоящем, изд. Московский рабочий, 1922. 20. *Эвентов Л. Я.* Иностранные капиталы в русской промышленности, Соцэкгиз, М.—Л., 1931. 21. *Струмилин С. Г.* Очерки советской экономики, Госиздат, 1930.

Поступила в редколлегию 20.03.2011

А.І. БОРКУН, Черкаський державний технологічний університет
В.О. ЗАНОРА, Черкаський державний технологічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ

У статті розглянуто питання про вдосконалення конструкції реальної деталі із застосуванням функціонально-вартісного аналізу

В статье рассмотрен вопрос о совершенствовании конструкции реальной детали с применением функционально-стоимостного анализа.

The article addressed the issue of improving the design of the real parts with the use of activity-based costing

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.

Недостатня конкурентоспроможність вітчизняних товаровиробників та слаба адаптація їх до жорстоких умов світового ринку виникла через недосконалість технологічних процесів виготовлення виробів, низьку організацію управління економічними системами на різних рівнях, необґрунтованість витрат на створення виробів, високу їх вартість.

Важливим методичним інструментарієм практичного усунення цих недоліків служить функціонально-вартісний аналіз, за допомогою якого вирішується задача: як при мінімальних витратах на створення виробів досягти високої ефективності їх виготовлення та їх конкурентоспроможність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор.

Методологія функціонально-вартісного аналізу (ФСА) розроблена інженером-конструктором Пермського телефонного заводу Ю.М.Соболевым у 1947 році та американським інженером Лоуренсом Д. Майлсом і доведена до рівня сучасної теорії оптимізації виробництва на основі аналізу і знаходження оптимального значення цільової функції виробу або його елементів за допомогою складних алгоритмів. Основні положення ФСА висвітлені в [1]. Незважаючи на важливість ці положення неефективно використовуються на підприємствах.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присв'ячується означена стаття.

Створення, використання і оновлення сучасних складних виробів потребує все більше витрат праці, матеріалів, енергії і часу, в той час як потреби суспільного виробництва диктують необхідність економії ресурсів при забезпеченні високого технологічного рівня виробів, завдяки відпрацюванню конструкцій на технологічність.

Основні задачі відпрацювання конструкції на технологічність:

- підвищення продуктивності праці при зменшенні витрат праці;
- зменшення витрат коштів, матеріалів і часу на проектування, підготовку виробництва, виготовлення, технічне обслуговування і ремонт виробу;
- забезпечення збереження якості виробу в прийнятих умовах його виробництва і експлуатації.

Основні положення, вимоги і рекомендації, з створення технологічних конструкцій викладені в ДСТ 14.201-83, ДСТ 14.205-83, ДСТ 14.206-73 та в довідковій літературі.

Оцінку технологічності конструкцій характеризують показниками: “добре” - “погано”; “допустимо” - “недопустимо”; “технологічно” - “не технологічно” тощо, але без урахування вартості функцій окремих вузлів, деталей, елементів деталі які підлягають аналізу, що дуже важливо для прийняття ефективного рішення. Такий недолік усувається при використанні функціонально-вартісного аналізу.

Формулювання цілей статті (постановка завдання).

Метою статті є вдосконалення конструкції реального виробу на основі функціонально-вартісного аналізу для забезпечення ефективності його виготовлення.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

Функціонально-вартісний аналіз ефективності виробництва — це цілеспрямований комплекс методів, підходів, процедур і певних споглядів, сутністю якого є пошук, знаходження і пропонування кращого або навіть принципово нового рішення, функцій аналізованого об’єкту з метою підвищення ефективності його використання. При цьому під функцією слід розуміти здатність об’єкта до збереження властивостей, які задовольняють досягнення мети на забезпечення ефективності.

Стратегія пошуку рішень при проведенні функціонально-вартісного аналізу (ФВА) представлена на рис.1. Така стратегія базується на використанні людської

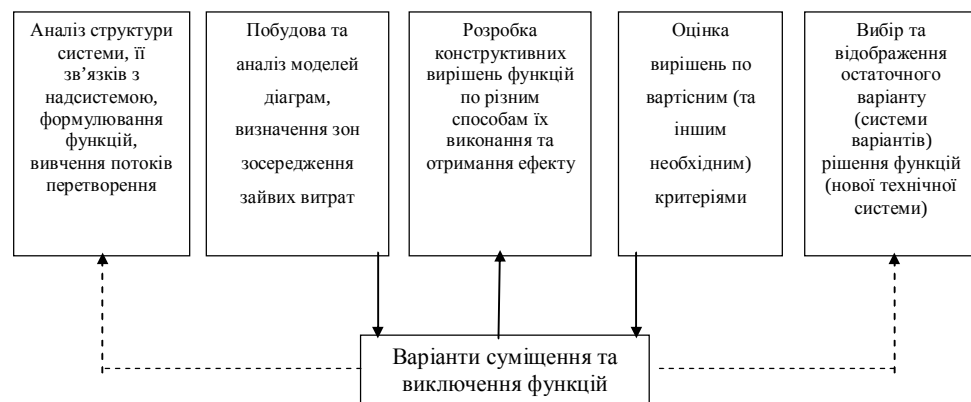


Рис.1 – Загальна стратегія пошуку рішень при проведенні ФВА

інтуїції і введенні деяких елементів активізації мислення. При цьому системний пошук направлений на знаходження рішень, які забезпечують усунення проблеми (протиріч).

Технологічний маршрут проведення функціонально-вартісного аналізу представлено на рис.2. Цей маршрут передбачає проходження трьох стадій:

- аналіз проблемної ситуації та об'єкта досліджень;
- синтез нового об'єкта ;
- реалізація прийнятих рішень (впровадження).

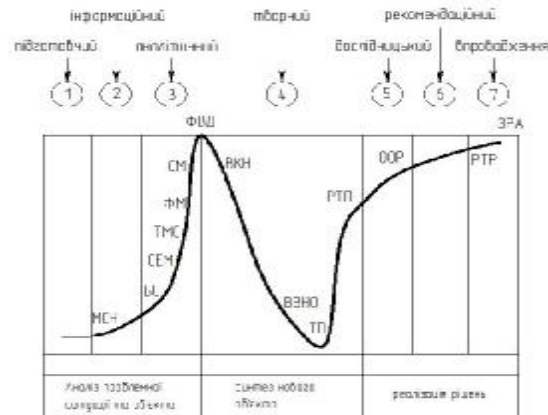


Рис.2 – Технологічний маршрут проведення ФВА

Умовні позначення:

- МНС – модель системи в надсистемі;
 БС – блок-схема (структурна модель); СЕМ – структурно-елементна модель;
 ТМС – технологічна модель системи;
 ФМ – функціональна модель об'єкта;
 СМ – суміщена модель об'єкта;
 ФВД – функціонально-вартісна діаграма;
 ВКН – визначення конструктивної надмірності об'єкта;
 ВВНО – визначення варіантів нового об'єкта;
 ТП – технічні протиріччя;
 РТП – розширення технічних протиріч;
 ООР – обґрунтування і оцінка рішень;
 РТР – розробка технічних рекомендацій;
 ЗРА – звіт по результатах аналізу.

Основною метою використання ФВА при модернізації і вдосконалення конструкції машини (виробів) є ліквідація зайвих функцій чинної конструкції або зниження затрат на їх реалізацію шляхом зміни конструкції. Це виконується на основі вивчення і аналізу реально існуючих функцій у відповідності етапам, які приведені в методиці ФВА [1]. Від структурного моделювання переходять до функціонального. Вартісна оцінка (визначення вартості реалізації функції) проводиться двічі – до і після модернізації. Поряд з цим при аналізі конструкцій деталей (виробів) потрібний особливий підхід до питання виділення і класифікації функцій, визначення їх значимості і затрат на їх реалізацію. Це обумовлено, як правило, складною структурною схемою конструкцій деталей (виробів), а також великою кількістю виконуваних ними функцій.

Аналіз конструкції доцільно проводити на основі поетапного, послідовного ФВА окремих елементів деталі, вузлів виробів, надаючи перевагу найбільш матеріаломістким, трудомістким, складним та високовартісним.

В якості об'єкта ФВА вибрано вісь геодезичного приладу Черкаського НВК «Фотоприлад» (Рис.5), в якому визначено функції по конструктивному ланцюгу. Функцією високого порядку є обертання вісі на певний кут від нульового положення “А”. Основна функція аналізованої вісі – забезпечення вироблення

вихідного параметру з індукційного датчика, встановленого в отворі “Б” деталі в залежності від кута повороту. Інші функції забезпечують реалізацію основної функції.

Аналіз і оцінка функцій існуючого варіанту конструкції вісі (Рис.3) показав, що основна функція вісі реалізована завдяки 9 робочим функціям (F1...F9). Розглянута можливість скорочення кількості функцій і розроблена конструкція нової вісі (Рис.6). При цьому кількість функцій скоротилась до 3 (F'1...F'3), і зникла необхідність в реалізації інших функцій.

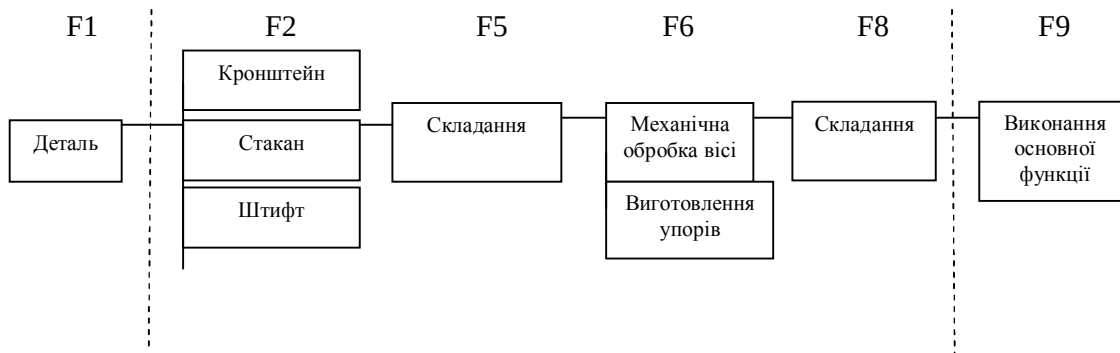


Рис.3 – Технологічний маршрут проведення ФВА базової конструкції

F1 – задана деталь, призначена для обертання контрольної площини «А» на певний кут α від нульового положення;

F2 – виготовлення складової частини – кронштейну; функція кронштейну – забезпечити жорсткість контрольного елемента вісі;

F3 – виготовлення складової частини – стакан; функція стакану – забезпечення мінімальної ваги вісі;

F4 – виготовлення складової частини – штифта; функція штифта – забезпечення сталої точності взаємного розташування поверхонь вісі;

F5 – складання деталі, функція складання – забезпечення цілісності конструкції;

F6 – механічна обробка деталі; функція механічної обробки – забезпечення необхідних параметрів точності;

F7 – виготовлення складової частини – упор; функція упору – забезпечення потрібної зони обертання вісі;

F8 – складання, функція складання – введення в конструкцію двох упорів для обмеження кута обертання;

F9 – виконання основної функції – вироблення вихідного параметра із індукційного датчика.

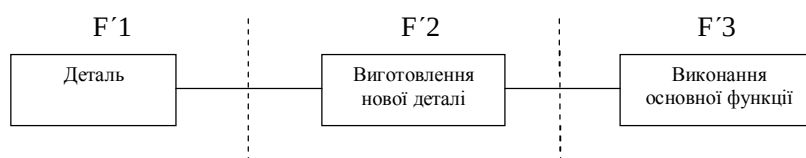


Рис.4 – Технологічний маршрут проведення ФВА нової конструкції

F'1 – задана деталь нової конструкції, яка призначена для обертання контрольної площини «А» на певний кут α (див. F1); F'2 – виготовлення деталі нової конструкції (див. F6); F'3 – виконання основної функції – вироблення вихідного параметра із індукційного датчика (див. F9).

При виділенні функцій обумовлено, що задача аналізу полягає в раціоналізації вісі з метою зниження затрат на її виготовлення.

Затрати на реалізацію основної функції вісі $S_{\text{Фосн}}$ по базовому варіанту складається:

$$S_{\text{Фосн}} = S_{\text{F2}} + S_{\text{F3}} + S_{\text{F4}} + S_{\text{F5}} + S_{\text{F6}} + S_{\text{F7}} + S_{\text{F8}} ;$$

Затрати на реалізацію основної функції вісі $S_{\text{Фосн}}$ по новому варіанту складається:

$$S'_{\text{Фосн}} = S'_{\text{F2}}$$

де $S_{\text{F2}} \dots S_{\text{F8}} ; S'_{\text{F2}}$ – затрати на основні функції F2...F8, F'2.

Використовуючи дані НВК “Фотоприлад” отримаємо такі дані (табл.1):

Табл.1. – Результати розрахунків

Функції	Зміст функції	Затрати		$S_{\text{Фосн}}$, грн.
		Матеріали, грн.	Трудомісткість, н/год.	
S_{F2}	Виготовлення кронштейну...	18,1	1,65	53,94
S_{F3}	Виготовлення стакану...	25,4	2,11	
S_{F4}	Виготовлення штифта...	0,20	0,62	
S_{F5}	Складання вісі..	-	1,13	
S_{F6}	Механічна обробка вісі...	-	3,05	
S_{F7}	Виготовлення упорів...	0,16	0,42	
S_{F8}	Складання вузла...	-	0,10	
S'_{F2}	Виготовлення деталі нової конструкції...	21,6	4,75	26,35

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Розглянуто методологію застосування ФВА для підвищення ефективності виготовлення деталей. На підставі проведеного функціонально-вартісного аналізу розроблено нову конструкцію вісі. Завдяки цьому методу забезпечується

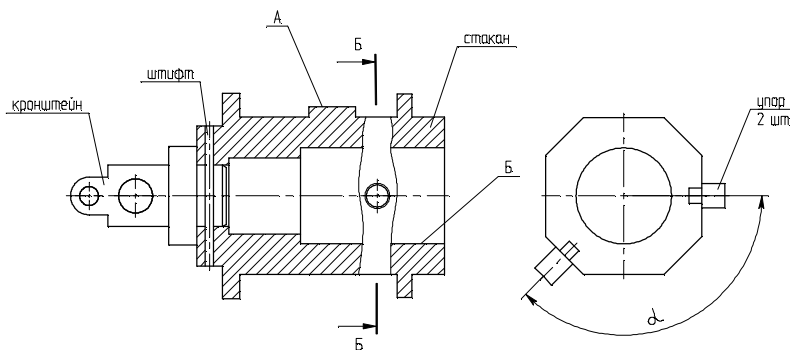


Рис.5 – Конструкція базової деталі

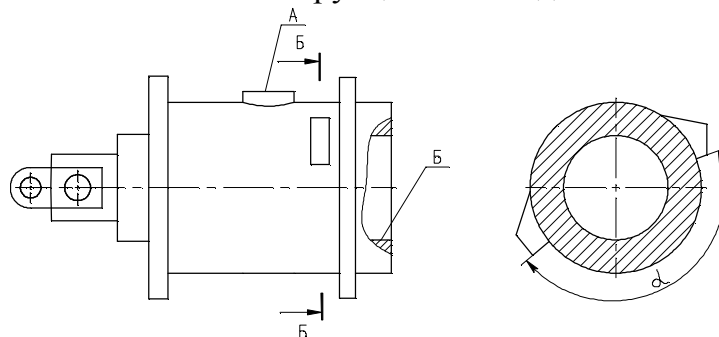


Рис.6 – Конструкція нової деталі

зниження витрат на матеріали ≈ 2 рази, зниження трудомісткості – у 1,8 рази, зменшення номенклатури деталей на 4 найменування, скорочення затрат на реалізацію основної продукції – 27,59 грн., що підтверджує доцільність його виконання.

Список літератури: 1. В.А. Панов, С.В. Ковалевский, А.П. Бывшев, «Функционально-стоимостный анализ технических и экономических систем», Учебное пособие, Новый мир – 2005, 250с. 2. Г.Н. Дубровська, А.П. Ткаченко, «Системи сучасних технологій» - К.Центр навчальної літератури, 2004.-352с.

Поступила в редколлегию 23.03.2011

УДК 656:681.518.5

А.Н. ГОРЯИНОВ, канд. техн. наук, доц., ХНАГХ, г. Харьков

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ

Предложен алгоритм разработки системы диагностирования на транспорте. Представлены основные проблемные вопросы реализации этапов систем диагностирования.

Ключевые слова: диагностика, транспорт, алгоритм

Запропоновано алгоритм розробки системи діагностування на транспорті. Представлені основні проблемні питання реалізації етапів систем діагностування.

Ключові слова: діагностика, транспорт, алгоритм

An algorithm for developing a system diagnostic on transport are offered. The main problematic issues of implementation stages of diagnosing systems are resulted.

Keywords: diagnostics, transport, algorithm

1. Введение

Системы технологического управления перевозками на транспорте в настоящее время являются достаточно сложными объектами для теоретического анализа, что сдерживает в определенной степени их совершенствование [1, с.99]. К этому можно добавить, что большинство объектов управления таких систем управления являются также сложными. Речь идет, прежде всего, об объектах управления на транспорте – системах транспорта. Поэтому актуальным является поиск и применение новых подходов по усовершенствованию управления функционированием и развитием транспорта. В качестве перспективного подхода, который позволит расширить круг возможностей по решению указанной проблемы, можно назвать диагностику.

2. Анализ публикаций

Обзор литературных источников позволяет делать вывод о широком применении на транспорте диагностики в техническом аспекте (техническая диагностика). Большой потенциал по вопросу использования диагностики также содержится в исследованиях экономических систем (экономическая диагностика). В качестве первых работ по формированию транспортной диагностики можно назвать [2, 3]. На сегодняшний день не решено большинство вопросов по использованию диагностики на транспорте в технологическом аспекте, что может служить основой для проведения научных и прикладных исследований.

3. Цель и постановка задачи

В данной работе целью является описание основных действий при разработке систем диагностирования на транспорте.

4. Результаты исследования

Методологической основой при проведении исследований целесообразно избрать метод аналогий. Это обусловлено характеристиками исследуемых объектов на транспорте - транспортные системы являются многоаспектными системами (экономический, технический, социальный и др. аспекты).

Особо выделим, что формирование транспортной диагностики подразумевает рассмотрение объектов на транспорте в технологическом аспекте. Это продиктовано тем, что на текущий момент существуют такие виды диагностики как техническая и экономическая, но вопросы диагностирования технологических систем на транспорте в рамках указанных видов диагностики не изучены.

Сравнение материалов, которые характеризуют применение диагностики в техническом и экономическом аспекте, позволяет сделать вывод об особенностях реализации технической и экономической диагностики. В технической диагностике более четким является выделение «системы диагностирования». В экономической диагностике такое выделение является не всегда явным, и большее внимание уделяется процедурам управленческой реализации задач диагностирования

Основываясь на данных [4, с.10], можно предложить использовать следующую последовательность действий (алгоритм) при разработке системы диагностирования – рис. 1. Использование системы диагностирования для определения диагноза объектов диагностирования на транспорте позволит принципиально по-иному подходить к проектированию и оценке таких объектов. На этапе проектирования, например, систем транспорта, будет возможным учитывать их контролепригодность. Построение алгоритма диагностирования является ключевым элементом в системе диагностирования. Согласно [4, с.9]: «Диагноз есть результат реализации алгоритма диагностирования»

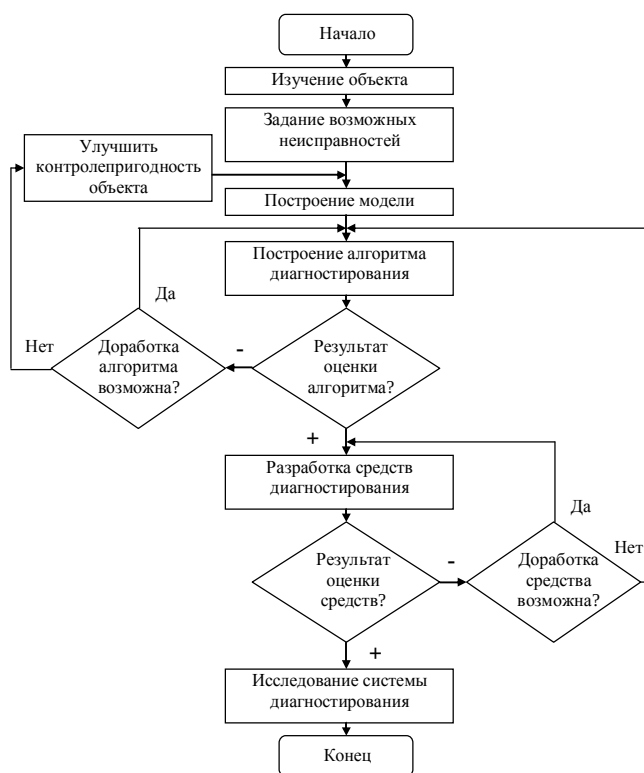


Рис. 1 – Схема последовательности действий при разработке системы диагностирования на транспорте (предлагается (на основании [4, с.10])

В приведенной схеме (рис.1) в отличие от данных [4, с.10] вместо термина «дефект» использован термин «неисправность». Это связано с тем, что функционирование транспорта рассматривается в технологическом аспекте и целесообразно учитывать терминологические особенности технических и технологических систем.

Далее дадим общую характеристику представленным блокам алгоритма – таблица 1.

Таблица 1 – Характеристика основных блоков алгоритма разработки системы диагностирования на транспорте (на основе [4, с.9])

Название блока	Общая характеристика	Замечания по реализации на транспорте
1	2	3
Изучение (исследование) объекта	Определяются принципы работы объекта, структура, выполняемые функции и др.	Целесообразно разработать (использовать) классификацию объектов диагностирования на транспорте для унификации проведения данного этапа
Задание возможных неисправностей	Указывается перечень или классы возможных (наиболее вероятных) неисправностей объекта, условия и признаки их проявления, передачи (транспортировки) признаков в контрольные точки и их обнаружения в этих точках	Ввиду особенностей транспорта, наряду с контрольными точками могут использовать контрольные зоны и другие подобные атрибуты
Построение модели	При возможности или необходимости формализованного решения задач диагностирования выбирается известная или строится новая математическая модель объекта и соответствующие ей модели возможных неисправностей	Особой проработки потребуют вопросы построения моделей неисправностей ввиду слабой изученности данного вопроса
Построение алгоритма диагностирования	Выбирается метод и составляется алгоритм диагностирования, анализируя модели объекта формализованным путем, а при отсутствии модели – интуитивно на основе опыта	Важным является использование потенциала систем диспетчерского управления
Оценка алгоритма диагностирования	Оценивается качество полученного алгоритма диагностирования. Для алгоритмов проверки исправности, работоспособности или правильности функционирования объекта основной характеристикой является полнота обнаружения возможных неисправностей, алгоритмов поиска неисправностей – глубина поиска. Если указанные характеристики не соответствуют требуемым, выполняют либо доработку полученного алгоритма, либо составляют новый алгоритм, воспользовавшись другим или улучшив предварительно контролепригодность объекта.	Большой пласт исследований открывается в вопросе определения контролепригодности объектов диагностирования на транспорте. Также требуют разработки вопросы классификации неисправностей таких объектов.

1	2	3
Разработка средств диагностирования	Выбирают из известных или разрабатывают новые подходящие средства диагностирования, которые реализуют алгоритм диагностирования, удовлетворяющий требованиям полноты обнаружения или глубины поиска возможных неисправностей.	Основной акцент в данном блоке должен отводиться средствам методического характера, хотя могут присутствовать и вопросы использования технических средств
Оценка средств диагностирования	Оценивают характеристики выбранных или разработанных средств диагностирования, например, их безотказность, достоверность работы и др. Если какие-либо характеристики не соответствуют требуемым, выполняют либо доработку выбранных средств, либо подбирают или разрабатывают другие средства, не меняя полученный алгоритм диагностирования. Если указанные меры не дают нужных результатов, уменьшают полноту обнаружения или глубину поиска неисправностей с последующей разработкой нового алгоритма диагностирования и реализующих его средств.	Ввиду специфики средств диагностирования на транспорте (акцент на методических средствах), требуются особые методики их оценки. Здесь будут полезными наработки экономической диагностики.
Исследование системы диагностирования	Проводится исследование системы диагностирования, в том числе экспериментальное.	Данные вопросы являются разработанными только для технических систем. Поэтому нужны новые исследования для целей транспортной диагностики

Данные табл. 1 свидетельствуют о разной степени проработанности отдельных этапов алгоритма разработки системы диагностирования на транспорте. Большой объем данных может быть использован из исследований технической диагностики. Полезными, особенно для этапа «оценка средств диагностирования», будут работы по экономической диагностике.

5. Выводы

1. Впервые предложен алгоритм разработки системы диагностирования на транспорте, который основан на алгоритме технической диагностики.

2. Реализация предложенного алгоритма разработки системы диагностирования на транспорте требует проведения широкого спектра исследований, в основу которых могут быть положены данные технической и экономической диагностик.

3. Отдельного изучения требует вопрос контролепригодности объектов диагностирования на транспорте, что обусловлено самой концепцией диагностики (в том числе транспортной диагностики).

4. В дальнейшем следует разработать классификацию объектов диагностирования на транспорте с учетом разрабатываемых систем диагностирования.

Список литературы: 1. Современные технологии на железнодорожном транспорте. Под ред. Л.А.Исаева, Б.И.Макаренко. – Харьков: Изд-во ХВУ, 2000. – 220с. 2. Горяинов А.Н. Выделение

общих свойств диагностического подхода применительно к транспорту / Вісник НТУ «ХПІ». 3б.наук.пр. Тем.вип.: Нові рішення в сучасних технологіях. №2. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – С.89-93. 3. Горяинов А.Н. Основы формирования терминологического аппарата транспортной диагностики / Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн.сб. Вып.97. – Киев:Техніка, 2011. – С.299-305. 4. Надежность и эффективность в технике. Справочник. В 10 т. Т.9. Техническая диагностика. Под ред. В.В.Клюева, П.П.Пархоменко. – М.:Машиностроение, 1986. – 351с.

Поступила в редколлегию 19.02.2011

УДК 656.222.3

Г. Я. МОЗОЛЕВИЧ, ст. викладач Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Ю. В. ЧИБІСОВ, асис. Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЇЗДОПОТОКІВ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА

Виконано аналіз параметрів поїздопотоків Дніпропетровського залізничного вузла. Встановлено законі розподілу випадкової величини інтенсивності поїздопотоків та випадкової величини інтервалів між поїздами, отримано диференційні функції їх розподілу.

Ключові слова: залізничний вузол, параметри поїздопотоків, раціональні маршрути пропуску поїздів.

There was performed an analysis of the trainflows of Dnepropetrovsk railway junction. There was also determined the distribution law of the random quantity of the trainflow intensity and random quantity of the train intervals and their differential functions were obtained.

Key words: railway junction, trainflow parameters, rational routes of the train advancing.

Выполнено анализ параметров поездопотоков Днепропетровского железнодорожного узла. Установлено законы распределения случайной величины интенсивности поездопотока и случайной величины интервалов между поездами, получены дифференциальные функции их распределения.

Ключевые слова: железнодорожный узел, параметры поездопотоков, рациональные маршруты пропуску поездов.

Вступ

Вміння раціонально розподіляти потоки поїздів як у межах залізничного вузла, так і на мережі залізниць в цілому, дозволить вирішити низку питань, пов'язаних з тривалістю доставки вантажів, обмеженням пропускної спроможності залізничних ліній, зменшенням експлуатаційних витрат. В сучасних умовах питання дослідження закономірностей зміни експлуатаційних витрат та собівартості вантажних перевезень на мережі залізниць в залежності від обсягів роботи та розмірів руху залишається актуальним.

Інформація про раціональні маршрути руху поїздопотоків за критеріями тривалості руху та вартості пропуску поїздів може бути корисною для дорожнього диспетчера. Організація руху з урахуванням даної інформації дозволить зменшити витрати механічної роботи рухомого складу, та зменшити тривалість доставки вантажів.

Постановка задачі

Реалізація задачі визначення раціональних маршрутів руху поїздів для заданої мережі залізниць неможлива без аналізу характеристик поїздопотоків, а також параметрів одиниць потоку, характеру їх розподілу та принципу організації перевезень. В даній роботі поставлена задача вивчення характеристик поїздопотоків у Дніпропетровському залізничному вузлі статистичними методами для подальшого використання їх в моделі розподілу поїздопотоків на мережі (в тому числі у залізничному вузлі) з метою дослідження технології організації перевезень.

Аналіз зміни кількісних характеристик потоків поїздів у вузлі

До Дніпропетровського залізничного вузла надходять поїздопотоки з двох напрямків: зі станції Сухачівка (парний напрямок) та зі станцій Самарівка та Ігрені (непарний напрямок), з яких прибувають поїзди трьох категорій: поїзди у переробку, вантажні транзитні і пасажирські (рис. 1).

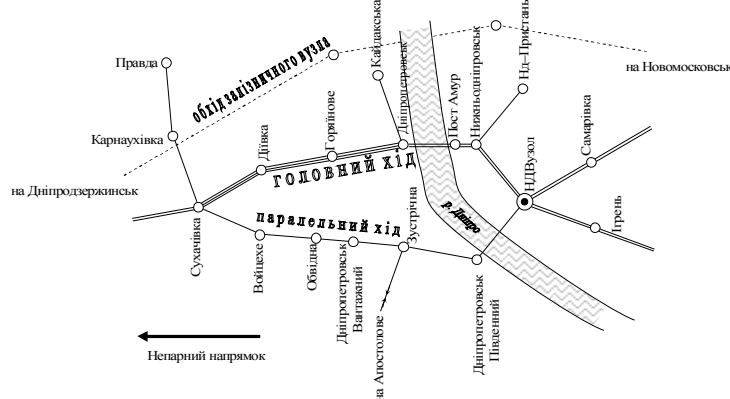


Рис. 1. Схема Дніпропетровського залізничного вузла

Також у вузлі курсують передаточні поїзди для розвозу місцевого вантажу. До станції Зустрічна примикає одноколійна ділянка Зустрічна – Апостолове, напрямку Мерефа – Херсон. Крім того, існує можливість обходу Дніпропетровського залізничного вузла – для цього прокладена одноколійна ділянка між станціями Новомосковськ та Дніпродзержинськ, довжина руху по якій не набагато перевищує довжину по основному ходу (74 км проти 72 км). Діаграма розподілу поїздопотоків Дніпропетровського залізничного вузла по категоріям наведена на рис. 2.

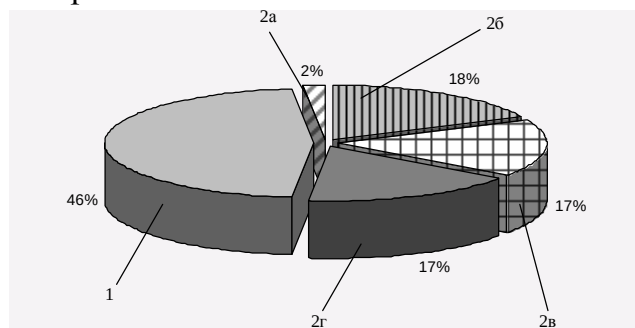


Рис. 2. Діаграма розподілу поїздопотоків Дніпропетровського залізничного вузла по категоріям: 1 – пасажирські поїзди; 2 – вантажні, в т.ч.: а) передаточні; б) транзитні; в) в розформуванні; г) свого формування.

Передаточні поїзди курсують тільки між тими станціями вузла, на яких виконуються незначні обсяги вантажної роботи. Зміна станцій навантаження-розвантаження місцевого вантажу при дослідженні не розглядалася. Тому перерозподіл вантажного поїздопотоку можливий для транзитних вантажних поїздів, поїздів у розформування та свого формування. Як показав аналіз, ці категорії поїздів загалом складають 52 % від загального поїздопотоку вузла, тобто більшу частину поїздопотоку. Статистичні характеристики таких категорій поїздів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 Числові характеристики випадкової величини поїздопотоку Дніпропетровського залізничного вузла по категоріям

Напрямок	Характеристики Категорії поїздів	Математичне очікування	Дисперсія	Коефіцієнт варіації
Парний	Транзитні	33,3	33,9	0,17
	В розформування	26,7	26,7	0,19
	Свого формування	23,3	21,8	0,20
Непарний	Транзитні	27,7	29,8	0,20
	В розформування	33,3	40,8	0,19
	Свого формування	33,9	43,1	0,19

Існує два маршрути пропуску таких поїздів: через станцію Дніпропетровськ (головний хід) та через станцію Дніпропетровськ-Південний (паралельний хід). Діаграму розподілу загального поїздопотоку вузла по різних ходах наведено на рис. 3.

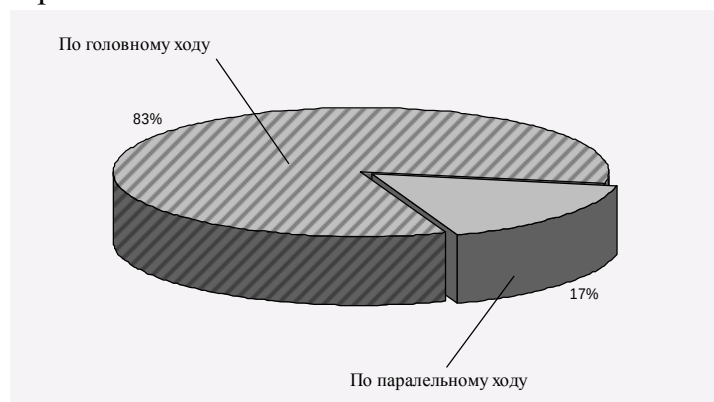


Рис. 3. Діаграма розподілу загального поїздопотоку Дніпропетровського залізничного вузла на паралельних ходах

Як видно з діаграми, розподіл поїздопотоку є досить нерівномірним. Більша частина поїздів пропускається по головному ходу, тобто по двоколінійній ділянці з триколіійною вставкою. Крім того, величина поїздопотоку по цим двох маршрутах у парному і непарному напрямках суттєво відрізняється. На рис. 4 наведено діаграми розподілу поїздопотоку у вузлі по напрямках.

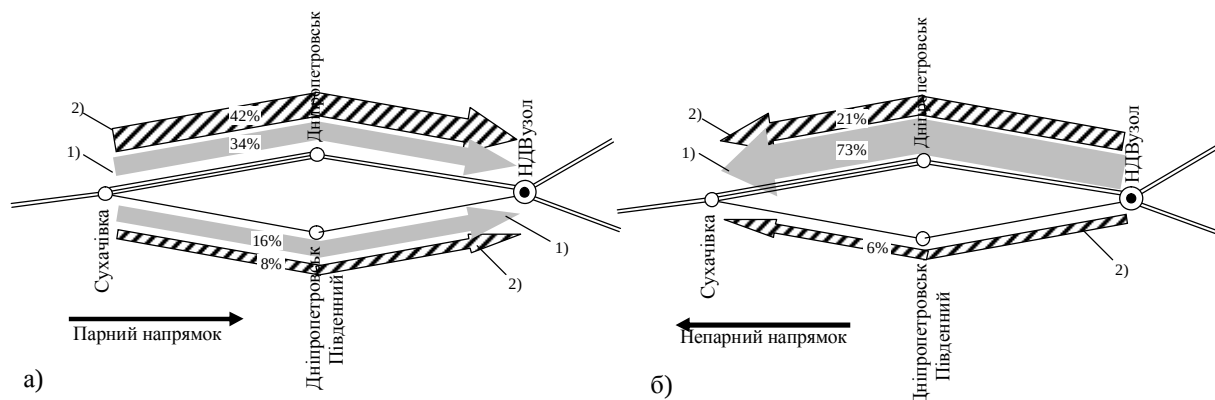


Рис. 4. Діаграма розподілу поїздопотоків Дніпропетровського залізничного вузла по напрямках: а) у парному напрямку; б) у непарному напрямку. Умовні позначення: 1) вантажний потік; 2) пасажирський потік.

Кількість поїздів, які щодоби проходять Дніпропетровський залізничний вузол, не є постійною величиною. Ця величина коливається у межах від 84 до 147 поїздів за добу. Гістограма розподілу випадкової величини інтенсивності поїздопотоків наведена на рис 5.

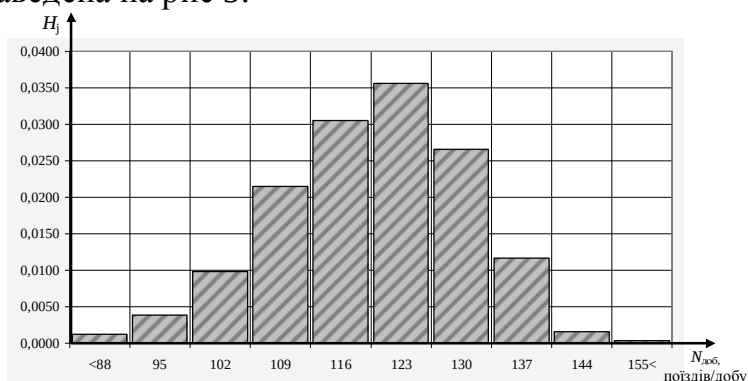


Рис. 5. Гістограма розподілу величини поїздопотоків Дніпропетровського залізничного вузла

На рис. 6 наведено гістограму розподілу випадкової величини кількості транзитних поїздів, які надходять відповідно з непарного та парного напрямків.

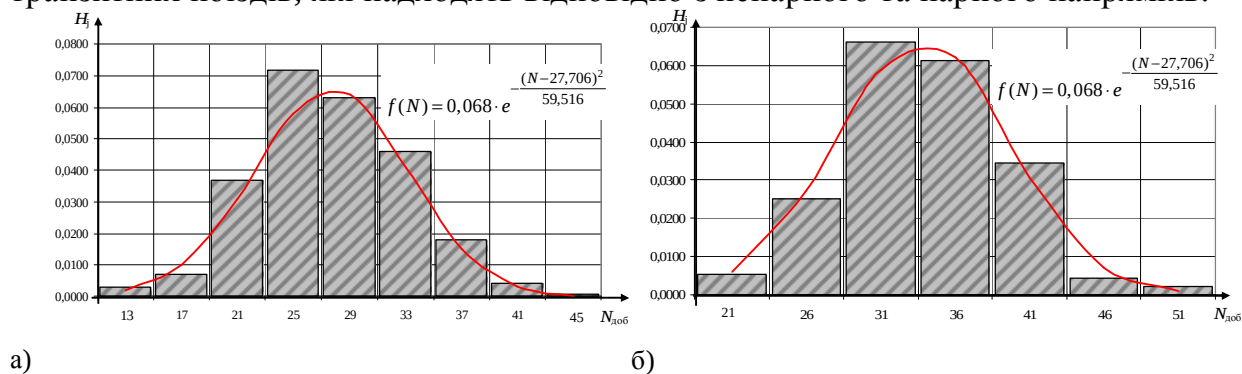


Рис. 6. Гістограма розподілу кількості транзитних поїздів за добу: а) непарного напрямку; б) парного напрямку

Також виконано аналіз параметрів поїздопотоків з переробкою (рис. 7).

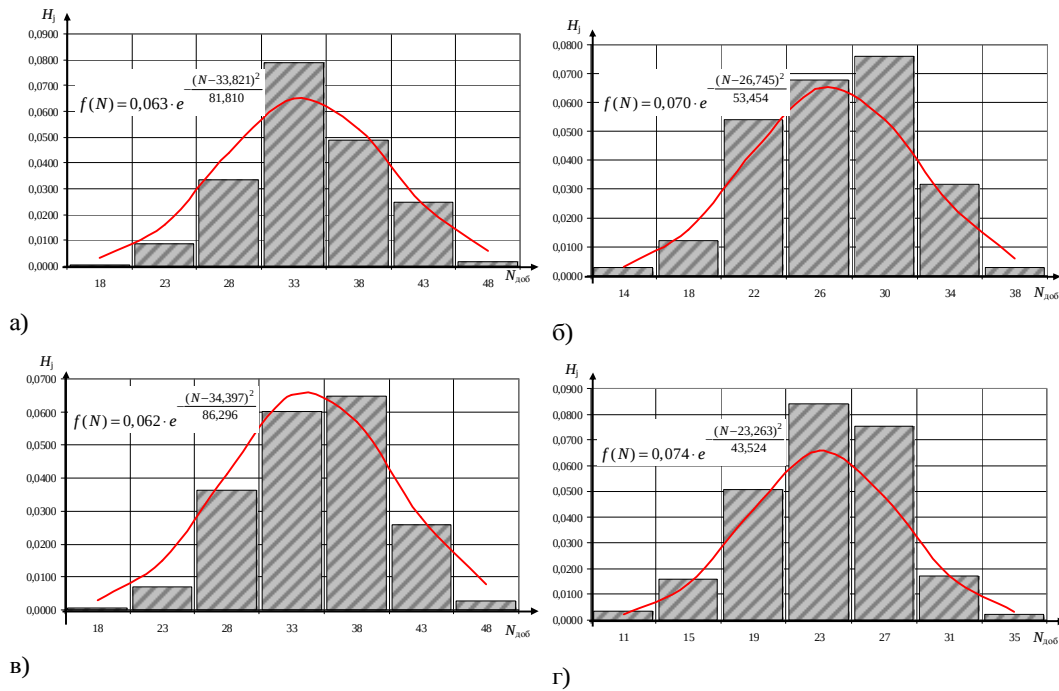


Рис. 7. Аналіз параметрів розподілу поїздопотоків з переробкою:
 а) в розформування непарного напрямку; б) в розформування парного напрямку;
 в) свого формування непарного напрямку; г) свого формування парного напрямку (на вихід з вузла)

Перевірка гіпотези про нормальний закон розподілу випадкової величини кількості поїздів не суперечить статистичним даним, див. табл. 2.

Таблиця 2 Перевірка гіпотези про нормальний закон розподілу випадкової величини кількості поїздів

Напрямок	Категорія	Функція розподілу, $f(N)$	Перевірка гіпотези про нормальний закон розподілу за критерієм Пірсона		
			χ^2_p	$\chi^2_{\text{табл}}$	підтвердження гіпотези
парний	транзитні	$f(N) = 0,066 \cdot e^{-\frac{(N-33,836)^2}{67,586}}$	10,787	12,017	+
	в розформування	$f(N) = 0,070 \cdot e^{-\frac{(N-26,745)^2}{53,454}}$	10,936	12,017	+
	свого формування	$f(N) = 0,074 \cdot e^{-\frac{(N-23,263)^2}{43,524}}$	9,505	10,645	+
непарний	транзитні	$f(N) = 0,068 \cdot e^{-\frac{(N-27,706)^2}{59,516}}$	6,908	10,645	+
	в розформування	$f(N) = 0,063 \cdot e^{-\frac{(N-33,821)^2}{81,810}}$	10,139	12,017	+
	свого формування	$f(N) = 0,062 \cdot e^{-\frac{(N-34,397)^2}{86,296}}$	11,155	12,017	+

Аналіз інтенсивності вхідного поїздопотоків та встановлення закону розподілу інтервалів. Інтенсивність вхідного поїздопотоків характеризується середньою величиною інтервалу їх надходження. Гістограми розподілу інтервалів між поїздами, що надходять відповідно з парного і непарного напрямків, наведені на рис. 8.

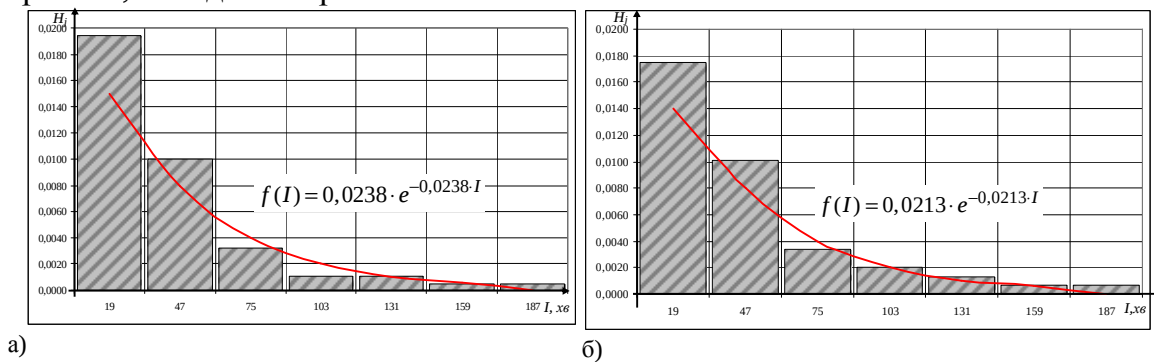


Рис. 8. Гістограма розподілу випадкової величини інтервалу між поїздами:
а) парного напрямку; б) непарного напрямку

За характером розподілу висунута гіпотеза про те, що інтервали між поїздами розподілені за законом Ерланга з параметром K . Перевірка гіпотези про закон розподілу випадкових величин інтервалів виконана за допомогою критерію згоди Пірсона χ^2 [14]. Статистична обробка результатів спостережень, а також перевірка гіпотези за критерієм Пірсона показала, що немає підстав відхиляти гіпотезу про розподіл інтервалів між поїздами за законом Ерланга ($\chi^2_p < \chi^2_{\text{табл}}$; $4,78 < 7,78$; $2,64 < 7,78$). Результати статистичної обробки інтервалів вхідних поїздопотоків наведені у табл. 3.

Таблиця 3 Результати статистичної обробки інтервалів вхідних поїздопотоків

№ п/ п	Напрямок	Параметри вхідного поїздопотоків				Доля поїздів даної категорії		
		$M[I]$	K	$I_{\min}$	$\sigma[I]$	у розфо рмува ння	транзи тні	пасажирськ і
1	Парний (зі станції Сухачівка)	42,06	1	6	35,27	0,24	0,20	0,56
2	Непарний (зі станцій Самарівка та Ігрені)	47,00	1	6	38,84	0,38	0,27	0,35

Висновки

Виконано аналіз параметрів розподілу поїздопотоків у Дніпропетровському залізничному вузлі. Виявлено, що розподіл поїздів на паралельних ходах вузла має нерівномірний характер: 76 % проти 24 % у парному напрямку та 94 % проти 6 % у непарному напрямку. Виконано аналіз інтенсивності вхідного потоку поїздів та встановлено, що інтервали між

поїздами мають показниковий розподіл. Встановлено, що кількість поїздів розподілено за нормальними законами, отримано диференційні функції розподілу поїздопотоків. Знання характеру розподілу поїздів дозволить виконати техніко-економічні розрахунки з визначення раціональних варіантів перерозподілу поїздопотоків у Дніпропетровському залізничному вузлі, а також визначити економічний ефект, що пов'язаний зі зменшенням експлуатаційних витрат на пропуск поїздів.

Список літератури: 1. *Шавзис, С. С.* Планирование поездообразования: новые подходы и решения [текст] / С. С. Шавзис // Залізничний транспорт – 2003. – №8 – С. 43–47. 2. *Ковалев, В. И.* Совершенствовать организацию и управление вагонопотоками [текст] / В. И. Ковалев, А. Т. Осьминин // Железнодорожный транспорт – 2005. – №10 – С. 29–33. 3. *Липовец, Н. В.* Удосконалення організації пропускання вагонопотоків [текст] / Н. В. Липовец // Залізничний транспорт України – 2001. – №4 – С. 15–16. 4. *Ададуров, С. Є* Перевозочный процесс: направления инновационного развития [текст] / С. Є Ададуров // Железнодорожный транспорт – 2007. – №10 – С. 18–19. 5. *Музикіна, Г. І.* Проблема управління вантажними перевезеннями в умовах впливу економічних факторів [текст] / Г. І. Музикіна, А. С. Савенко, П. В. Бех // Вісник Академії митної служби України. – 2005. -№ 1 (25). - С. 51-57. 6. *Нагорный, Е. В.* Математическая модель функционирования каналов грузопотоков перевозки массовых грузов маршрутами [текст] / Е. В. Нагорный, Н. Ю. Черныш // Проблемы развития транспортных коммуникаций: Междун. сб. научн. тр. – Гомель: БелГУТ. –2000. –С. 75-83. 7. *Авекитян, М. А.* Совершенствовать систему показателей эксплуатационной работы [текст] / М. А. Авекитян // Железнодорожный транспорт – 2005. – №10 – С. 10–18. 8. *Тулупов, Л. П.* Оптимизация управления перевозками на линейном уровне [текст] / Л. П. Тулупов // Железнодорожный транспорт – 2003. – №8 – С. 34–37. 9. *Долгополов, П. В.* Побудова моделі корпоративної мережі управління експлуатаційною роботою залізничного вузла [текст] / П. В. Долгополов // Збірник наукових праць УкрДАЗТ – Вип. 62 – Харків, 2004. – С. 31–37. 10. *Бутько, Т. В.* Удосконалення роботи залізничних вузлів при впровадженні варіантних технологій [текст] / Т. В. Бутько, Д. В. Ломотько, О. А. Малахова // Збірник праць КУЕТТ – 2003. Вип.4 – С. 56–60. 11. *Елисеев, С. Ю.* Концепция управления грузовыми перевозками в транспортных узлах с применением логистических центров [текст] / С. Ю. Елисеев // Вестник транспорта – 2006 – №2 – С. 12–14. 12. *Мишко, С. П.* Модель оперативного управління вантажними потоками залізничного вузла в термінах мереж Петрі [текст] / С. П. Мишко // Економіст, 2005. – № 8 – С. 77–79. 13. *Лаврухін, О. В.* Застосування апарату нечітких нейронних мереж для моделювання системи управління роботою залізничного вузла [текст] / О. В. Лаврухін, В. В. Петрушов // Збірник наукових праць ДонІЗТ, 2006 – №5 – С. 13–17. 14. *Федотов, Н. И.* Применение теории вероятности в транспортных расчетах [текст] / Н. И. Федотов, А. В. Быкадоров // Новосибирск – 1969. – 185 с.

Поступила в редколлегию 28.02.2011

УДК 004.05

С.Г.ЧЁРНЫЙ к.т.н., доц. Керченский государственный морской технологический университет

RE-ENGINEERING COMPONENT MODELS ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОГРАММНОМ КОДЕ

Розглянуто можливості редагування елементів програмного коду за допомогою процесу ре факторингу. Наведено приклади використання сегментації різноманітних структур для проектування компонентів програмних систем.

Ключові слова: модуль, рефакторинг, фрагмент, компонент.

Рассмотрены возможности редактирования элементов программного кода с помощью технологии рефакторинга. Приведены примеры использования сегментации различных структур для проектирования компонентов программных систем.

Ключевые слова: модуль, рефакторинг, компонент.

The possibilities of editing element code with refactoring technology. Examples of the use segmentation of different structures for the design components software systems.

Keywords: module, refactoring, components.

Постановка задачи в общем виде и ее актуальность

Практически невозможно представить сейчас существенное коммерческое приложение, не взаимодействующее с базой данных (БД), что подразумевает уровень архитектуры и обеспечение взаимодействие с БД. Технология рефакторинга для подобных структур достаточно является нелегким. В основе рефакторинга лежит последовательность небольших эквивалентных преобразований. Прежде всего рефакторинг обеспечивает постепенное развитие кода во времени, в результате чего реализуется эволюционный подход к программированию. Особенностью рефакторинга является то, что он сохраняет функциональную семантику базовости кода.

Одни из ведущих разработчиков этого направления, организующие свою работу на принципах адаптивного программирования, в частности, специалисты по экстремальному программированию (Extreme Programmer - XPer), полагают, что рефакторинг является ведущим подходом к разработке подобного рода систем и компонентов.

Наиболее часто употребляемые методы рефакторинга: Change Method Signature; Encapsulate Field; Extract Class; Extract Interface; Extract Local Variable; Extract Method; Generalize Type; Inline; Introduce Factory; Introduce Parameter; Pull Up; Push Down; Replace Conditional with Polymorphism.

Рефакторинг желательно применять постоянно при разработке кода, что будет приводить к структурной детализации кода и стилизованной форме представления. Основными стимулами проведения являются задачи: необходимо добавить новую функцию, которая не достаточно укладывается в принятое архитектурное решение программного модуля; необходимо исправить ошибку, причины возникновения которой не выделены четко структурированной базовой внешней формой; проблематика в командной разработке, которая обусловлена сложностью логики программного продукта.

Основной материал

Операции рефакторинга БД концептуально являются более сложными, чем операции рефакторинга кода, поскольку при проведении операций рефакторинга кода необходимо заботиться лишь о сохранении функциональной семантики структуры фрагментации, а при осуществлении операций рефакторинга БД возникает процесс необходимости и сохранение информационной семантики [1-2].

При осуществлении процесса рефакторинга необходимо четко представлять какой из методов более лучший и оптимальный для данной структуры программного кода, ведь несвоеобразное использование методов приведет

разработчика к трудностям работы программного модуля. При процессе рефакторинга разработчик старается сделать так, чтобы код стал удобнее для понимания и его поддержки, а при оптимизации кода приходится делать процедуры, которые приводят к обратному эффекту, что приводит к проблемам читаемости кода, но за счет этого возрастает скорость его выполнения. В общем аспекте проблемы, возникающие при проведении рефакторинга делятся на две категории: проблемы, связанные с БД; проблемы изменения интерфейсов.

Все коммуникации с БД приложение осуществляет через прослойку DataAccessLayer, которая предоставляет собой сервисы для доступа к данным. Семантические конструкции могут сделать это в качестве функции, или может предоставить программному модулю с помощью инструментов и обучение по использованию DMS для осуществления таких процессов рефакторинга (рис.1) [2].

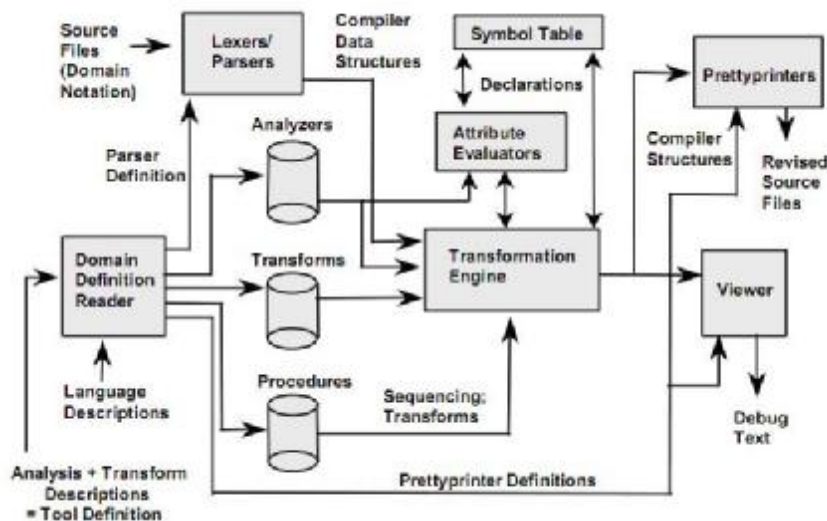


Рис.1. Архитектура DMS

На сегодняшний день выделяются три различные технологии, поддерживающие концепцию распределенных объектных систем. Это технологии RMI, CORBA и DCOM. Архитектура RMI (Remote Method Invocation, т.е. вызов удаленного метода), которая интегрирована с JDK1.1, является продуктом компании JavaSoft и реализует распределенную модель вычислений. RMI позволяет клиентским и серверным приложениям через сеть вызывать методы клиентов/серверов, выполняющихся в Java Virtual Machine. Хотя RMI считается легковесной и менее мощной, чем CORBA и DCOM тем не менее, она обладает рядом уникальных свойств, таких как распределенное, автоматическое управление объектами и возможность пересылать сами объекты от машины к машине.

Технология CORBA [3] (Common Object Request Broker Architecture), разрабатываемая OMG (Object Management Group) с 1990-го года, позволяет вызывать методы у объектов, находящихся в сети где угодно, так, как если бы все они были локальными объектами.

Технология DCOM (Distributed Component Object Model) была разработана компанией Microsoft в качестве решения для распределенных систем. Сейчас DCOM является главным конкурентом CORBA, хотя контролируется он теперь уже не Microsoft, а группой TOG (The Open Group), аналогичной OMG. DCOM представляет собой расширение архитектуры COM до уровня сетевых приложений.

Прикладные компоненты реализуют определенную бизнес-логику, распределены по сети и могут быть использованы многократно и в последнее время завоевывают большую популярность в качестве строительных блоков для создания сложных распределенных приложений, что привлекает внимание к базовым объектным архитектурам для создания распределенных объектных программных систем. Основные компоненты: компонентная объектная модель Component Object Model (COM), разработанная корпорацией Microsoft, и общая архитектура брокеров объектных запросов Common Object Request Broker Architecture (CORBA), которую развивает Консорциум OMG.

Функции CORBA (рис.2 [4]) и COM - функции промежуточного программного обеспечения объектной среды.

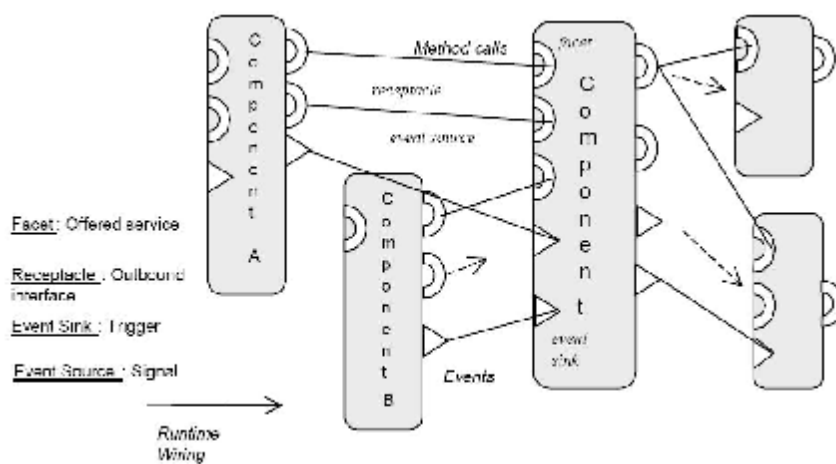


Рис.2. Структура компонента сущностей CORBA

Для обеспечения взаимодействия объектов и их интеграцию в цельную систему, архитектура промежуточного уровня должна реализовать несколько базовых принципов: независимость от физического размещения объекта (компоненты программного обеспечения не обязаны

находиться в одном исполняемом файле, выполняться в рамках одного процесса или размещаться на одной аппаратной системе); независимость от платформы (компоненты могут выполняться на различных аппаратных и операционных платформах, взаимодействуя друг с другом в рамках единой системы); независимость от языка программирования (различия в языках, которые используются при создании компонентов, не препятствуют их взаимодействию друг с другом).

Если посмотреть на структуру объектов, то можно заметить, что всем им присущи некоторые одинаковые поля – ID. Если воспользоваться терминами DDD (Domain Driven Design), то можно выделить общий интерфейс для всех объектов.

Выводы и предложения

Произведен анализ процесса рефакторинга в структуре оптимизации программного кода. Затронут аспект применения технологии, поддерживающий концепцию распределенных объектных систем. В рамках прикладных компонентов CORBA и DCOM рассмотрен процесс осуществления рефакторинга. Такой рефакторинг сервисов, предоставляющих работу с данными, открывает возможность для рефакторинга других частей приложения, позволяет выполнить преобразования некоторых частей приложения в соответствии с полезными методиками, однако тут есть и свои минусы – трудоемкость и порой невозможность проведения таких изменений, если приложение больших размеров и большая часть сервисов уже написана.

Список литературы: 1. Операции рефакторинга базы данных [Электронный ресурс] ИД Вильямс // С.45-49. - Название с титул. экрана. - Режим доступа: <http://www.williamspublishing.com/PDF/978-5-8459-1157-5/part.pdf> . 2. Методы улучшения качества кода: рефакторинг. [Электронный ресурс] - Название с титул. экрана. - Режим доступа: <http://social.msdn.microsoft.com/Forums/ru-ru/fordesktopru/thread/63d9ba19-491b-4e75-9796-6de5132e1a56> 3. Сравнение COM и CORBA [Электронный ресурс] - Название с титул. экрана. - Режим доступа: <http://kunegin.narod.ru/ref3/corba5/12.htm> 4. Robert L., Ira D., Michael Mehlich. Re-engineering C++ Component Models Via Automatic Program Transformation. - Название с титул. экрана. - Режим доступа: <http://www.semanticdesigns.com/Company/Publications/WCRE05.pdf>

Поступила в редколлегию 19.03.2011

УДК 519.8

А. М. МЕЗЕРНИЙ, студент, НТУ «ХП»

Д. В. КУКЛЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП»

ЗАСТОСУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПОБУДОВИ СПЕЦИФІКАЦІЇ ВИМОГ ДО ПРОЦЕСУ ОБЛІКУ ТА ФОРМАЛІЗАЦІЇ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

В статті розглянуто основні проблеми та актуальність управління вимогами. Запропоновано підхід до виконання обліку та формалізації вимог до програмного забезпечення на основі концепції автоматизованого генератора специфікації вимог.

В статье рассмотрены основные проблемы и актуальность управления требованиями. Предложен подход к выполнению учета и формализации требований к программному обеспечению на основе концепции автоматизированного построителя спецификации требований.

In this paper the basic problems and the actuality of requirements management is examined. Also proposed an approach for software requirements collecting and formalization is proposed, which is based on the concept of automated requirements specification builder.

Вступ. Основою успіху при створенні надійного й корисного програмного забезпечення завжди є чітке розуміння потреб його користувачів. У час, коли технології розробки програм увесь час удосконалюються й нарощують свої можливості, неправильне або неповне розуміння потреб користувачів створюваного програмного забезпечення усе ще залишається однією з причин провальних результатів проєктів при його розробці.

Щоб забезпечити більш адекватний облік потреб користувачів при створенні програмного забезпечення, у рамках процесу його розробки зазвичай виділяють особливу діяльність, що зветься аналізом і формалізацією вимог, яка включає, як мінімум наступні дії:

Попередній аналіз предметної області.

Збір побажань і виявлення дійсних потреб усіх зацікавлених осіб.

Формулювання на їхній основі вимог до створюваної програми.

Фіксація отриманої інформації у вигляді ряду документів і моделей.

Фіксація всієї цієї інформації в документах і моделях повинна допомогти перейти від неясних, часто неусвідомлених, суперечливих і постійно мінливих проблем і потреб користувачів до чітко сформульованих, несуперечливих вимог, що однозначно розуміються, які вже можна використовувати для розробки програмних систем. Причому, незалежно від конкретних розроблювачів і організацій, що брали участь у їхньому створенні на основі виділених вимог, підсумкові системи повинні виходити «однаковими», тобто взаємозамінними при розв'язку будь-якого завдання. Крім того, часто потрібно, щоб різні частини або модулі таких систем могли правильно взаємодіяти один з одним, не помічаючи відмінностей між елементами, розробленими в рамках одного проєкту й у незалежних проєктах.

Облік та формалізація вимог. При роботі з вимогами в цей час загальноприйнято поділяти вимоги на функціональні й нефункціональні [1, 2, 3].

Функціональні вимоги визначають дії, які повинна виконувати ПС, без урахування фізичних обмежень. Тим самим вони визначають поведінку системи. Процес виявлення функціональних вимог досить складний і трудомісткий. Це пояснюється наступними причинами:

таких вимог до системи звичайно багато,

замовник не завжди здатний чітко сформулювати, чого він прагне від системи,

вимоги в підсумковому документі повинні бути викладені так, щоб вони однаково розумілися замовником і виконавцем і не допускали неоднозначності,

між функціональними вимогами можуть бути різні залежності, що ускладнюють управління ними якщо буде потреба внесення змін.

Для подолання цих труднощів застосовується моделювання вимог. Модель вимог дозволяє, по-перше, установити ієрархію вимог, що сприяє кращому розумінню людиною, по-друге, дає наочне графічне подання вимог і залежностей між ними, по-третє дозволяє зв'язати графічну форму подання з текстовою, забезпечуючи людину повною інформацією.

Нефункціональні вимоги не описують поведінку програмної системи, але описують її атрибути або атрибути оточення. Нефункціональні вимоги не потрібно включати в модель вимог, але вони повинні бути точно сформульовані. Зазвичай нефункціональних вимог не буває багато, однак вони кардинальним образом впливають на вибір архітектури системи.

Управління вимогами – це досить складний і розтягнутий у часі процес. Він триває протягом більшої частини життєвого циклу, оскільки зміни можуть вноситися як під час розробки, так і після здачі системи на етапі дослідної експлуатації й при супроводі. Причини цього полягають у тому, що вимоги:

- неочевидні;
- виходять із багатьох джерел;
- важко формулюються (мова неоднозначна);
- складаються із множини різних деталей;
- нерівнозначні;
- зв'язані один з одним;
- лежать не тільки у функціональній області;
- можуть змінюватися протягом розробки й при супроводі.

Цілями аналізу й моделювання вимог є:

досягнення угоди між розроблювачами, замовниками й користувачами про те, що повинна робити ПС;

досягнення кращого розуміння розроблювачами того, що повинна робити система;

- обмеження системної функціональності;
- створення базису для планування розробки проекту;
- визначення користувацького інтерфейсу;
- складання специфікації вимог.

Ролі людей, що беруть участь у процесі роботи з вимогами [4, 5, 6]:

Системний аналітик

Розроблювач варіантів використання

Зацікавлені особи

Експерт

Розроблювач користувацького інтерфейсу

Для досягнення поставлених цілей передбачається створення наступних документів:

Попередня угода – текстовий документ, який описує, що буде включено в ПС і що вирішено виключити, тобто, він обмежує системну функціональність.[7]

Модель вимог служить для досягнення угоди між замовником і розроблювачами, даючи можливість замовникові переконатися в тому, що

система буде робити те, що вони очікують, а розроблювачам створити те, що потрібно. Модель вимог дозволяє, по-перше, установити ієрархію вимог, що сприяє кращому розумінню людиною, по-друге, дає наочне графічне подання вимог і залежностей між ними, по-третє дозволяє зв'язати графічну форму вистави з текстовою.

Специфікація вимог (Software Requirements Specification) – основний документ, використовуваний при проектуванні й розробці ПС. Вона включає модель вимог і додаткові специфікації, які являють собою текстовий опис вимог до кінцевого продукту, але не до процесу його розробки й не містять деталей реалізації вимог.

Прототип користувацького інтерфейсу забезпечує візуальне подання інтерфейсу користувача із ПС.

Глосарій – текстовий документ, що містить визначення основних понять і термінів, які повинні однаково розумітися замовником і розроблювачем.[8]

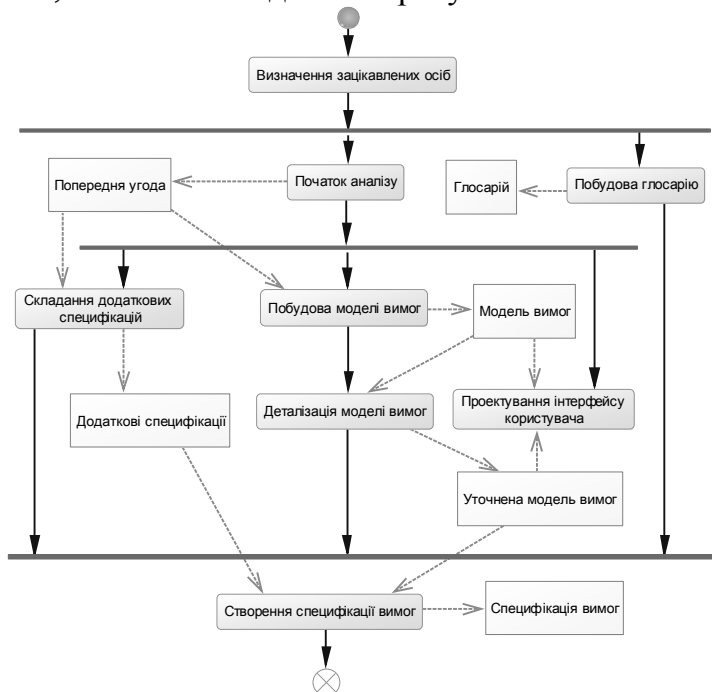


Рис. 1 – Процес обліку, аналізу та формалізації вимог

У процесі аналізу й моделювання вимог можна виділити кілька основних етапів, які представлено на рисунку 1.

Початок аналізу.

Збираються побажання зацікавлених осіб до майбутньої ПС. Ці побажання аналізуються, визначаються основні властивості й границі ПС, досягаються угоди про те, які

проблеми повинні бути вирішені.

Результати аналізу. Повинен бути складений документ «Попередня угода», який буде відправною крапкою для виконання всіх наступних робіт. На цьому етапі починається створення глосарія.

Побудова моделі вимог. Ця робота припускає виявлення акторів, варіантів використання й взаємодій між ними. [9]

Деталізація моделі вимог. Цілі даної діяльності:

вибір з варіантів використання характерних фрагментів, які можуть розглядатися як окремі абстрактні варіанти використання.

виявлення нових абстрактних акторів, які відіграють ролі, поділені декількома акторами;

реструктуризація моделі вимог;

детальний опис потоків подій для варіантів використання;
завдання пріоритетів варіантів використання.

Складання додаткових специфікацій. Додаткові специфікації являють собою текстові описи вимог. Вони доповнюють модель вимог і поряд з нею включаються в підсумковий документ – специфікацію вимог до ПС. [10]

Проектування користувацького інтерфейсу. Цей процес виконується для того щоб замовник міг більш точно уявити собі роботу й можливості майбутньої ПС і видати свої зауваження й уточнення вимог. Залежно від складності проекту й рівня підготовленості замовника результати цих робіт можуть бути представлені в різних формах:

програмна реалізація, що відтворює точний вид екранних вікон;
альбом екранних форм;
модель навігації екранів у вигляді діаграм класів із вказівкою атрибутів – полів і операцій – кнопок.

Створення специфікації вимог. Специфікація вимог створюється на основі моделі вимог і додаткових специфікацій. Вона затверджується керівництвом замовника й розроблювача й служить основним відправним документом для проектування й розробки. Зокрема, модель вимог, що входить у неї, надалі буде розвинена в модель аналізу й дизайну.[11]

Концепція та завдання запропонованого підходу.

Основним недоліком наведеного вище процесу є його велика тривалість, а це означає також дуже великі затрати на початковий етап, ще до початку розробки системи. Для деяких систем, що розроблюються, такий підхід є прийнятним, але існує цілий ряд систем, у яких довготривалий процес збору та формалізації вимог є неприпустимим, як з точки зору необхідного для цього часу, так й з точки зору неприпустимості використання значної кількості ресурсів для початкового етапу.

Крім того в результаті застосування наведеного вище підходу, кожен етап породжує певний набір документів, які досить складно відстежувати та обробляти як єдине ціле. Також такий підхід майже не дає можливості отримати на початковому етапі певну «первинну» специфікацію вимог, яку можна використовувати в подальшому одночасно як для поглиблення та уточнення вимог, так й для початку моделювання, розробки та виконання вимог.

Основною ідеєю розроблюваного підходу є спроба полегшити первинний збір вимог до програмного забезпечення та побудову специфікації вимог до проекту з використанням автоматизованої системи. Мається на увазі, що даний підхід повинен бути універсальним за застосовуванням для будь-яких стандартних підходів до розробки інформаційних систем, як то RUP, XP, або інші. Ідеєю даного підходу є надання розробнику ПЗ інструмента, який дозволяв би з одного боку ефективно задіяти замовників у процесі збору вимог, а з іншого, також прискорити процес початкового збору вимог, зменшити ризики, що зв'язані з недоглядом деяких вимог, автоматизувати побудову документів, зокрема специфікації вимог.

У рамках даної концепції було проведено дослідження процесу обліку та формалізації вимог до програмного забезпечення, що розроблюється. У рамках

роботи були визначити основні характеристики автоматизованої системи, що може бути впроваджена.

Сутність запропонованого підходу полягає у наданні користувачу можливості у покроковому режимі обирати можливості та особливості майбутньої системи або вказувати свої унікальні вимоги у відповідності до певного заданого стандартного шаблону. При цьому припускається також можливість виконання уточнень щодо певної можливості або особливості майбутньої системи на додаткових кроках.

Розроблена діаграма діяльності, представлена на рисунку 2, описує процес заповнення даних про функціональні та не функціональні вимоги до розроблюваної системи.

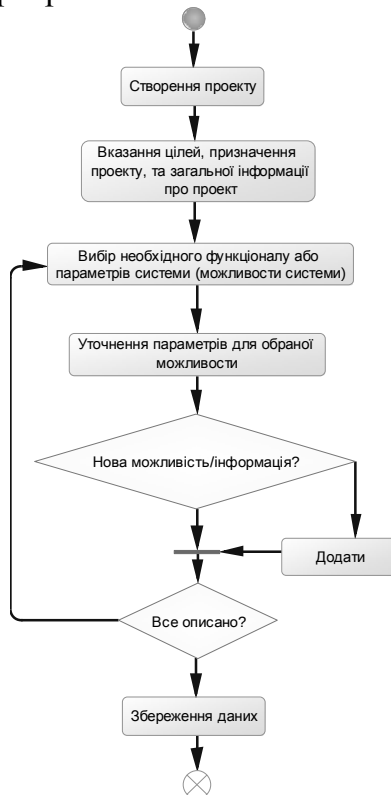


Рис. 2 – Діаграма діяльності процесу опису проекту замовником

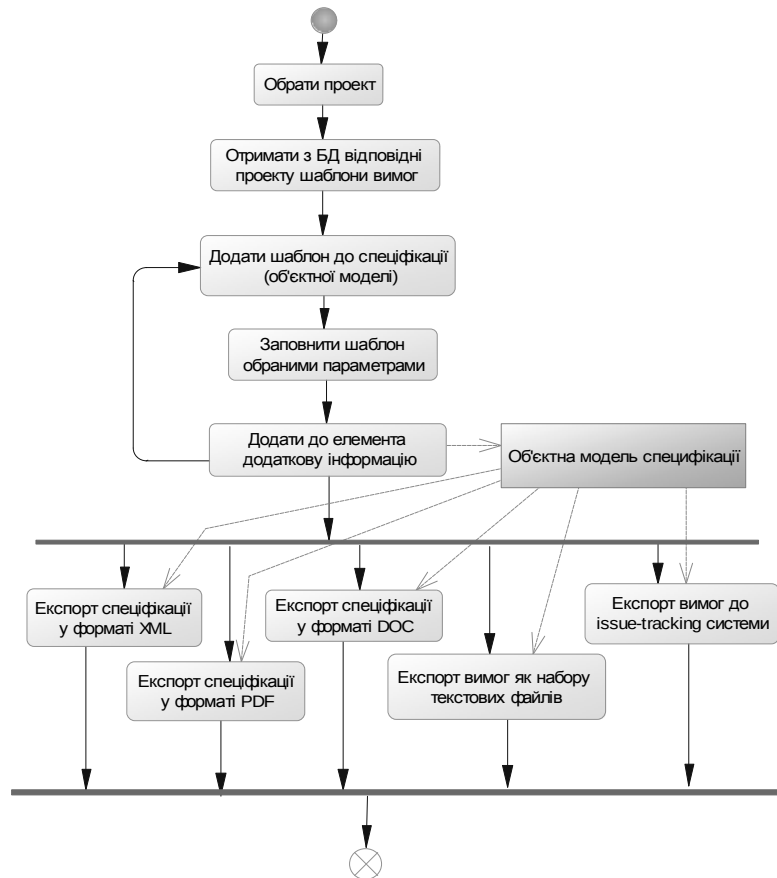


Рис.3 - Процес побудови специфікації

Дана діаграма описує взаємодію замовника з системою обліку вимог в результаті якої замовник може вказати необхідну функціональність, що повинна бути в системі, а також зазначити додаткові нефункціональні вимоги або обмеження. На основі цих даних, що зберігаються у базі даних, у подальшому можна побудувати специфікацію вимог.

В процесі розробки концепції була побудована діаграма діяльності процесу побудови специфікації, яка показує основні етапи побудови специфікації вимог до проекту. Припускається, що система, яка реалізовує описаний підхід повинна мати можливість експорту специфікацій, як у вигляді

текстового документу у форматі PDF або DOC, так і у вигляді набору документів або набору завдань для спеціалізованих систем ведення програмних

проектів Для впровадження концепції, що розглядається, необхідно створити так званий wizard-процес, який забезпечить зручну взаємодію користувача з системою у покроковому режимі з можливістю уточнення параметрів, та навіть створенням індивідуальних вимог у разі потреби.

Оскільки розроблюваний підхід повинен бути гнучким та універсальним, то не тільки дані, а й уся інша інформація щодо покрокового вибору та специфікації вимог повинна зберігатися окремо й бути легко змінюваною та настроюваною, зокрема, наприклад, додаткові параметри для кожної функціональної можливості або не функціональної вимоги. Крім того, сама послідовність та зміст кроків по створенню специфікації також мають бути настроюваними. Так наприклад можна гнучко варіювати, яким буде наступний крок – наприклад можна задати, що наступний крок – це вибір архітектури системи, або зазначення нефункціональних вимог. При цьому інтерфейс системи повинен змінюватися відповідно до тих даних, що їй відповідають.

Така гнучкість досягається завдяки двом підходам – спеціально розробленій моделі даних, яка дозволяє зберігати та змінювати більшість параметрів та налаштувань, а також завдяки компонентному підходу у побудові користувацького інтерфейсу, який дозволяє відображати ті шаблони або компоненти, які у даний момент необхідні для відображення існуючих даних та збереження вибору користувача.

Особливості та переваги запропонованого підходу. Основною особливістю запропонованого підходу є надання системи, яка забезпечує:

- допомогу у формалізації мети майбутньої системи/розв'язуваних проблем;
- допомогу у визначенні типу системи, що замовляється, її концепції та структури;
- допомогу в оформленні (формалізації) побажань клієнтів;
- можливість зазначення нестандартних вимог або системи в цілому;
- наочне прототипне подання обраної клієнтом конфігурації;
- надання початкової орієнтовної ціни проекту;
- надання первинно формалізованих вимог для можливості швидкого запуску процесу розробки (прототипу ТЗ);
- одержання уявлень про дизайн майбутньої системи;
- прискорення одержання результатів від клієнта шляхом обліку потреб клієнтів, що найчастіше зустрічаються.

Висновки. У даній статті проаналізовані основні проблеми та задачі процесу обліку та формалізації системних вимог. Запропоновано підхід до виконання обліку та формалізації вимог до програмного забезпечення на основі концепції автоматизованого генератора специфікації вимог, який дозволяє значно полегшити та прискорити розробку специфікацій вимог.

Результати даної роботи можуть бути використані в стадії розробки автоматизованої системи обліку та формалізації вимог – на етапах програмної реалізації, тестування системи та дослідження характеристик розробленого програмного забезпечення, такі як дослідження ефективності, надійності, продуктивності та поліпшення підтримуваності інформаційної системи обліку та формалізації вимог.

Список літератури: 1. Стандарт IEEE 830-98. Recommended Practice for Software Requirements Specifications 2. Стандарт IEEE 1233-98. Guide for Developing System Requirements Specifications 3. Кулямін В. В. Формалізація вимог на практиці / В. В. Кулямін, Н. В. Пакулін, О. Л. Петренко // – 2006. 4. Вігерс К. Розробка вимог до програмного забезпечення / К. Вігерс // Пер. з англ. – М.: "Російська Редакція", 2004. 5. Мацяшек Л. А. Аналіз вимог і проектування систем. Розробка інформаційних систем з використанням UML. / Л. А. Мацяшек // Пер. с англ. – М.: "Вільямс", 2002 6. Коберн А. Сучасні методи опису функціональних вимог до систем. / А. Коберн // – М.: "Лорі", 2002 7. Стандарт SWEBOOK- Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, 2004 8. Халл Є. Розробка й керування вимогами. / Є. Халл, К. Джексон, Д. Дік // "Springer", 2005 9. Леффиугуэлл Д. Принципи роботи з вимогами до програмного забезпечення. Уніфікований підхід. / Д. Леффиугуэлл, Д. Уидриг Д. // Пер. с англ. – М.: "Вільямс", 2002 10. Ройс У. Управління проектами по створенню програмного забезпечення. / У. Ройс // – М.: Лори, 2002. 11. Якобсон А. Уніфікований процес розробки програмного забезпечення. / А. Якобсон, Г. Буч, Дж. Рамбо. // СПб.: Питер, 2002.

Поступила в редколлегию 16.03.2011

УДК 378.14: 004.94:62

А.Г. ЧУХРАЙ, канд. техн. наук, доцент, ХАИ,
С.И. ПЕДАН, аспирант, ХАИ

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РАЗРАБОТКЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

Описан подход к графическому построению интеллектуальных компьютерных обучающих программ с помощью универсальной среды. Создаваемые программы обеспечивают выработку индивидуальной траектории обучения пользователей, адаптированной под уровень компетенции каждого из них. Проведен анализ трех контуров адаптации, таких как внешний цикл обучающих программ, педагогический сценарий выполнения их заданий и внутренний цикл каждого из них. Проведено тестирование работы среды.

Описано підхід до графічної побудови інтелектуальних комп'ютерних навчальних програм за допомогою універсальної середовища. Створювані програми забезпечують формування індивідуальної траєкторії навчання користувачів, адаптованої під рівень компетенції кожного з них. Проведено аналіз трьох контурів адаптації, таких як зовнішній цикл навчальних програм, педагогічний сценарій виконання їх завдань і внутрішній цикл кожного з них. Проведено тестування роботи середовища.

The approach to intelligent tutoring programs graphic construction by means of the universal environment is described. Created programs provide formation of an individual trajectory of users tutoring, which adapted under the level of their competence. The analysis of three loops of adaptation, such as outer loop of tutoring programs, pedagogical scenario of their tasks execution and inner loop of each of them is carried out. Testing of environment work is held.

Введение. К настоящему времени в Море созданы и широко используются системы автоматизированной разработки (САР) компьютерных средств обучения (КСО). Среди таких САР одними из наиболее известных являются универсальная оболочка Moodle [1] и математическая оболочка ActiveMath [2]. Обе эти системы позволяют создавать образовательные курсы с широким спектром типов заданий и различными вариантами их наполнения. Кроме того, система ActiveMath реализует технологии интерактивного принятия решений с целью

предоставления интеллектуальной помощи обучаемому на каждом этапе выполнения задачи, а также адаптивной подачи учебного материала в зависимости от состояния параметров модели студента.

Вместе с тем, создание в универсальной Moodle интеллектуальных КСО остается весьма нетривиальной и трудоемкой задачей, требующей разработки собственных методов и средств адаптивного формирования обратных связей системы с пользователем, а развитые интеллектуальные и адаптационные возможности ActiveMath могут быть эффективно применены только при изучении математики.

Таким образом, актуальной является научно-техническая задача создания универсальной САР для широкого спектра различных учебных дисциплин, которая позволяет в интерактивном режиме, не требующем от составителя знаний высокоуровневых языков программирования, быстро формировать КСО с интеллектуальными и адаптивными функциями.

Постановка задач. Задачами, решаемыми в настоящем исследовании, являются: 1) разработка концепции универсальной среды для создания интеллектуальных КСО (ИКСО) по различным учебным дисциплинам; 2) разработка метода построения нелинейных схем педагогических сценариев интеллектуальных ИКСО; 3) разработка метода построения внутреннего цикла заданий педагогического сценария ИКСО.

1. Разработка концепции универсальной среды. В условиях стремительного научно-технического прогресса, динамически меняющихся знаний процесс разработки ИКСО должен занимать как можно меньшее время и обеспечивать простоту их дальнейшей модификации. ИКСО должны обеспечивать индивидуальный подход к каждому обучаемому, реализуя основные педагогические принципы и адаптируя процесс обучения в соответствии со спецификой предметной области и уровнем компетенции пользователя. Исходя из вышеизложенных положений, можно сформулировать основные требования, которым должна удовлетворять универсальная среда:

- 1) обеспечение графической сборки ИКСО, поскольку большинство людей на планете преимущественно воспринимают информацию с помощью визуальных образов [3];
- 2) состав заданий ИКСО должен быть структурирован и легко модифицируем;
- 3) работа ИКСО должна быть направлена на выработку индивидуального подхода к каждому обучаемому. Универсальная среда должна предоставлять средства для интуитивного обеспечения создаваемых программ интеллектуальными возможностями управления уровнем компетенции обучаемого с адаптацией их под специфику конкретной предметной области.

Первое требование касается разработки метода графического создания ИКСО с помощью универсальной среды. Проект ИКСО состоит из набора заданий, последовательность выполнения которых определяется схемой педагогического сценария. Каждое из заданий характеризуется набором некоторых свойств, таких как название, режим оценивания, максимальное

количество баллов и состоит из набора визуальных компонентов, которые определяют его внешний вид.

Визуальные компоненты делятся на 2 категории: элементы отображения (например, надписи, изображения, графики) и элементы

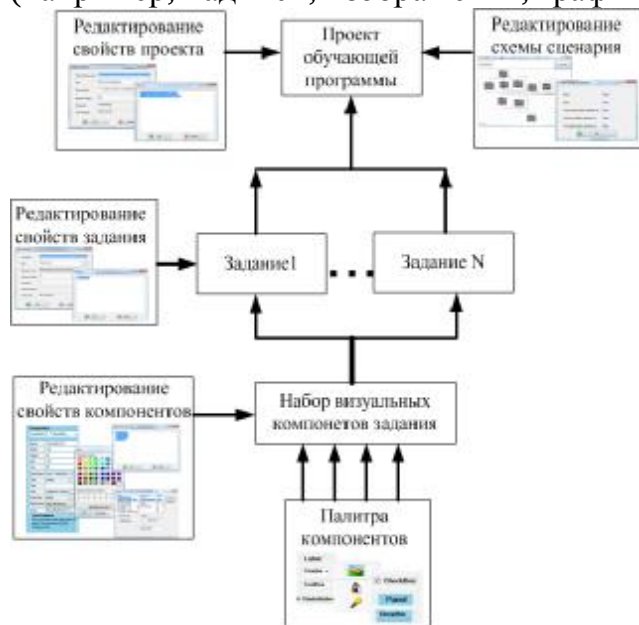


Рис. 1. Схема формирования проекта ИКСО

ввода (текстовые поля ввода, таблицы, выпадающие списки, элементы сбора формул). Каждый из компонентов обладает набором различных свойств. Для элементов ввода обязательным условием является определение эталонных значений вводимых данных или алгоритмов их вычисления в виде математических формул или программного кода. Таким образом, процесс создания обучающей программы заключается в формировании набора заданий как совокупности визуальных компонентов различных типов, определения свойств каждого из заданий, объединения их в проект

и формирование алгоритма вызова заданий в виде схемы педагогического сценария. Подобная структура проекта ИКСО обеспечивает выполнение второго требования, позволяя производить быстрое добавление новых заданий, их отдельных компонентов или алгоритмов работы. Остановимся более подробно на вопросе обеспечения адаптации ИКСО под уровень компетенции каждого из обучаемых, которая может быть обеспечена за счет организации трех уровней управления: внешний цикл ИКСО, педагогический сценарий ее заданий и внутренний цикл каждого из них.

Первоначальной целью планирования результатов обучения является овладение максимально возможным объемом необходимых компонентов компетенции (КК) рассматриваемого образовательного курса за номинально отводимое для его изучения время. Но обучаемые отличаются по уровню и набору КК, которыми они владеют или способны овладеть. Поэтому в процессе обучения должна происходить дифференциация учебного процесса и адаптация подаваемого материала в соответствии с накопленными системой знаниями об уровне профессиональной компетенции пользователя и других его особенностей.

Рассмотрим особенности организации работы внешнего цикла на примере курса «Моделирование систем»[4], базирующегося на предшествующих ему дисциплинах по математике, физике и информатике. Данный курс предполагает изучение ряда тем, посвященных построению различных моделей изучаемого объекта (например, инерционная машинка), таких как вербальная, физическая, математическая, машинная, и конечной идентификации параметров построенных моделей. Имея множество проектов ИКСО, отличающихся тематикой и составом

заданий, уровнем суммарной сложности содержащихся в них КК, можно обеспечить планирование индивидуального курса обучения, определяемого адаптационными механизмами внешнего цикла. Используя различные модели перехода во внешнем цикле, осуществляется выбор следующей ИКСО определенного уровня сложности из некоторого тематического кластера, от выполнения которого ожидается наибольший эффект с точки зрения достижения поставленных целей обучения. Каждый из этапов внешнего цикла представляет собой проект обучающей программы, посвященный изучению некоторой темы курса, состоящей из набора заданий, порядок выполнения которых определяется педагогическим сценарием.

2. Разработка метода построения педагогических сценариев.

Универсальная среда должна включать редактор построения педагогических схем сценариев заданий ИКСО. Педагогический сценарий является средством декомпозиции изучаемого материала на порции, возможность усвоения которых соответствует компетенции обучаемого, а также задания обязательного порядка этапов изучения некоторой темы.

Схема, представленная на рис. 2, отображает педагогический сценарий ИКСО, состоящей из двух обязательных заданий Task1 и Task2. Задания на схеме представляются блоками с одним входом и тремя выходами (варианты правильности выполнения задания), соединенными линиями связей, определяющими условные переходы между этапами педагогического сценария. На схеме определено, что в случае неправильного решения Task1 обучаемый должен выполнить два дополнительных задания Task1(1) и Task1(2) и после этого только перейти к выполнению Task2.

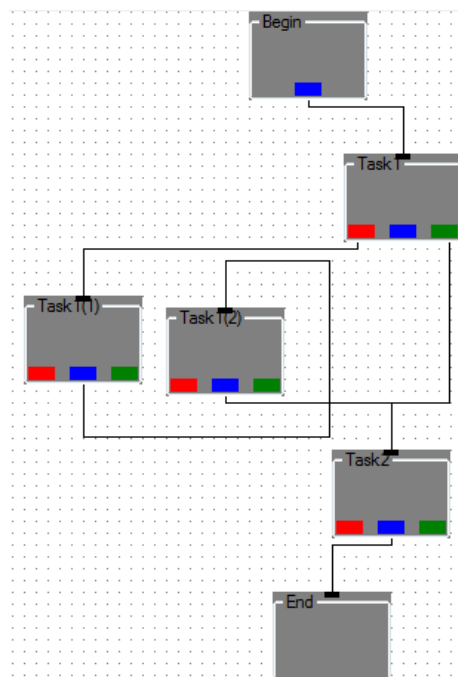


Рис.2. Схема педагогического сценария заданий ИКСО

Каждое из заданий педагогического сценария требует овладения некоторым набором КК. Управление данным процессом возможно через организацию внутреннего цикла задания.

3. Реализация метода построения внутреннего цикла заданий.

Внутренний цикл ответственен за разбиение отдельного задания на совокупность шагов и принятие решения, какой следующий шаг предоставить обучаемому для выполнения. Работа внутреннего цикла нацелена на обеспечение рационального выбора следующей итерации обучения, так как конечная цель овладения набором КК задания должна быть достигнута за минимальное количество шагов. Вследствие того, что работа ИКСО происходит в условиях неопределенности о

процессе обучения, то в качестве модели перехода цикла подходящим выбором становится вероятностная модель, основанная на байесовских сетях (БС) принятия решений [5,6]. Данная модель позволяет оценить вероятности успешности выполнения каждого из шагов задания и осуществить выбор наиболее полезного из них с педагогической точки зрения [7]. Принципы работы внутреннего цикла можно применить к решению различных технических задач, алгоритм решения которых может быть формализован и представлен в виде программного кода. Если для создания модели педагогического сценария ИКСО служит специальный графический редактор, то для определения параметров внутреннего цикла задания в универсальной среде предусмотрен специальный компонент. Этот компонент представляет собой поле ввода, в котором обучаемый должен определить программный код алгоритма решения поставленной задачи. Определение правильности алгоритма обучаемого происходит на основе сравнения результатов его работы с результатами работы одного из эталонных алгоритмов на некотором наборе тестовых данных. При получении отрицательного результата проверки начинается работа внутреннего цикла с движением по шагам эталонного алгоритма. Принятие решения о предоставлении следующего шага осуществляется БС, автоматически получаемой по эталонному алгоритму [8]. Пример такой сети для задачи определения коэффициента замедления инерционной машинки на участке торможения k_2 , решаемой при выполнении ИКСО курса «Моделирование систем» по построению математической модели объекта исследования, представлен на рис. 3.

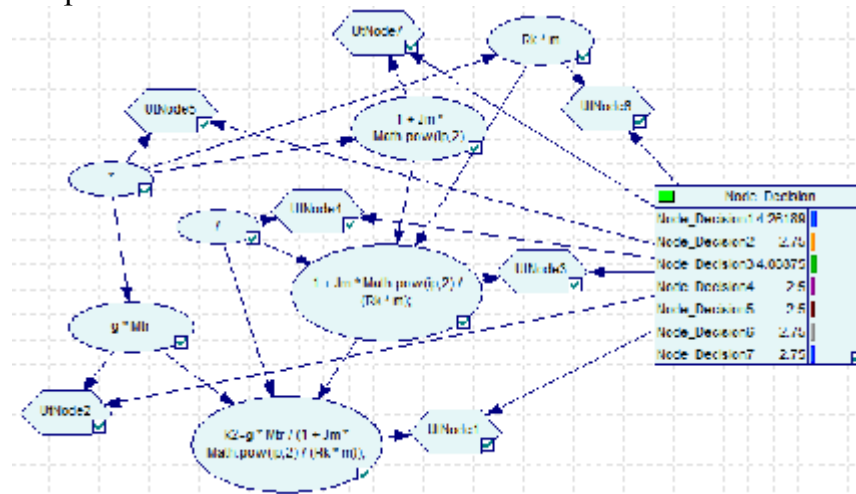


Рис.3. Пример БС принятия решений

БС принятия решений состоит из множества вероятностных узлов овальной формы, отражающих степень уверенности о владении обучаемым соответствующим КК решения задачи. Полезность проверки владения КК на следующем шаге внутреннего цикла определяется узлами полезности $UtNode_i$. Узлы полезности соединены с узлом принятия решений $Node_Decision$, с помощью которого после выполнения очередного шага внутреннего цикла происходит принятие решения о следующей итерации обучения.

Таким образом, в зависимости от результатов выполнения заданий обучаемым происходит накопление знаний обучающей программы об уровне

владения им необходимыми КК и формирование адаптивной траектории движения по шагам внутреннего цикла заданий программы и элементам педагогического сценария.

Выводы. В результате проведенного исследования была разработана концепция универсальной среды для графического создания ИКСО, которые могут обеспечить адаптацию процесса обучения к уровню компетенции каждого обучаемого на трех уровнях: внешнем цикле ИКСО, педагогическом сценарии ее заданий и их внутреннем цикле. Описаны особенности процесса построения графической схемы педагогического сценария заданий ИКСО, особенности работы компонента внутреннего цикла. Была разработана универсальная среда для графического создания ИКСО, реализующая описанные механизмы адаптации. С помощью нее был создан проект обучающей программы по построению математической модели такого объекта управления, как инерциальная машинка. Тестирование ИКСО в реальных условиях обучения показало высокую степень адекватности оценки текущего уровня компетенции каждого обучаемого, позволяющую выработать индивидуальную последовательность обучения для достижения запланированных результатов его обучения.

Список литературы: 1. Moodle Service Network [Электронный ресурс]. – Режим доступа к сайту: <http://moodle.com>. 2. *LeActiveMath*. Language-Enhanced, User-Adaptive, Interactive eLearning for Mathematics. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к сайту: <http://www.leactivemath.org>. 3. Гойхман О.Я., Надеина Т.М. Основы речевой коммуникации: Учебник для вузов. М., 1997. 4. Лабораторный практикум по курсу "введение в аэрокосмическую технику" (часть 2). Объект моделирования: "инерционная машина"/ А.С.Кулик, С.Н.Пасичник. - Учеб. пособие. - Харьков: Нац. аэрокосмич. ун-т, 2008. - 55с. 5. GeNie. Decision Systems Laboratory, University of Pittsburgh [Электронный ресурс]. – Режим доступа к сайту: <http://genie.sis.pitt.edu>. 6. Chukhray A.G. Modeling of engineering skills acquirement process via dynamic Bayesian nets / A.G. Chukhray, S.I. Pedan, Ie.S. Vagin // In Proceedings of the East-West Fuzzy Colloquium, Germany, Zittau, IPM. – 2010. P. 257-263. 7. Выготский Л.С. Психология развития человека / Л.С. Выготский — М.: Изд-во Смысл; Изд-во Эксмо, 2005. — 1136 с.: ил. (Библиотека всемирной психологии). 8. Чухрай А.Г. Метод реализации внутреннего цикла в компьютерном обучении алгоритмизируемым задачам / А.Г. Чухрай, С.И. Педан // Наукове видання «Системи управління, навігації та зв'язку». Збірник наукових праць. Випуск 4 (16) від 14.12.2010, м. Київ, 2010, с. 207-213

Поступила в редколлегию 18.03.2011

УДК 519.8

А.С. ЮШКО, студент, НТУ «ХПІ», м. Харків

Д.В. КУКЛЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», м. Харків

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ WORKFLOW У РОЗРОБЦІ ПРОТОТИПУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВЕЛИКИМИ ЗАХОДАМИ

В статті розглянуто предметну область управління великими заходами та підхід, що заснований на workflow, використаний при розробці прототипу інформаційної системи управління великими заходами.

В статье рассмотрена предметная область управления большими мероприятиями та подход, основанный на workflow, использованный при разработке прототипа информационной системы управления большими мероприятиями.

Knowledge domain of large events and workflow-based approach used by development of large event management system prototype are considered.

Актуальність теми. У сучасний час на ринку інформаційних систем (ІС) спостерігається очевидна потреба в рішенні проблеми автоматизації бізнес-процесів. ІС найчастіше настільки великі, що виникає проблема автоматизації не тільки очевидних областей діяльності (наприклад, автоматизація рутинних розрахункових операцій у бухгалтерії й фінансовому обліку або задачі, де організувати ручний облік украй важко), але й процесів, пов'язаних із загальним управлінням процесами в даній ІС. Але даний клас задач висуває специфічні вимоги, такі, як високий ступінь гнучкості додатків, можливість накопичення консолідованої статистики по різних процесах, інтеграція функцій великої кількості додатків у рамках єдиного робочого простору. Ці вимоги виходять за рамки традиційних підходів до автоматизації, що й викликало появу нового класу систем - систем автоматизації бізнес-процесів або workflow-систем (WF-систем) [1].

Зокрема вищесказане стосується систем управління великими заходами (СУВЗ), у яких задіяна велика кількість людей і які складаються з множини різних підпроцесів. Через високу мінливість підпроцесів і їхнє розподілене виконання виникає потреба у використанні єдиної системи, яка б дозволяла планувати, стежити за виконанням підпроцесів, оперативно впливати на хід заходу й ін. СУВЗ одержують велике поширення через збільшення масштабу заходів, що проводяться, їхньої географії, кількості учасників.

Постановка задачі. Метою даної роботи є дослідження процесу управління великими заходами. У рамках даної роботи необхідно дослідити предметну область «управління великими заходами», зробити огляд методів і технологій розробки, проаналізувати сформульовані вимоги до розроблюваної системи, розробити систему бізнес-правил, модель даних, спроектувати та розробити прототип системи.

Опис предметної області. Поняття «великий захід» виникає як вираз системного підходу до постановки та вирішення задач управління. Воно вводиться не стільки з метою класифікації заходів, скільки з метою виділити спосіб розгляду поведінки та методів управління заходами великого масштабу з урахуванням великого різноманіття процесів та явищ, що протікають під час заходу. Характерними особливостями заходів великого масштабу є: 1) велика розмірність – вся сукупність проблем в цілому описується великою кількістю різноманітних показників, що дозволяє говорити о великих масштабах заходів та розглядати такі заходи як великі системи; 2) наявність великої кількості окремих процесів; 3) участь у заході людей, машин та природного середовища; 4) наявність матеріальних, енергетичних та інформаційних зв'язків між процесами великого заходу; 5) наявність зв'язків систем, що обслуговують захід, з іншими системами (маються на увазі технічні, інформаційні й організаційні системи)[1].

Управління великими заходами базується на спільній участі в процесі людей та технічних заходів, основу яких складають ІС, засоби збору, передачі, подання та зберігання інформації. Управлінський персонал, разом із технічними засобами утворює автоматизовану систему управління, що виконує наступні функції: 1) інформаційно-довідкову; 2) планування; 3) обліку; 4) звітності; 5) оперативного управління; 6) управління ресурсами та запасами. При цьому виконання операцій, що можна формалізувати, покладається на ІС, а прийняття рішень на базі неформальних методів – на керівників, та осіб, що приймають рішення.

Огляд існуючих систем та підходів. Було проведено дослідження існуючих систем управління заходами. Зокрема розглянуті наступні системи: 1) Function Tracker – система, призначена для управління готельним бізнесом, що дозволяє управляти бронюванням номерів та подіями, додавати пункти меню, створювати рахунки та вести журнали з записами результатів, а також друкувати звіти [2]; 2) TactiCom's Event Management System автоматизує такі процеси, як реєстрація, планування, онлайн-платежі, формування звітів і керування подіями. Система дозволяє скоротити час і витрати, необхідні для управління такими подіями, як конференції, конкурси, виставки, семінари, поїздки, прес-тури, брифінги клієнтів [3]; 3) EventSolutions360 - веб-базований інструмент для управління заходами, який допомагає оптимізувати процеси і підвищити продуктивність праці співробітників. Ця система надає можливість управляти реєстрацією учасників, доповідачами, різними засіданнями, приміщеннями, фінансами [4].

В якості основного походу до вирішення задачі розглядається підхід, заснований на workflow (WF).

Дамо визначення основним термінам. Бізнес-процес – це упорядкований у часі набір завдань, що виконуються як людьми, так і ІС підприємства, та спрямований на досягнення заздалегідь відомої бізнес-мети за відомий час [5]. WF – це повна або часткова автоматизація бізнес-процесу, при якій документи, інформація або завдання передаються від одного учасника бізнес-процесу до іншого для виконання дій згідно з набором керуючих правил. Це координація людей, інформації, об'єктів і подій для створення послідовності операцій і досягнення статусу, який призводить до досягнення встановлених цілей [6]. WF-системи – це системи, за допомогою яких організації визначають, виконують, відслідковують, координують потоки робіт. Такі системи слід використовувати у випадках, коли процеси відповідають наступним умовам: 1) велика кількість процесів. Немає особливого змісту впроваджувати систему подібного класу для автоматизації одного або двох процесів у компанії, тому що вартість впровадження базової інфраструктури не покриє вигід від використання системи. 2) висока мінливість процесів. Використання WF стає єдиним адекватним інструментом при необхідності автоматизації бізнес-процесів, які в силу їхньої природи залежні від таких мінливих характеристик як організаційна структура, номенклатура випуску виробів та ін. і відповідно вимагають періодичної модифікації. 3) активність процесів. WF-система реалізує підхід до автоматизації, при якому ІС стає активною при реалізації тих або інших процесів. Наприклад, вона може застосовуватися в тих випадках, коли потрібно забезпечити засоби

автоматичного повідомлення співробітників про необхідність виконання тих чи інших робіт і забезпечити доступ до необхідних даних для виконання відповідних функцій. Так само додаток може автоматично інформувати всіх зацікавлених осіб при виникненні проблем у нормальному плині процесу. 4) необхідність інтеграції функцій процесу обробки процесів з функціями вже наявних в організації додатків. 5) необхідність накопичення консолідованої інформації про якість виконання бізнес-процесів [1].

Рішення. На відміну від розглянутих систем, система, що розробляється, поєднує у собі різноманітні можливості по управлінню участю у заходах, замовленню та одержанню додаткових послуг шляхом взаємодії з іншими системами. При цьому в системі одночасно протікає велика кількість процесів, які взаємодіють із зовнішніми системами, та можуть управлятися персоналом, що обслуговує запити користувачів. Тому доцільним є використання WF. Для створення, зберігання, управління виконанням WF використовуються компонент Workflow Engine (WFE) – програмний додаток, що управляє й виконує змодельовані комп'ютерні процеси. WFE інтерпретує події й діє на них відповідно до певних процесів. Дії можуть бути різними: від збереження документа в системі управління документами до видачі нових робіт шляхом відправлення повідомлення електронної пошти для користувачів. WFE полегшує рух інформації, завдань і подій [7].

Компонент WFE включає в себе наступні складові елементи (рис. 1): 1) дизайнер процесів – дозволяє сконструювати модель у вигляді графічної діаграми, яка задає потік операцій, з описом деталей цієї моделі у вигляді властивостей окремих кроків, підпроцесів або процесу в цілому; 2) механізм виконання процесів – відстежує стан процесу в кожен момент і гарантує послідовність операцій процесу, задану в його графічній моделі; 3) монітор операцій – відстежує статус виконання кожної операції процесу, аналізує продуктивність і проводить аудит історії процесу [8].



Рис.1 – Концептуальна модель управління бізнес-процессами

Після проведеного огляду існуючих WFE було обрано Microsoft Windows Workflow Foundation (WWF) [9]. Розглянемо докладніше, як саме відбувається побудова, реалізація та управління процесами у системі на прикладі процесу бронювання готелю. У загальному випадку процес складається з декількох реалізованих програмно дій, які виконуються в деякій послідовності в залежності від того, в якому стані опинився процес на попередньому кроці. Процес бронювання готелю в найпростішому випадку повинен включати наступні дії:

1) вибір місця розташування готелю (країна та місто) та бажаних дат заїзду та від'їзду; 3) завдання додаткових властивостей готелю (тип готелю, приблизна

вартість та ін.); 4) перегляд запропонованих системою варіантів; 5) вибір готелю, який влаштує користувача; 6) бронювання обраного готелю.

Послідовність виконання процесу та умови початку виконання наступного кроку задаються при моделюванні конкретного процесу. Такими умовами можуть бути як завершення виконання попереднього процесу, так і надходження певної команди.

Для описаного процесу бронювання готелю за допомогою середовища Microsoft Visual Studio 2010 було створено наступний шаблон WF (рис. 2):

Користувач обирає з переліку запропонованих послуг послугу бронювання готелю та вказує бажане місце призначення – цим діям відповідає стан WF HotelReservation. Якщо сервіс, до якого звертається система, містить відомості про готелі, що розташовані у цій місцевості, на вхід WF подається команда Next, WF переходить до стану HotelFiltration. В іншому випадку подається команда This та користувачу пропонується обрати інше місце.

При переході WF у стан HotelFiltration користувач переходить на сторінку з переліком готелів. На ній він може завдати додаткові критерії пошуку, наприклад, діапазон цін, тип готелю та ін. Після того як користувач обере готель, що йому підходить, у WF подається команда Next. WF переходить у стан Approve. У цьому стані воно перебуває доти, доки персонал (у разі ручної обробки запитів на бронювання готелю) або сама система (у разі взаємодії з веб-сервісом бронювання готелю) не надішле команду Next, що свідчить про успішне завершення процесу.

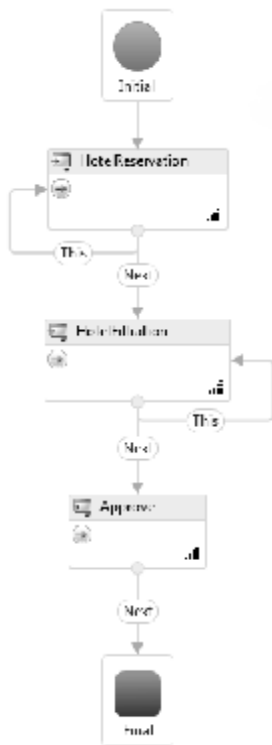


Рис. 2 – Шаблон WF для процесу бронювання готелю

Сам процес переходу з одного стану до іншого здійснюється за допомогою механізму скінчених автоматів. Скінчений автомат – у теорії алгоритмів математична абстракція, що дозволяє описувати шляхи змінення стану об’єкта в залежності від його поточного стану та вхідних даних, при умові, що загальна кількість станів обмежена [10]. Тобто, якщо процес знаходиться в деякому стані, то в залежності від вхідних даних він перейде до того чи іншого стану. Таким чином, за допомогою використання механізму WF розв’язуються принаймні такі питання, як загальне управління протіканням процесів (тобто створенням нових екземплярів змодельованих процесів, відстеження стану процесів, що виконуються, автоматична передача управління між складовими частинами процесу в залежності від стану, у якому опинився процес на попередньому кроці), надається можливість взаємодії з іншими зовнішніми системами, реалізуються розподілене виконання окремих дій та своєчасне інформування всіх учасників процесу про його стан.

Висновки. В даній статті розглянута актуальність проблеми управління великими заходами, розглянуто термін «великий захід» та визначені властиві йому особливості, проведено огляд існуючих систем. На основі одержаної інформації було прийнято рішення про використання механізму WF, а саме компоненту WWF. Було розглянуто послідовність створення моделі процесу та механізм його виконання. У подальшому планується розвиток даної теми за наступними напрямками: 1) розробка прототипу ІС управління великими заходами на прикладі Нью-Йоркського марафону 2) подальше розширення розробленого прототипу шляхом збільшення кількості послуг, що пропонуються користувачу.

Список літератури: 1. Опыт практической реализации комплексной WorkFlow системы на базе платформы DocsVision. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.URL: http://www.sdteam.com/t5278](http://www.sdteam.com/t5278). – 13.12.2010. 2. Система Function Tracker [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.URL: http://www.functiontracker.com](http://www.functiontracker.com). – 13.12.2010. 3. Система TactiCom's Event Management system. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.URL: http://www.eventmanagementsystems.com](http://www.eventmanagementsystems.com). – 13.12.2010. 4. Система Events Solutions 360. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.URL: http://www.tmiexplos.com/es360.php](http://www.tmiexplos.com/es360.php). – 13.12.2010. 5. Перспективы Workflow систем. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intalev.ru/index.php?id=11281>. – 13.12.2010. 6. Автоматизация процесса Workflow. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.URL: http://www.regcons.ru/5-step-1-6.htm](http://www.regcons.ru/5-step-1-6.htm). – 13.12.2010. 7. Workflow Engine. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Workflow_engine](http://en.wikipedia.org/wiki/Workflow_engine). – 13.12.2010. 8. Дубова О. Платформы управления бизнес-процессами // Открытые системы. – 2005. – №10. 9. Знакомство с Windows Workflow Foundation. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.URL: http://itc.ua/articles/znakomstvo_s_wwf](http://itc.ua/articles/znakomstvo_s_wwf). – 13.12.2010. 10. Ларман К. Применение UML и шаблонов проектированию. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004

Поступила в редколлегию 17.03.2011

УДК 621. 9. 06

Ю.А.САХНО, докт. техн. наук, проф., ЧДТУ, г. Чернигов

Е.Ю.САХНО, докт. техн. наук, доц. г. Чернигов

Я.В.ШЕВЧЕНКО, ст. препод., г. Чернигов

ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ КОЛЕНВАЛА В ГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ ОПОРЕ

В статье приведена структурная схема модернизированной системы автоматического управления для стабилизации положения коленвала в гидростатической опоре под нагрузкой. Построена математическая модель системы автоматического регулирования и определена общая передаточная функция технологической системы.

В статті наведена структурна схема модернізованої системи автоматичного управління для стабілізації положення кривошипа в гідростатичній опорі під навантаженням. Побудована математична модель системи автоматичного регулювання та визначена загальна передатна функція технологічної системи.

The article presents a block diagram of the modernize control system for the stabilization of the crankshaft in a hydrostatic support under load. A mathematical model of the automatic control system and determined the overall transfer function of the technological system.

Введение. Известно, что при работе двигателя внутреннего сгорания под нагрузкой возникают силы, которые смещают коленчатый вал в гидростатической опоре из исходного положения, что приводит к появлению износа на шейках кривошипа. Авторами в работе [1], разработана модернизированная система корректировки положения коленвала в опоре, которая предусматривает импульсную подачу дополнительного объёма рабочей жидкости в карманы гидроопоры в момент наибольших нагрузок на вал. Поэтому исследование динамических характеристик новой системы является основной задачей, решение которой связано с построением структурной схемы системы автоматического управления, что и обуславливает цели данной работы.

Анализ последних достижений и публикаций. В работе [2] рассмотрена гидравлическая система для улучшения демпфирующих способностей гидростатической опоры (ГСО) путём введения РС – цепей, подключаемых между противоположными опорами, и представляющие собой последовательно включенные гидравлические сопротивление R_A и ёмкость C_A . Составлена математическая модель системы и проведена её линеаризация. Определена передаточная функция разомкнутой системы автоматического регулирования. Известны также [3] схемы управления ГСО шпиндельных узлов: дроссельная, насос-карман, комбинированная. Построены структурная и расчётная схемы ГСО для определения логарифмических амплитудно-фазовых и фазовочастотных характеристик. В работе [4] рассмотрена задача разработки методики расчёта нового поколения виброопор силовых агрегатов машин. Определена геометрия упругих элементов и геометрические характеристики инерционного и дроссельных каналов в зависимости от жёсткости и вязкости рабочей жидкости.

В работах [5, 6] рассмотрена гидростатическая опора с дроссельным регулированием. Определены условия равновесия вала в опоре, передаточная функция системы и значения динамических коэффициентов для различных систем питания ГСО.

Постановка целей и задач исследований. В данной статье поставлена задача построения структурной схемы модернизированной системы автоматического управления положением коленвала в гидростатической опоре для определения динамических характеристик двигателя внутреннего сгорания автомобиля, возникающих при его перегрузках.

Результаты исследований. Структурная схема системы управления гидростатической опоры на базе электрогидравлической системы автоматического управления (САУ) представлена на рис. 1, а.

В качестве измерительного элемента в данной системе используется электромагнитный датчик Д1, который имеет катушку индуктивности и работа которого основана на электромагнитном эффекте.

гидростатической опоры, сначала стабилизируется, а со временем увеличивается до допустимых границ. Далее величина индукции между кольцом ΦK и датчиком $D1$ уменьшается. Напряжение в катушке $D1$ падает и САУ возвращается в начальное положение.

В данной схеме (рис. 2) для усиления сигнала датчика использован электронный усилитель переменного тока, так как он не имеет дрейф нуля и обеспечивает создание простых схем управления во всех тех случаях, когда не требуется фазочувствительный усилитель. При этом электронные усилители могут соединяться каскадно, что увеличивает коэффициент усиления от 10 до 20 единиц. Электронные усилители обладают большой чувствительностью, и коэффициент чувствительности колеблется от 2 до 5 [7].

Для управления процессом стабилизации положения вала рекомендуется использовать двухпозиционный гидравлический распределитель с двумя или одним электромагнитом, как с обычным так и с реверсивным управлением, типов ПГ73-1, БМГ73-1, отечественного производства и распределители типов WE10 6/C компании Rexroth, в которых переключаемые электромагнитами золотниковые распределители типа WE управляют пуском, остановкой и направлением движения потока жидкости. При этом в ненагруженном состоянии жидкость из насоса $H2$ через распределитель сливается в бак. При срабатывании датчика $D1$ золотник перемещается в другое положение, и дополнительный объем жидкости поступает в гидроопору. Двухпозиционные распределители имеют фиксацию золотника в крайних позициях, что позволяет отключать электромагнит после срабатывания распределителя и не держать его длительное время под напряжением.

В функциональной схеме электрогидравлической САУ (рис. 2) использована дроссельная система питания гидростатических подшипников. В качестве системы возбуждения напряжения между ферромагнитным кольцом 4 и датчиком 6, рекомендуется использовать известную транзисторную схему зажигания автомобиля [8].

Принципиальная схема коммутатора представлена на рис. 3. В состав коммутатора входит блокинг-генератор, собранный на транзисторе $VT1$, импульсный трансформатор $T1$, накопительный конденсатор $C3$ и схема разрядки – тиристор $VS1$ и диод $VD5$.

При этом такая электронная система зажигания предназначена для установки на автомобили, которые не имеют собственного контактного или бесконтактного коммутатора зажигания. Устройство при своей простоте исполнения обеспечивает высокие эксплуатационные характеристики.

Для определения структурных связей между элементами

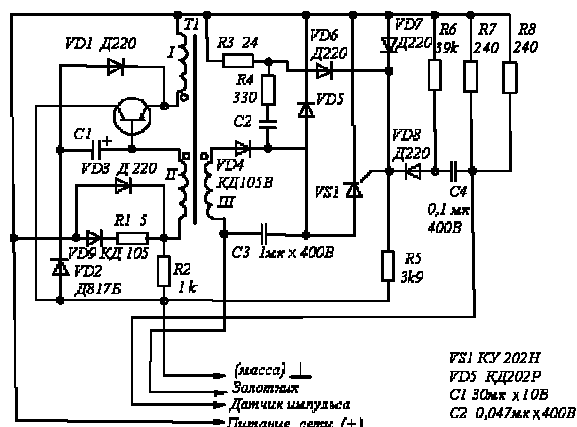


Рис. 3. Схема коммутатора

составим систему автоматического управления с обратным каналом управления и каналом обратной связи по выходному параметру. (рис. 4) Сума сил технологического возбуждения, (силы от давления газов которые действуют на поршни и силы инерции) $P_r + P_i$, подаётся на вход системы роторного узла (рис. 2), который имеет передаточную функцию W_{II}^K . Выходным сигналом действия этих сил есть величина смещения коленчатого вала. Коленвал смещается в опоре на величину δ , и если величина смещения не превышает допустимых значений, сигнал поступает на выход технологической системы. В другом случае сигнал поступает через канал обратной связи в цепь автоматического регулирования. Сигнал от упругой системы коленвала подаётся на статическое звено K_ϕ (ферромагнитного кольца), которое работает по пропорциональному закону $W_K = K_{рег}$. Смещение коленчатого вала $y_K(s)$

вместе с ферромагнитным кольцом будет выходным сигналом для датчика с передаточной функцией $W_D = K_D$, который связан с усилителем сигнала и срабатывает в том случае, если зазор $d_{СП}(s)$ станет достаточным для

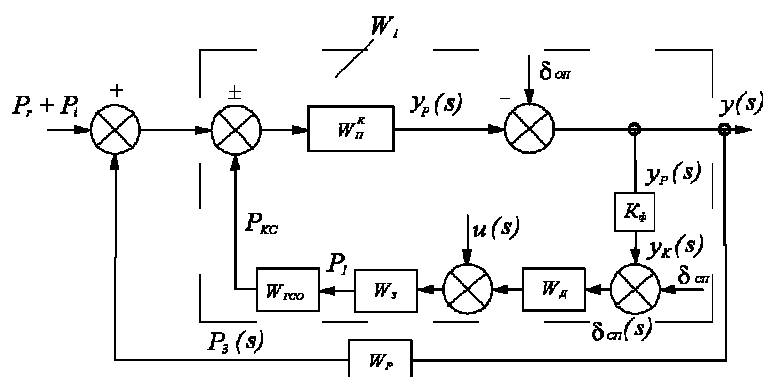


Рис. 4. Структурная схема системы управления положением коленвала в ГСО.

возбуждения напряжения в катушке датчика. Далее сигнал $u(s)$ после усиления подаётся в передаточную цепь W_3 управляющего золотника, и после его срабатывания сигнал в виде дополнительной величины давления $p(s)$ поступает к гидроопоре коленвала, где формируется дополнительная сила, $P_{кc}$ которая имеет направление противоположное сумме сил $P_r + P_i$. Разница между силами $P_{кc}, P_r, P$ поступает на вход технологической системы и далее цикл повторяется.

В результате подачи дополнительного объёма жидкости в гидроопору положение коленвала стабилизируется и жёсткая система возвращается в исходное положение. Полученный сигнал на выходе технологической системы $y(s)$ через датчик обратной связи с переданной функцией W_p поступает на вход упругой системы. Далее при изменении суммарной силы $P_r + P_i$ её значение сравнивается с силой $P(s)$ – выходным сигналом цепи обратной связи и цикл работы системы повторяется.

Разработанная схема состоит из двух контуров управления: внутреннего и внешнего. Пользуясь правилами преобразования передаточных функций цепи [7], определим общую передаточную функцию системы. Для этого

объединим цепи с передаточными функциями $K_\phi, W_D, W_{кл}, W_{зсо}$ в общую цепь W_1 (рис. 4). Общая передаточная функция системы автоматического регулирования с учётом обратной связи процесса возбуждения W_p и передаточной функции w_1 будет иметь вид:

$$W_{общ} = \frac{W_1}{1 - W_1 \cdot W_p}; \quad W_1 = \frac{W_n^K}{1 \pm W_n^K \cdot K_\phi \cdot W_{кл} \cdot W_{зсо} \cdot W_D}; \quad (1)$$

Заменяя W_1 её значением, получаем передаточную функцию в виде:

$$W_{общ} = \frac{\frac{W_n^K}{1 \pm W_n^K \cdot K_\phi \cdot W_{кл} \cdot W_{зсо} \cdot W_D}}{1 - W_p \cdot \frac{W_n^K}{1 \pm W_n^K \cdot K_\phi \cdot W_{кл} \cdot W_{зсо} \cdot W_D}} = \frac{1}{\frac{1}{W_n^K} \pm K_\phi \cdot W_{кл} \cdot W_{зсо} \cdot W_p \cdot W_D}. \quad (2)$$

В общем виде уравнение движения вала двигателя внутреннего сгорания (ДВС) автомобиля записывают следующим выражением:

$$J_n \frac{d\omega}{dt} = M_\delta - M_c, \quad (3)$$

где J_n – момент инерции всех вращающихся сил, приложенный к выходному валу двигателя; ω – угловая скорость вращения вала; M_δ – движущий момент на валу двигателя; M_c – момент сопротивления на валу двигателя.

Для упрощения методов расчёта и проектирования систем автоматического регулирования уравнение динамики технологической системы приведём в виде изображений функции с помощью прямого преобразования Лапласа [7]. И если оригинал $x(t)$ представляет собой функцию времени t , то изображение этой функции $X(s)$ есть функция комплексной переменной s и задаётся с помощью интеграла:

$$X(s) = \int_0^{\infty} x(t) \cdot e^{-s \cdot t} \cdot dt. \quad (4)$$

При этом для дальнейших расчётов определим передаточные функции технологической системы в виде отношения входных и выходных величин, полученных при нулевых, начальных условиях.

Уравнение динамики ДВС представим в следующем виде [7]:

$$T_0 \frac{dg}{dt} + g(t) = K_0 \cdot m \cdot t, \quad (5)$$

где T_0 – постоянная времени движения; K_0 – передаточный коэффициент двигателя: $K_0 = \frac{(\partial M_\delta / \partial l) \cdot (l_0 / w_0)}{(\partial M_c / \partial \omega) - (\partial M_\delta / \partial \omega)}$, здесь w_0 – установившееся значение угловой скорости вала двигателя; $g = \Delta \omega / w_0$; $m = \Delta l / l_0$, где l_0 – начальное значение величины рейки топливного насоса, регулирующего подачу топлива в

двигатель и определяющее частоту вращения коленчатого вала;

$$T_0 = \frac{J_n}{(\partial M_c / \partial \omega) - (\partial M_d / \partial \omega)}.$$

Применив к уравнению (5) преобразование Лапласа, найдём передаточную функцию двигателя в виде: $W_0(s) = \frac{\Omega(s)}{L(s)} = \frac{K_0}{T_0(s) + 1}$.

Для дальнейшего моделирования системы автоматического регулирования на ПЭВМ будем рассматривать типовые динамические звенья с передаточными функциями первого или второго порядка.

Усилительное звено. Усилительное звено (безинерционное) имеет передаточную функцию $W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = K$, где K – коэффициент усиления.

Переходная функция такого звена определяется с помощью следующего выражения [7]: $h(T) = K$. Амплитудно-фазовая частотная характеристика усилительного звена определяется по формуле $H(\omega) = K$, а фазовая частотная характеристика определяется из соотношения $q(\omega) = 0$.

Золотниковый распределитель. Для исследования работы распределителя, с учётом [9, 10] разработана математическая модель, которая включает уравнение равновесия напряжения в электрической цепи электромагнита, уравнение магнитодвижущей силы электромагнита (6, 7), и уравнение сил действующих на золотник распределителя (8).

Математическая модель разработана с учетом следующих допущений:

- величины потока и давления на входе в распределитель постоянны (пульсации расхода и давления, которые обычно составляют 1 – 3%, не учитываем);
- считаем, что параметры системы сосредоточенные;
- волновые процессы не учитываются (потому, что длины гидролиний относительно малы);
- коэффициенты расхода через дроссельные и золотниковые элементы – постоянны;
- объём гидролиний за время переходного процесса не изменялся;
- потери давления в гидролиниях не учитывался.

С учётом принятых допущений, уравнения математической модели будут иметь вид:

$$U_m = L_m \frac{di}{dt} + i \cdot R + K_{n.e} \frac{dx}{dt}; \quad (6)$$

$$P_S = K_{Fi} \cdot i. \quad (7)$$

Значение коэффициента противодействующей ЭДС рассчитывается по следующим зависимостям [10]: $K_{n.e} = L_y \cdot \frac{l_y^2}{d^2} \cdot I_y$, где l_y – длина средней линии якоря; $d = 3 \cdot d_0$; d_0 – зазор между якорем и штоком.

Постоянная времени [10]: $T_L = \frac{L_m}{R}$.

Коэффициент, учитывающий зависимость силы толчка электромагнита от силы тока в катушке, определяется как: $K_{Fi} = \frac{P_{S_{\max}}}{i_{\max}}$.

С учетом вышесказанного уравнение движения золотника запишется в следующем виде (рис. 2):

$$m_x \frac{d^2 x}{dt^2} = P_S - C_x (H_x + x) - R_h \pm R_T - p_2 F_1, \quad (8)$$

где R_h и R_T – соответственно гидродинамическая сила и сила трения.

При этом передаточная функция золотникового регулятора определена в работе [1] и её можно записать в виде: $W(s) = \frac{K}{T \cdot J \cdot \omega + 1}$, тут K – коэффициент передачи (усиления регулятора); T – постоянная времени; ω – частота, которая изменяется от 0 до ∞ .

Расход через золотник определится как [11]: $Q_3 = S m_k \sqrt{\frac{2g}{g}} \cdot \Delta p$, где S – площадь проходного сечения; m_k – коэффициент расхода; $\frac{g}{g}$ – вязкость рабочей жидкости; Δp – перепад давления на золотнике.

Гидростатическая опора. Гидроопора представляется как объект регулирования, в котором входной величиной является внешняя нагрузка, действующая на кривошип $P_B(t)$, а выходной зазор в опоре $h_1(t)$ [5].

Рассматривая замкнутую гидростатическую опору с дроссельным регулированием можно определить, что алгебраическая сумма внешней нагрузки P_B и реакции со стороны давления жидкости в карманах сообщает ускорение массе m ротора в опоре.

Движение кривошипа без учёта вращающего момента, его перемещение в радиальном направлении можно описать уравнением динамического равновесия:

$$\frac{mdh^2}{dt^2} = P_B + p_{k1} \cdot S_1 - (p_1 + p_2) \cdot S_2 - T_1, \quad (9)$$

где m – масса движущихся частей; dh^2 / dt^2 – ускорение движущихся частей; p_{k1} – давление в кармане 1 гидроопоры; T_1 – сила жидкостного трения; P_B – сила внешней нагрузки; h – перемещение коренной шейки коленвала относительно оси гидроопоры; t – время; $p_1 + p_2$ – сумма давлений в кармане 2 гидроопоры от основного насоса $H1$ и дополнительного $H2$.

При этом изменение давления на радиусе r в кармане с дополнительной системой подачи жидкости определяется уравнением:

$$\frac{dp}{dr} = \frac{6m(Q_1 + Q_2)}{p \cdot r \cdot h_1^3}, \quad (10)$$

где p – давление жидкости в кармане; $Q_1 + Q_2$ – алгебраическая сумма расходов жидкости от двух насосов в момент срабатывания управляющего золотника.

В уравнении (9) силу трения T_1 , вследствие её малости, можно не учитывать тогда уравнение приобретает вид [5]: $M\ddot{\alpha}_1 - P_B - P_{k1} + P_{k2} = 0$.

При этом передаточная функция такой гидроопоры представляет собой отношение изображений по Лапласу изменение зазора к изменению усилия и в соответствии с [5] передаточная функция замкнутой гидростатической опоры с дроссельным регулированием определяется как:

$$W(s) = -\frac{\Delta h_1(s)}{\Delta P_1(s)} = K_y \frac{(T_2')^2 \cdot s^2 + T_1' \cdot s + 1}{T_4^4 \cdot s^4 + T_3^3 \cdot s^3 + T_2^2 \cdot s^2 + T_1 \cdot s + 1}, \quad (11)$$

где $\Delta h_1(s)$ и $\Delta P_1(s)$ – преобразования по Лапласу отклонений зазора и нагрузки; s – оператор Лапласа;

K_y – коэффициент усиления (статическая податливость); $T_1', T_2', T_4, T_3, T_2$, – постоянная времени.

Таким образом, общую математическую модель системы автоматического регулирования коленчатого вала можно представить в виде системы передаточных функций:

$$\left\{ \begin{array}{l} W_1(s) = \frac{\Omega(s)}{L(s)} = \frac{K_0}{T_0(s)+1}; \\ W_2(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = K; \\ W_3(s) = \frac{K}{T \cdot J \cdot w + 1}; \\ W_d = K_d \\ W_{zco}(s) = -\frac{\Delta h_1(s)}{\Delta P_1(s)} = K_y \frac{(T_2')^2 \cdot s^2 + T_1' \cdot s + 1}{T_4^4 \cdot s^4 + T_3^3 \cdot s^3 + T_2^2 \cdot s^2 + T_1 \cdot s + 1}. \end{array} \right. \quad (12)$$

Разработанная математическая модель реализуется в системе визуального моделирования Simulink в пакете MATLAB.

Выводы. Таким образом, в работе составлена структурная схема автоматического управления, которая корректирует радиальное положение коленчатого вала автомобиля в гидростатической опоре, что позволяет уменьшить его износ и продолжить срок службы машины без ремонта. Определены передаточные функции элементов системы управления и получена общая математическая модель для определения динамических характеристик двигателя внутреннего сгорания автомобиля.

Список литературы: 1. Сахно Ю.О. Модернізація системи змащування підшипників колінчатого валу.[Текст] / Ю.О. Сахно, Є.Ю. Сахно, Я.В. Шевченко, С.В.Бойко // Вісник Чернігівського Державного Технологічного Університету Серія технічні науки, Чернігів. 2008. – № 34. С. 95 – 99. 2. Прокопенко В.А. Динамика шпиндельных гидростатических подшипников при использовании схемы управления с регуляторами [Текст] /В.А. Прокопенко, И.А. Чернов. // Теория механизмов и машин. 2007. – №1. Т.5. – С. 45 – 50. 3. Бундур М.С. Сравнительные исследования динамического качества при выборе системы управления шпиндельных гидростатических подшипников [Текст] / М.С. Бундур, В.А. Прокопенко, И.А. Чернов. // Теория механизмов и машин. – 2007 – №1. Т.5. – С. 51 – 59. 4. Мугин. О.О. О

проектировании и настройке на рабочую частоту гидроопоры [Текст] / О.О. Мугин. // Вестник научно-технического развития 2009. №6 (22). - С. 20 – 24. 5. Ингерт Г.Х. Динамические характеристики гидростатических опор [Текст] / Г.Х. Ингерт, Б.Г. Лурье. // Станки и инструмент 1972. – №9. – С. 5 – 7. 6. Ингерт Г.Х. Переходные процессы в гидростатических опорах [Текст] / Г.Х. Ингерт. // Станки и инструмент. – 1986. – №5. С. 24 – 25. 7. Иващенко Н.И. Автоматическое регулирование теория и элементы систем. [Текст] / Н.И. Иващенко // – М.: Машиностроение, 1973. – 606 с. 8. Быков К.П. Мотоциклы «Урал», «Днепр». Эксплуатация, ремонт. Пособие по ремонту [Текст] / Состав. К.П. Быков, П.В. Грищенко; Ред. Т.А. Шлёнчик. // – Чернигов: ПКФ «Ранок». 2001. – 208 с. 9. Коробочкин Б.Л. Динамика гидравлических систем станков. [Текст] / Б.Л. Коробочкин // – М.: Машиностроение, 1976. – 240 с. 10. Лозинський Д.О. Пропорційний електрогідравлічний розподільник з незалежним керуванням потоків для мобільних машин. [Текст] автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. / Д.О. Лозинський – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 20 с. 11. Ловкис З.В. Гидроприводы сельскохозяйственных машин [Текст] З.В. Ловкис // – Мн.: Урожай, 1986. – 216 с.

Поступила в редколлегию 15.03.2011

УДК 519.683:517.9:629.36

О.Я. НИКОНОВ, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХП»
В.Ю. УЛЬКО, асп., ХНАДУ, м. Харків

ПОБУДОВА НЕЛІНІЙНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ СЛІДКУЮЧИХ ПРИВОДІВ БАГАТОЦІЛЬОВИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

У статті розглянута задача побудови нелінійної математичної моделі електрогідравлічних слідкуючих приводів як підсистеми інформаційно-керуючої системи багатоцільових транспортних засобів. Отримана передавальна функція замкнутої системи електрогідравлічних слідкуючих приводів.

В статье рассмотрена задача построения нелинейной математической модели электрогидравлических следящих приводов как подсистемы информационно-управляющей системы многоцелевых транспортных средств. Получена передаточная функция замкнутой системы электрогидравлических следящих приводов.

In paper the problem of construction of nonlinear mathematical model of electrohydraulic servo drives as subsystems of an informational-controlling system of multi-purpose vehicles is considered. The transfer function of a looped system of electrohydraulic servo drives is obtained.

1. Постановка проблеми

Всі реальні технічні системи не мають ідеально прямолінійних статичних характеристик при будь-яких значеннях вхідної величини, тобто всяка система керування, власне кажучи, є нелінійною системою, тому що якщо об'єкт керування і вимірювальний елемент регулятора можна вважати в першому наближенні лінійними, то підсилювально-силовий елемент регулятора завжди буде нелінійним завдяки великого посилення і обмеженої потужності регулюючого елемента. У технічних розрахунках через неможливість точного урахування всіх явищ звичайно створюють деякий ідеалізований математичний опис досліджуваної системи за допомогою рівнянь, щоб, зберігши її головні

істотні риси, одержати найбільш просту розрахункову методику. Найбільш простими і найбільш вивченими є лінійні рівняння, тому цілком природним є прагнення тим або іншим способом лінеаризувати всі реальні нелінійні характеристики, тобто замінити їх так чи інакше прямою лінією. І тільки тоді, коли нелінійність відіграє істотну роль у поведінці системи, застосовують теорію нелінійних систем. Остання стає усе більш важливою для практики по мірі підвищення вимог до якості процесів і до точності розрахунку систем автоматичного керування і регулювання [1-5].

Різноманітність процесів у нелінійних системах та особливості їх динаміки створюють труднощі точного математичного опису і теоретичного вивчення таких систем. Але в цей час інженерам та науковим співробітникам в галузі автоматики у всіх її різноманітних застосуваннях все частіше доводиться зіштовхуватися з нелійними динамічними явищами. Точному математичному рішенню піддається лише невелика частина нелінійних задач теорії автоматичного керування. Однак точне рішення, навіть якщо воно і отримано, часто виявляється занадто складним для застосування в інженерних розрахунках. У зв'язку з цим першорядне значення для теорії і практики систем автоматичного керування і регулювання здобуває розвиток наближених методів дослідження динамічних властивостей нелінійних автоматичних систем [1-5].

В роботі розглянута задача побудови математичної моделі електрогідравлічних слідкуючих приводів як підсистеми інформаційно-керуючої системи (ІКС) багатоцільових транспортних засобів. Безумовно вищезазначена багатомірна система приводів має безліч нелінійностей, серед яких є також істотні нелінійності. Тому для побудови адекватної реальному об'єкту математичної моделі необхідно враховувати ці особливості. Це дозволить синтезувати ефективну і надійну систему електрогідравлічних слідкуючих приводів як підсистеми ІКС, що і доводить важливість і актуальність обраної теми статті.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Велике значення в області дослідження динамічних властивостей нелінійних автоматичних систем надбали наближені методи, засновані на ідеях гармонійного балансу і еквівалентної лінеаризації та запропоновані у відомих роботах М.Н. Крилова і Н.Н. Боголюбова [1]. Стосовно автоматичних систем цей метод (метод гармонічної лінеаризації) розроблений Л.С. Гольдфарбом [2], Е.П. Поповим [3, 4] та ін. Загальні сучасні підходи викладено вченими НТУ «ХПІ» в роботі [5].

3. Формулювання мети

Метою роботи є побудова математичної моделі електрогідравлічних слідкуючих приводів як підсистеми ІКС багатоцільових транспортних засобів високої прохідності, що знаходяться під впливом зовнішніх випадкових збурень, з урахуванням нелінійних характеристик об'єкту керування.

4. Побудова нелінійної математичної моделі електрогідравлічних слідкуючих приводів

В роботі розглянемо найбільш поширені в системах стабілізації нелінійності: зона обмеження (насичення) і змінний коефіцієнт підсилення.

Перша нелінійна ланка з характеристикою типу зона обмеження (насичення) і крива зміни передавальної функції $W_{H_1}(A_{H_1})$ від відношення A_{H_1}/b_{H_1} наведені на рис. 1. Для цієї ланки передавальна функція згідно методу гармонічної лінеаризації [2-4]

$$W_{H_1}(A_{H_1}) = \frac{2k_{H_1}}{p} \left(\arcsin \frac{b_{H_1}}{A_{H_1}} + \frac{b_{H_1}}{A_{H_1}} \sqrt{1 - \left(\frac{b_{H_1}}{A_{H_1}} \right)^2} \right), \quad (1)$$

де $k_{H_1} = \operatorname{tg} b_1$ – коефіцієнт підсилення (рис. 1).

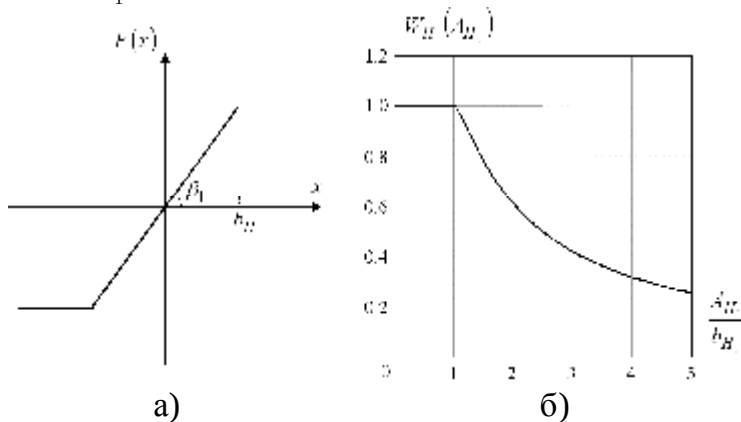


Рис.1 – Характеристика типу зона обмеження (а) і залежність $W_{H_1}(A_{H_1})$ від відношення A_{H_1}/b_{H_1} при $k_{H_1} = 1$ (б)

Насичення, або обмеження, є, мабуть, найбільш розповсюдженим видом нелінійності. Форма характеристики насичення ідентична для багатьох реальних пристроїв, хоча вхідні і вихідні величини можуть мати різну фізичну природу.

Так, практично всі реальні підсилювачі, незалежно від того, чи є вони електронними, магнітними,

пневматичними або гідравлічними, мають межу підсилення потужності в області великих вхідних сигналів уже тільки тому, що джерело живлення, за рахунок якого здійснюється підсилення вхідного сигналу, обмежено по потужності.

Насичення, або обмеження, є, мабуть, найбільш розповсюдженим видом нелінійності. Форма характеристики насичення ідентична для багатьох реальних пристроїв, хоча вхідні і вихідні величини можуть мати різну фізичну природу. Так, практично всі реальні підсилювачі, незалежно від того, чи є вони електронними, магнітними, пневматичними або гідравлічними, мають межу підсилення потужності в області великих вхідних сигналів уже тільки тому, що джерело живлення, за рахунок якого здійснюється підсилення вхідного сигналу, обмежено по потужності.

Друга нелінійна ланка з характеристикою зі змінним коефіцієнтом підсилення і крива зміни передавальної функції $W_{H_2}(A_{H_2})$ від відношення A_{H_2}/b_{H_2} наведені на рис. 2. Для другої нелінійної ланки передавальна функція згідно методу гармонічної лінеаризації [2-4]

$$W_{H_2}(A_{H_2}) = k_{H_3} - \frac{2(k_{H_3} - k_{H_2})}{p} \left(\arcsin \frac{b_{H_2}}{A_{H_2}} + \frac{b_{H_2}}{A_{H_2}} \sqrt{1 - \left(\frac{b_{H_2}}{A_{H_2}} \right)^2} \right), \quad (2)$$

де $k_{H_2} = \operatorname{tg} b_2$ і $k_{H_3} = \operatorname{tg} b_3$ – коефіцієнти підсилення (рис. 2).

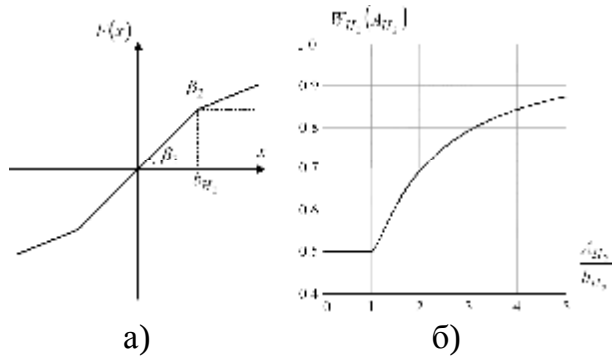


Рис.2 – Характеристика зі змінним коефіцієнтом підсилення (а) і залежність $W_{H_2}(A_{H_2})$ від відношення A_{H_2}/b_{H_2} при $k_{H_2} = 0.5$, $k_{H_3} = 1$ (б)

Статична характеристика ланки зі змінним коефіцієнтом підсилення може бути отримана як апроксимацією криволінійної статичної характеристики, так і в ланках з лінійною характеристикою при наявності пристрою перемикання передатного числа в залежності від значення вхідної величини.

Розглянемо електрогідравлічні слідкуючі приводи багатоцільових транспортних машин високої прохідності на прикладі системи наведення і стабілізації гармати танка у вертикальній площині.

В роботі [6] наведено математичний опис та інформаційно-структурна схема електрогідравлічних слідкуючих приводів (рис. 3).

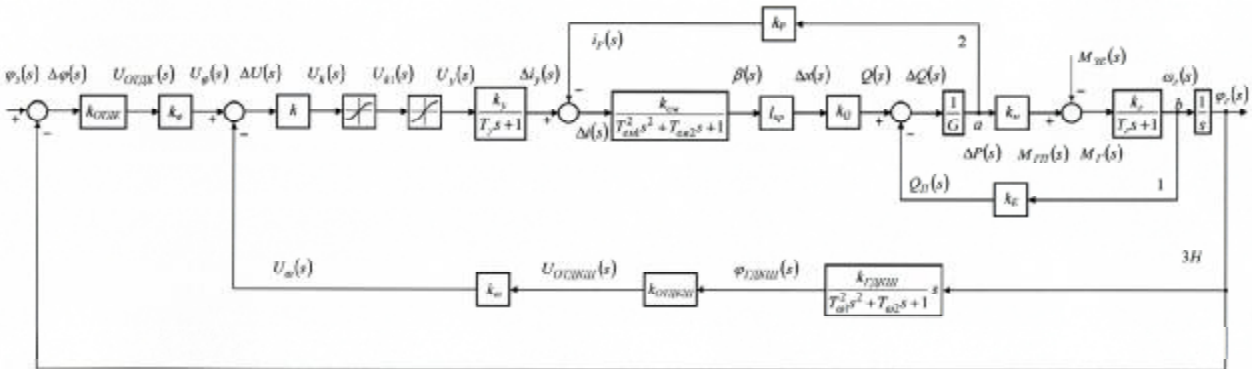


Рис.3 – Інформаційно-структурна схема системи наведення і стабілізації гармати з урахуванням нелінійних характеристик системи

Структурна схема системи наведення і стабілізації гармати, що наведена на рис. 3 містить нелінійну ланку з передавальною функцією $W_{H_1}(A_{H_1})$ (1) та характеристикою типу зона обмеження (насичення) (рис. 1). У даному випадку обмежується сигнал керування $U_k(t)$, що подається до входу обмотки управління електромагніту електрогідроприводу. Значення $U_k(t)$ повинно знаходитись в строго визначених межах, які обумовлені технічними характеристиками виконавчого органа. Структурна схема містить також нелінійну ланку з передавальною функцією $W_{H_2}(A_{H_2})$ (2) і характеристикою зі змінним коефіцієнтом підсилення (рис. 2). У даному випадку ця нелінійна ланка вводиться до структурної схеми з метою підвищення якості перехідних процесів та підвищення надійності системи у цілому шляхом розширення області стійкості.

Для отримання передавальної функції всієї системи необхідно перетворити структурну схему системи, тобто точку *a* перенесемо в вузол *b* по ходу руху

сигналу. Із перетвореної структурної схеми системи наведення і стабілізації гармати знайдемо передавальну функцію розімкненого контуру 1 при $M_{3B}(s) = 0$

$$W_1(s) = \frac{\frac{1}{G} \cdot k_m k_z}{T_z s + 1}.$$

Далі знайдемо передавальну функцію замкненого контуру 1

$$W'_1(s) = \frac{W_1(s)}{1 + W_1(s) \cdot k_E} = \frac{k_m k_z}{G(T_z s + 1) + k_m k_z k_E}.$$

Отримаємо передавальну функцію розімкненого контуру 2

$$W_2(s) = \frac{k_{em} l_{kp} k_Q}{T_{em1}^2 s^2 + T_{em2} s + 1} \cdot \frac{k_m k_z}{G(T_z s + 1) + k_m k_z k_E}.$$

Знайдемо передавальну функцію замкненого контуру 2

$$W'_2(s) = \frac{W_2(s)}{1 + W_2(s) \cdot k_P \cdot \frac{1}{k_m} \cdot \frac{T_z s + 1}{k_z}}.$$

Отримаємо передавальну функцію розімкненого контуру 3H при $M_{3B}(s) = 0$ з урахуванням нелінійної ланки з передавальною функцією $W_{H_1}(A_{H_1})$ і $W_{H_2}(A_{H_2})$

$$W_{3H}(s) = k \cdot W_{H_1}(A_{H_1}) \cdot W_{H_2}(A_{H_2}) \cdot \frac{k_y}{T_y s + 1} \cdot W'_2(s) \cdot \frac{1}{s}$$

та замкненого контуру 3H

$$W'_{3H}(s) = \frac{W_{3H}(s)}{1 + W_{3H}(s) \cdot k_w \cdot k_{OTDKШ} \cdot \frac{k_{ГДКШ}}{T_{w1}^2 s^2 + T_{w2} s + 1} \cdot s}.$$

Знайдемо передавальну функцію всієї розімкненої системи

$$W_{4H}(s) = \frac{k_{OTDK} k_j W_{3H}(s)}{1 + W_{3H}(s) k_w k_{OTDKШ} \cdot \frac{k_{ГДКШ}}{T_{w1}^2 s^2 + T_{w2} s + 1} \cdot s}.$$

та замкненої системи

$$W'_{4H} = \frac{k_{OTDK} k_j W_{3H}(s)}{1 + W_{3H}(s) k_w k_{OTDKШ} \cdot \frac{k_{ГДКШ}}{T_{w1}^2 s^2 + T_{w2} s + 1} \cdot s + k_{OTDK} k_j W_{3H}(s)}.$$

Для синтезу системи наведення і стабілізації гармати танка необхідно визначити області допустимих значень варійованих параметрів. Звичайно це область стійкості замкненої системи в площині варійованих параметрів регулятора.

5. Виводи і перспективи подальших досліджень

В статті побудовано математичну модель електрогідравлічних слідкуючих приводів як підсистеми ІКС багатоцільових транспортних засобів високої прохідності, що знаходяться під впливом зовнішніх випадкових збурень, з урахуванням нелінійних характеристик об'єкту керування. Наступний етап у

розв'язанні проблеми синтезу системи наведення і стабілізації гармати – вибір методу параметричного синтезу системи керування. Методи класичної теорії автоматичного керування не працюють для математичних моделей високого порядку. Якщо порядок диференціальних рівнянь, що складають математичну модель об'єкту керування, вище п'яти, то проблема параметричного синтезу може бути вирішена тільки за допомогою методів сучасної теорії керування, зокрема, методу простору станів, методів теорії АКОР, методів мінімаксу, методів функцій Ляпунова, методів імітаційного моделювання.

Список літератури: 1. *Крылов Н.М.* Введение в нелинейную механику / *Н.М. Крылов, И.Н. Боголюбов.* – К.: Изд-во АН УССР, 1937. – 236 с. 2. Метод Гольдфарба в теории регулирования: [сб. науч. статей]. – М.;–Л.: Госэнергоиздат, 1962. – 224 с. 3. *Попов Е.П.* Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем / *Е.П. Попов, И.П. Пальтов.* – М.: Физматгиз, 1960. – 792 с. 4. *Попов Е.П.* Прикладная теория процессов управления в нелинейных системах / *Попов Е.П.* – М.: Физматгиз, 1973. – 584 с. 5. *Александров Є.Є.* Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами / *Александров Є.Є., Козлов Е.П., Кузнецов Б.І.* – Харків: НТУ «ХПІ», 2002. – 492 с. 6. *Ніконов О.Я.* Розроблення інформаційно-структурної схеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатопільових транспортних засобів / *О.Я. Ніконов, В.Ю. Улько* // Вестник НТУ «ХПІ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПІ», 2010. – № 46. – С. 21-29.

Поступила в редколлегию 18.03.2011

УДК 621.395

А.Г. ЛОЖКОВСКИЙ, док. техн. наук, проф., зав. кафедрой, Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

В.А. КАПТУР, канд. техн. наук, доц., Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

О.В. ВЕРБАНОВ, ст. преп., Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

В.М. КОЛЧАР, ст. преп., Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПАКЕТНОГО ТРАФИКА

В статье рассмотрены математические модели, позволяющие адекватно описывать трафик мультисервисных сетей с коммутацией пакетов, обладающий свойством пачечности.

Ключевые слова: телекоммуникационная мультисервисная сеть, модель трафика, пик-фактор трафика.

В статті розглянуто математичні моделі, що дозволяють адекватно описувати трафік мультисервісних мереж з комутацією пакетів, який має властивості пачковості.

Ключові слова: телекомунікаційна мультисервісна і синтез систем розподілу інформації.

The mathematical models, permitting adequately to describe of traffic in multiservice packet switching networks, which possessed property of burstness, is considered.

Keywords: a telecommunication multiservice network, model of self-similar traffic, information distribution system.

Оценка качества обслуживания трафика является одним из важнейших научных направлений в исследованиях телекоммуникационных сетей. На этом основывается продуманная и целенаправленная стратегия модернизации современных сетей на этапе их конвергенции и замены технологии коммутации каналов на коммутацию пакетов. Принципы функционирования сети обусловлены режимами переноса информации, а качество обслуживания – реальным характером трафика. В этих условиях необходима разработка новых методов анализа и синтеза СРИ, адекватно отображающих реальные процессы обмена информацией в сети и базирующихся на математических моделях реального трафика.

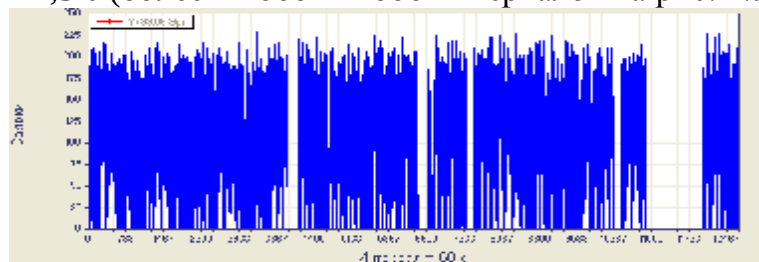
Для решения данной проблемы, как правило, применяется теория систем массового обслуживания (СМО). СМО – это математическая модель системы, предназначенной для обслуживания поступающих через случайные интервалы времени заявок, длительность обслуживания которых также случайна. Основное место в общей математической модели СМО занимает модель входящего потока заявок, поступающих в систему на обслуживание (модель трафика). От правильного выбора этой модели зависит точность расчета основных характеристик СМО, характеризующих работу системы в целом. Поскольку в пакетных сетях связи информационные потоки могут иметь постоянную, переменную и смешанную битовую скорость, то математическая модель потока становится очень сложной. Однако из-за отсутствия адекватных моделей трафика иногда для анализа и синтеза упрощенно и со значительной потерей точности используют пуассоновскую модель трафика [1, 7].

В данной статье обосновываются более приемлемые математические модели, полученные на основе результатов измерений и имитационного моделирования параметров трафика пакетных сетей связи.

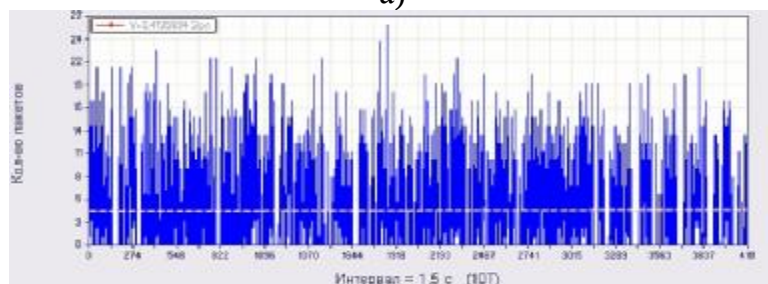
Потоки пакетов (трафик) в мультисервисных пакетных сетях связи существенно отличаются от модели пуассоновского потока, описываемого экспоненциальной функцией распределения интервала времени между моментами поступления пакетов. Здесь потоки пакетов формируются множеством источников запросов на предоставляемые сетью услуги и сетевыми приложениями, обеспечивающими услуги передачи видео, данных, речи и др. Источники запросов, участвуя в процессе создания потока пакетов, существенно отличаются между собой значениями удельной интенсивности нагрузки. Интенсивность нагрузки результирующего потока пакетов в каждый момент времени зависит от того, какими приложениями обслуживаются источники запросов и каково соотношение их численности для различных приложений. На структуру трафика также оказывают влияние и технологические особенности применяемых алгоритмов обслуживания. Например, если услуга обеспечивается несколькими приложениями, то моменты возникновения запросов на установление сеансов связи сильно коррелированы или если в используемых протоколах применяется повторная передача неверно принятых пакетов. Из-за этого в процессе обслуживания исходные потоки претерпевают значительные изменения и в итоговом трафике появляются долгосрочные зависимости в интенсивности поступления пакетов. Значит, трафик уже не является простой

суммой множества независимых стационарных и ординарных потоков, что свойственно пуассоновским потокам телефонных сетей связи. Пакетный трафик является разнородным, а потоки разных приложений требуют обеспечения определенного уровня качества обслуживания. В этих условиях передачу потоков всех приложений обеспечивает единая мультисервисная сеть с общими протоколами и законами управления, при том, что источники каждого приложения имеют разные скорости передачи информации или изменяют её в процессе сеанса связи (максимальная и средняя скорости). Из-за этого объединенному потоку пакетов свойственна так называемая „пачечность” (*burstness*) трафика со случайной периодичностью и продолжительностью пиков нагрузки.

По статистическим данным о количестве и размерах передаваемых пакетов, характеристик интервалов времени между пакетами в течение установленного соединения (сеанса связи), данным о длительностях устанавливаемых соединений и т.д. можно составить математическую модель реального трафика. На рис.1 представлены результаты измерений параметров трафика пакетной мультисервисной сети. Здесь показано количество заявок на установление соединения и пакетов в сеансах связи по фиксированным интервалам времени 60 с и 1,5 с (более 12 000 и 4 000 интервалов на рис. 1.а и 1.б соответственно).



а)



б)

Рис. 1. Статистические результаты измерений

при сравнительно небольшом среднем значении интенсивности поступления пакетов (интенсивность трафика) присутствует достаточное количество относительно больших выбросов. Например, для трафика, представленного на рис.1б, среднее значение составляет 4,1 пакета на интервал в 1,5 с (показано штриховой линией), а отдельные выбросы достигают значений до 20 и более пакетов на интервал. Согласно «правилу трех сигма» для пуассоновского потока с вероятностью $P = 0,99$ для этого случая выбросы могли бы достигать только 10 пакетов на интервал. На рис.1а при среднем значении 99 заявок на интервал есть

Эти данные свидетельствуют о том, что для мультисервисного трафика характерна сильная неравномерность интенсивности поступления заявок и пакетов. Заявки и пакеты не плавно рассредоточены по различным интервалам времени, а группируются в «пачки» в одних интервалах, и полностью отсутствуют или их очень мало в иных интервалах времени (например, рис. 1.а). Из-за этого в пачечном трафике

выбросы до 200 и более, а для пуассоновского потока они могли бы достигать только 130.

Эффективность обслуживания такого трафика очень низка, поскольку в процессе его обработки для обеспечения заданного уровня потерь (качества обслуживания) необходимо увеличивать пропускную способность каналов. При этом в периоды спада пиков нагрузки ресурсы системы очень сильно недоиспользуются (как правило, проектирование пропускной способности каналов ведется в расчете на среднее значение интенсивности трафика).

Случайный процесс поступления в систему заявок (пакетов) характеризуется законом распределения, устанавливающим связь между значением случайной величины и вероятностью появления этого значения. Такой поток может быть описан вероятностной функцией распределения интервалов времени между соседними заявками или вероятностной функцией распределения количества заявок за условную единицу времени [1]. В математической модели, описывающей пуассоновский поток заявок, длительность интервала времени между заявками Z распределена по экспоненциальному закону, для которого математическое ожидание рассматриваемой величины $M_z = 1 / \lambda$, а дисперсия $D_z = 1 / \lambda^2$, где λ – параметр потока. Известно, если интервалы времени между событиями (заявками) имеют экспоненциальное распределение, то количество таких событий в условную единицу времени однозначно подчинено распределению Пуассона.

Результаты исследований показали, что функция распределения интервалов времени между поступлениями пакетов не согласуется с экспоненциальным распределением (рис. 2).

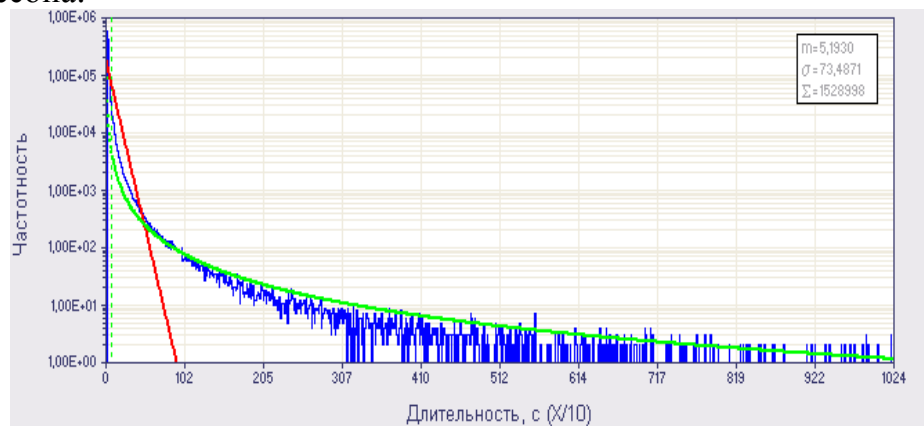


Рис. 2. Аппроксимация интервала времени между заявками

Графики, приведенные на рис. 2, подтверждают, что результаты статистической обработки данных измерений согласуются не с функцией экспоненциального распределения (на графике эта функция показана в виде прямой линии по причине логарифмической шкалы), а с функциями, имеющими так называемый „длинный хвост”, гораздо более весомый, чем у экспоненциального распределения. При этом хорошие результаты аппроксимации гистограмм реальных измерений получаются при использовании функций логарифмически нормального закона распределения, распределения Парето и Вейбулла. В некоторых случаях для этой цели можно использовать гамма-распределение или гипер-экспоненциальное (смесь нескольких экспонент) распределение. Иногда достаточно гиперэкспоненциального распределения второго порядка:

$$p(z) = p_1 \lambda_1 e^{-\lambda_1 t} + p_2 \lambda_2 e^{-\lambda_2 t}. \quad (1)$$

Это значит, что с вероятностью p_1 интервал времени между пакетами имеет экспоненциальное распределение с параметром λ_1 , а с вероятностью p_2 – с параметром λ_2 (естественно, $p_1 + p_2 = 1$). При этом достигаются большие разбросы величины интервала времени между пакетами, что обеспечивает лучшее согласие данной модели с реальными потоками.

„Длинный хвост” обозначает, что например, при экспоненциальном распределении вероятность существования интервала времени между заявками длительностью 2500 мс равна $P_{2500} = 1,4 \cdot 10^{-13}$, а при логарифмически нормальном – $P_{2500} = 8,3 \cdot 10^{-7}$, т.е. значительно больше эта вероятность. Следовательно, такие очень длинные интервалы времени в процессе поступления заявок (формирования трафика) существуют и их доля высока. Именно распределения с „длинным хвостом” позволяют обосновать „пачечность” трафика – если есть достаточно длительные интервалы времени, на которых нет ни одной заявки, то чтобы „выдержать” общее среднее количество заявок (интенсивность трафика), на других интервалах времени эти заявки „компенсируются” очень большим количеством (см. рис. 1).

Большая неравномерность поступления заявок (пакетов) характеризуется коэффициентом вариации длительности интервала времени между заявками $VarZ$ (отношение среднеквадратического отклонения к математическому ожиданию длительности интервала Z). Для потока с экспоненциальным распределением $VarZ = 1$, а в реальных потоках коэффициент вариации достигает значений нескольких десятков. Экспоненциальное распределение интервалов времени между заявками приводит к пуассоновскому распределению интенсивности трафика Y (количества заявок на единицу времени). Для пуассоновского потока отношение дисперсии интенсивности трафика σ^2 к ее математическому ожиданию Y также равно единице. С увеличением $VarZ$ отношение первых двух центральных моментов интенсивности трафика, определяющих пик-фактор (скученность) интенсивности трафика S :

$$S = \frac{\sigma^2}{Y}, \quad (2)$$

также увеличивается. По результатам статистического моделирования, выполненном при помощи имитационной модели [2], установлено, что в случае гиперэкспоненциального распределения промежутка времени между заявками коэффициент вариации длительности промежутка времени $VarZ$ и пик-фактор интенсивности трафика S находятся в следующей зависимости:

$$(VarZ)^2 = \left(\frac{\sigma_Z}{M_Z} \right)^2 = S. \quad (3)$$

Кроме того, гиперэкспоненциальное распределение промежутка времени между заявками приводит к нормальному распределению количества заявок на интервале времени, равном средней длительности обслуживания этих заявок. Статистическая обработка результатов измерений параметров трафика в мультисервисных сетях и исследование его математической модели также подтверждают, что реальное распределение интенсивности нагрузки лучше

согласуется с нормальным (Гаусса) законом распределения [3].

Для случая трафика с пик-фактором $S > 1$ решение проблемы расчета характеристик качества обслуживания такого неравномерного потока дано в [4–6]. Однако, как показали результаты исследования, в случае „пачечного” трафика эти решения не подходят.

Нормальное распределение является симметричным, при котором математическое ожидание интенсивности трафика Y и его дисперсия σ^2 являются исчерпывающими характеристиками протекания процесса формирования потока заявок. Основные характеристики случайного процесса Y и σ^2 , являясь весьма важными, в то же время не являются исчерпывающими, а иногда и бесполезными для прогнозирования значения случайной величины. Возможны варианты, когда случайный процесс характеризуется одинаковыми значениями математического ожидания и дисперсии, но внутренняя структура этих процессов различна. Одни могут иметь плавно меняющиеся реализации, а иные – ярко выраженную колебательную структуру при скачкообразном изменении отдельных значений случайной величины (например, резкое возрастание количества пакетов в сети, приводящее к „пачечности – *burstness*” трафика). Для «плавных» процессов характерна большая предсказуемость реализаций, а для «пачечных» – очень малая вероятностная зависимость между двумя случайными величинами СП.

Исследования показали, что в трафике при распределении интервалов времени между пакетами по логарифмически нормальному закону и закону Парето, функция распределения количества заявок (пакетов) на единицу времени (интенсивность) имеет явно выраженную положительную асимметрию, что и продемонстрировано на рис. 3.

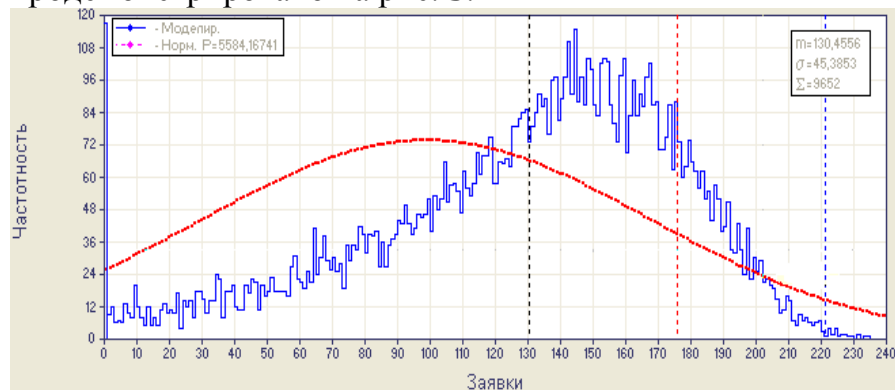


Рис. 3. Распределение количества заявок за интервал времени

В показанном на рис.3 примере при интенсивности трафика $Y = 130$ Эрл видно, что аппроксимация данной статистики нормальным законом распределения (штриховая линия) с математическим

ожиданием $Y = 130$ и $\sigma^2 = 2025$ не согласуется с реальным распределением трафика. При этом пик-фактор интенсивности трафика $S = \sigma^2 / Y = 15,6$.

Из рисунка видно, что реальное распределение имеет существенную асимметрию по сравнению с нормальным законом и большую долю (частотность) интервалов, на которые приходилось „ноль заявок”, т.е. на них нет ни одной заявки. Именно эта вероятность „нулевого состояния” и приводит к столь значительной асимметрии распределения в целом.

Трафик, которому свойственна „пачечность”, принято считать трафиком, обладающим эффектом самоподобности [7]. В работе [8] предложен

соответствующий метод расчета характеристик качества обслуживания такого трафика. Он основан на том, что в тех точках, где совпадает энтропия распределения состояний системы, совпадают и исследуемые параметры качества обслуживания, такие как, например, средняя длина очереди и средняя длительность ожидания всех пакетов (ожидających и обслуживаемых без ожидания). И поэтому для расчета характеристик QoS одноканальной системы массового обслуживания с очередью для случая обслуживания трафика, обладающего эффектом самоподобия, в точках, где близки значения энтропии распределения состояний системы, можно применять формулу Поллачека-Хинчина, справедливой для модели M/G/1. Однако этот метод пригоден только для одноканальных систем, а для многоканальных систем обслуживания „пачечного” трафика адекватных методов расчета характеристик системы пока неизвестно.

Следует отметить, что точность расчета телекоммуникационных систем в значительной мере зависит от правильной оценки модели потока заявок, обслуживаемого этой системой. Выбранная модель и соответствующий ей метод расчета должны быть адекватными реальному трафику телекоммуникационных сетей. Более адекватной моделью потоков в мультисервисных сетях с коммутацией пакетов являются перечисленные в работе вероятностные функции распределения интервалов времени между заявками (пакетами), обладающие „длинным хвостом”. Хотя исследование характеристик качества обслуживания в этих условиях является очень сложной математической задачей, однако её решение возможно, если при расчетах учитывать не только математическое ожидание и дисперсию интенсивности трафика, но и моменты распределений высшего порядка, таких как асимметрия.

Список литературы: 1. *Клейнрок Л.* Теория массового обслуживания. Пер. с англ. М.: Машиностроение. – 1979. – 432 с., ил. 2. *Ложковский А.Г.* Статистическое моделирование полнодоступного пучка с потерями / *А.Г. Ложковский* // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2003. – №1. – С. 75-82. 3. *Ложковский А.Г.* Экспериментальная оценка модели потока вызовов на современных телефонных сетях / *А.Г. Ложковский, Н.В.Захарченко, С.М. Горохов* // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2001. – №2. – С. 40-43. 4. *Захарченко Н.В.* Методы расчёта телекоммуникационного оборудования в условиях реального потока вызовов / *Н.В.Захарченко, А.Г. Ложковский* // Вісник українського Будинку економічних та наукових знань. – К.: 2004. – №4. – С. 102–109. 5. *Ложковский А.Г.* Расчет характеристик QoS в одноканальной системе с непуассоновским трафиком / *А.Г. Ложковский* // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. пр. ПІМЕ НАН України. – Вип. 54. – К.: 2009. – С.154-160. 6. *Ложковский А.Г.* Метод расчета систем обслуживания с ожиданием при произвольном потоке вызовов / *А.Г. Ложковский* // К.: Зв’язок.. – 2006. – №1. – С. 57–60. 7. *Крылов В.В., Самохвалов С.С.* Теория телетрафика и её приложения. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.: ил. 8. *Ложковский А.Г.* Оценка параметров качества обслуживания самоподобного трафика энтропийным методом / *А.Г. Ложковский, Р.А. Ганифаев* // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2008. – № 1. – С.57–62.

Поступила в редколлегию 11.03.2011

УДК 621.224

О.С. ВАХРУШЕВА, асп., НТУ «ХПИ»

РАСЧЕТ БАЛАНСА ЭНЕРГИИ ВЫСОКОНАПОРНОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТУРБИНЫ

Проведен анализ течения жидкости в высоконапорной гидротурбине. Рассмотрены основные виды потерь в проточной части, причины их возникновения. Получены графики баланса энергии гидротурбины и проведен их детальный анализ.

Ключевые слова: спиральная камера, направляющий аппарат, рабочее колесо, баланс энергии, механические, гидравлические и объемные потери

Проведено аналіз течії рідини в високонапірній гідротурбіні. Розглянуті основні види втрат у проточній частині, причини їх виникнення. Отримані графіки балансу енергії гідротурбіни і проведено їх детальний аналіз.

Ключові слова: спіральна камера, напрямний апарат, робоче колесо, баланс енергії, механічні, гідравлічні та об'ємні втрати

The flow analysis of a fluid in the high-head hydraulic turbine is carried out. Principal views of losses in the flowing channel, the reasons of their origin are considered. Energy balance graphics of the hydraulic turbine are gained and their in-depth study is conducted.

Keywords: the spiral case, a stator, the runner, an energy balance, mechanical, hydraulic and volume losses.

Процесс преобразования гидравлической энергии потока в механическую энергию на валу гидротурбины неизбежно связан с потерями энергии, их величина зависит от типа гидротурбины, ее размеров и режима работы. Проблема дальнейшего повышения энергетических показателей гидравлических турбин, особенно на нерасчетных режимах, остается очень важной, так как даже небольшое увеличение КПД турбины приводит к существенному возрастанию ее мощности и выработки энергии [1]. Для улучшения энергетических характеристик гидротурбины необходимо исследовать элементы ее проточной части с целью определения мест наибольших потерь энергии и выявления природы их возникновения. Потери энергии в гидравлической турбине складываются [2,3] из механических, объемных и гидравлических.

Механические потери представляют собой часть энергии, теряемой на преодоление трения в направляющем подшипнике, подпятнике, уплотнениях вала, а также на привод механизмов, связанных с валом гидротурбины. Вторую категорию механических потерь обычно называют дисковыми. Общим для различных категорий механических потерь является то, что они не вызывают уменьшения ни располагаемой энергии каждой струйки жидкости, ни количества жидкости, проходящей через проточную часть в единицу времени, а уменьшают механическую энергию, уже переданную потоком на вал гидроагрегата [4].

На рисунке 1 представлены кривые по определению механических и дисковых потерь с помощью мотор-весов, нижней кривой представлена зависимость $N_{\text{мех}}$ от оборота вала турбины n .

На рисунке 2 представлена зависимость удельных механических потерь (отнесенных к мощности потока) от приведенного расхода гидротурбины Q_1' при постоянном числе оборотов n_1' .

Из графика видно, что удельные механические потери с ростом Q_1' (от 300 до 700 л/сек), при постоянном n_1' , уменьшается на 0,5-0,7%; и возрастают на 0,3-0,5% с ростом n_1' (от 50 до 70 об/мин), при постоянном Q_1' , но не превышают в указанной зоне Q_1' - n_1' 1,5% мощности потока.

Дисковые потери представляют часть энергии, теряемой на преодоление трения наружных поверхностей ободов р.к. и его уплотнений о воду, а также на вращение воды в пазухах между р.к. и неподвижными элементами. На рисунке 3 представлены зависимости удельных дисковых потерь (отнесенных к мощности потока) от приведенного расхода турбины Q_1' при постоянном числе оборотов n_1' .

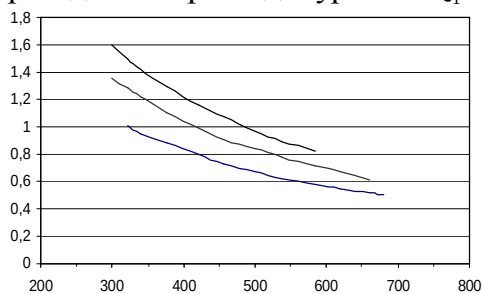


Рис.2 – График зависимости механических потерь от Q_1' при $n_1'=50, 60, 70$ об/мин



Рис.1 - Кривые по определению механических и дисковых потерь с помощью мотор-весов

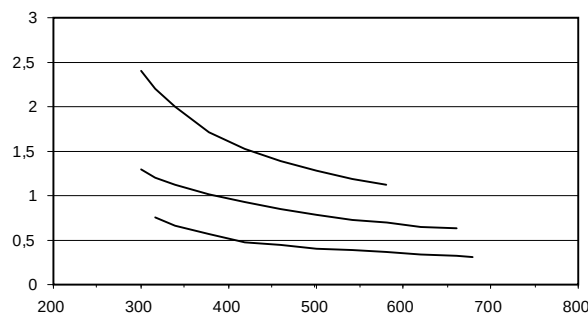


Рис.3 – Потери энергии на дисковое трение р.к. о воду

Объемные потери в радиально-осевых гидротурбинах обусловлены утечкой воды в обход р.к. через уплотнения между вращающимся р.к. и сопряженными элементами.

Утечки через зазор в самом общем виде определяются следующим образом: $q = m \cdot f \cdot \sqrt{2gh}$, где f – сечение отверстия, Δh – напор, соответствующий разности давлений.

В результате эксперимента получена зависимость утечек через уплотнения от перепада давления Δh при $n = \text{const}$. Эта зависимость представлена на рисунке 4. Результаты замеров представлены зависимостью $\frac{\Delta Q}{Q} \cdot 100\% = f(Q_1')$ при $n_1 = \text{const}$ на рисунке 4.

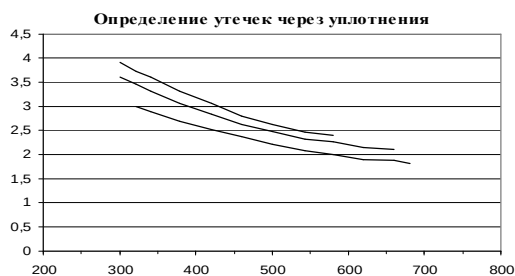


Рис. 4 – Определение утечек через уплотнения

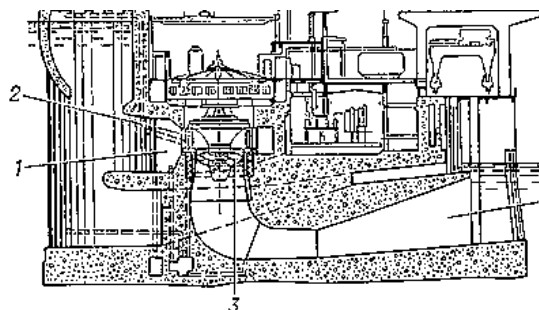


Рис. 5 – Схема проточной части гидротурбины

Гидравлические потери различаются по месту возникновения: в подводе, р.к., отсасывающей трубе. Такое деление условно, так как потери в последующих элементах проточной части существенно зависят от характера потока, формируемого предшествующими элементами. Для их снижения необходимо согласовывать потоки, покидающие предыдущий элемент проточной части, с потоком, обеспечивающим минимальные потери в последующем элементе, включая лопастную систему р.к.

В состав подвода входят следующие основные компоненты спиральная камера 1, статор и направляющий аппарат 2, рабочее колесо 3 (рисунок 5).

Определение энергии перед рабочим колесом

Требование осесимметричности потока перед р.к. необходимо для обеспечения установившегося относительного движения жидкости в области р.к. В современной практике гидродинамических расчетов исходят из модели установившегося потока р.к., который реализуется при постоянной частоте вращения $\omega = const$ и осесимметричности потока в сечении перед и за ним [5].

Спиральная камера должна обеспечивать: равномерный подвод воды к направляющему аппарату при максимально возможной осевой симметрии потока; допустимые величины скоростей и углов атаки на входе в статор и н.а. при различных открытиях, при которых потери энергии в с.к и н.а. минимальны; величину циркуляции потока, близкую к расчетной [1]. Неудачный выбор геометрических параметров с.к. приводит к неблагоприятному распределению скоростей по высоте и периметру н.а. Следствием этого может быть отрыв потока на лопатках н.а. и увеличение нестационарности и потерь энергии в последующих элементах ПЧ: р.к. и отсасывающей трубе.

Поток, формируемый спиральной камерой и статором

Энергетические характеристики гидротурбины зависят от формы движения перед р.к. Поток, формируемый спиральной камерой и статором, имеет сложный пространственный характер.

Отсутствие осевой симметрии потока перед н.а. может быть источником асимметрии потока и в области р.к., что связано с появлением поперечных сил, действующих на ротор гидротурбины.

Структура потока в зоне спиральной камеры, статора, н.а. существенно усложняется в связи с возникновением вторичных течений, которые приводят к дополнительному вихреобразованию вблизи концов лопасти из-за наличия зазоров и влияния ограничивающих стенок, и поэтому при их рассмотрении могут быть использованы две различные модели: модель вихревого движения

идеальной жидкости и модель, основанная на применении теории пространственного пограничного слоя.

Профильные потери

Для определения потерь трения в лопастной системе н.а. и статора производится расчет толщины потери импульса d^{**} для ряда элементарных решеток на поверхностях тока, на которые разбивается ПЧ подвода.

В каждой из элементарных решеток, обтекаемой потоком, потери трения определяются формулой [7]: $h_{TP} = x_{TP} \frac{C_2^2}{2g}$, где $x_{TP} = 2 \left(\frac{d_2^{**}}{l} \right) \frac{l}{t_2 \sin a_2}$; $\frac{l}{t}$ – густота решетки; $\overline{d_2^{**}} = \frac{d_2^{**}}{l} = \overline{d_{2P}^{**}} + \overline{d_{2g}^{**}}$ – безразмерная суммарная толщина потери импульса на выходной кромке с двух сторон профиля, a_2 – угол потока на выходе из решетки.

В случае полностью турбулентного слоя $\overline{d_2^{**}} = CI$,

$$\text{где } C = \frac{0.0153}{\text{Re}^{1/7}} \cdot \left(\frac{C_2}{C_k} \right)^{0.2}, \quad I = \left[\int_0^{\bar{l}_{kp}} \left(\frac{C_p}{C_2} \right)^{3.8} \left(\frac{h}{h_2} \right)^{7.6} d\bar{l} \right]^{6/7} + \left[\int_0^{\bar{l}_{kd}} \left(\frac{C_p}{C_2} \right)^{3.8} \left(\frac{h}{h_2} \right)^{7.6} d\bar{l} \right]^{6/7},$$

$\bar{l} = \frac{l}{l_{np}}$; $\text{Re} = \frac{C_2 l}{\nu}$; l – длина средней линии профиля.

Коэффициент C – безразмерная величина, практически не зависящая от геометрии решеток. Величина I зависит от распределения скоростей на сторонах давления и разряжения. В предположении плоского движения в зоне лопаток н.а. толщину слоя между двумя поверхностями тока можно считать неизменной. В этом случае $h = h_2$ и формула для расчета $\overline{d_2^{**}}$ несколько упрощается. Минимальное значение I соответствует минимальному уровню скоростей $\frac{C}{C_2}$ на обеих сторонах профиля.

В принятой расчетной схеме разделения потерь величину I следует находить для режима безударного обтекания, при котором угол атаки по отношению к входному элементу лопатки близок к нулю.

Потери на трение в пространственной решетке находим из выражения:

$$\overline{h_{TPH.A}} = \frac{1}{Q} \int_Q z_{TP} \frac{C_2^2}{2g} dQ, \text{ где } C_2 = \frac{C_{2m}}{\sin a_2}.$$

С учетом выше приведенных формул получаем $\overline{h_{TPH.A}} = \frac{1}{Q} \int_Q \frac{2CI_{H.A}l}{t^2 \sin^3 a_2} \frac{C_{2m}^2}{2g} dQ.$

Величину $I_{H.A}$ можно принять неизменной на высоте лопатки и равной значению $I_{H.A}$ на средней решетке профилей.

В зоне направляющего аппарата поверхности тока перпендикулярны оси турбины, т.е. решетки обтекаются слоем постоянной толщины, тогда формула упрощается:

$$I = \left[\int_0^{\bar{l}_{kp}} \left(\frac{C_p}{C_2} \right)^{3.8} d\bar{l} \right]^{6/7} + \left[\int_0^{\bar{l}_{kd}} \left(\frac{C_p}{C_2} \right)^{3.8} d\bar{l} \right]^{6/7}.$$

Приближенный способ нахождения $I_{H.A}$ основан на введении в рассмотрение средних по профилю скоростей C_p и C_d [8]: $C_{cp}^{p.g} = \frac{1}{l} \int_0^{l_{pg}} C dl$.

Интегралы, входящие выражаются в зависимости от средних скоростей на стороне давления C_{cp}^g и разряжения C_{cp}^p . $I_{H.A.} = \left(\frac{C_{cp}^p}{C_2} \right)^{3.26} + \left(\frac{C_{cp}^g}{C_2} \right)^{3.26}$.

Применяя теорему о моменте количества движения через круговую решетку, получим выражения средних (по профилю) скоростей C_{cp}^g и C_{cp}^p (средние скорости отнесены к скорости в сечении 2-2) в зависимости от геометрических параметров решетки н.а.:

$$\frac{C_{cp}^{p.g}}{C_2} = \frac{2 \frac{l}{t} \sin a_2}{\frac{r_1 - r_2}{t_{cp}} \left(1 + \frac{r_1}{r_2} \right)} \pm \frac{\sin(a_1 - a_2)}{\frac{l}{t_{cp}} \left(1 + \frac{r_1}{r_2} \right) \sin a_1}.$$

Используя выше приведенные формулы находим коэффициент потерь x_{TP} в решетке

$$\text{НА: } x_{TP} = \frac{0.306}{\text{Re}^{1/7}} \frac{l}{t_2 \sin a_2} \left[\left(\frac{2lr_2 \sin a_2}{r_1 - r_2} + \frac{pr_2 \sin(a_1 - a_2)}{lz \sin a_1} \right)^{3.26} + \left(\frac{2lr_2 \sin a_2}{r_1^2 - r_2^2} + \frac{pr_2 \sin(a_1 - a_2)}{lz \sin a_1} \right)^{3.26} \right].$$

Кромочные потери

Для оценки влияния толщины кромок на кромочные потери используются законы сохранения [9].

Кромочные потери в пространственной решетке находятся путем суммированием потерь в элементарных решетках:

$$\overline{h_{kp}} = \frac{1}{Q} \int_Q x_{kp} \frac{V_2^2}{2g} dQ, \text{ где } x_{kp} = \frac{\Delta h_{kp}}{0.5 r V_k^2} - \text{коэффициент кромочных потерь.}$$

Потери, возникающие вследствие поворота потока в каналах н.а.

Поворот потока в каналах н.а. приводит к возникновению вторичных течений в пограничном слое на торцевых поверхностях

Концевые потери трения связаны с образованием пограничного слоя на ограничивающих меридиональных поверхностях. Величина этих потерь связана с шероховатостью торцевых поверхностей, а доля этих потерь от общих потерь в ступени увеличивается с уменьшением высоты лопатки.

Причина появления вторичных течений – поворот потока в решетке, вследствие чего статическое давление на профиле становится меньше. Потери от вторичных течений - следствие поворота потока в решетке, при котором растет давление на вогнутой поверхности и падает на выпуклой. По концам межлопаточного канала возникают парные вихри в направлении от вогнутой поверхности к выпуклой [10].

В результате образуются два вихревых жгута вблизи углов канала.

В общем случае концевые потери энергии могут быть представлены в виде суммы [9]: $E_k = \Delta E_1 + \Delta E_2 + \Delta E_3$, где ΔE_1 - потери на трение о торцевые стенки канала; ΔE_2 - потери, обусловленные вторичным движением в пограничном слое на торцевых поверхностях; ΔE_3 - вихревые потери, обусловленные движением с концов лопаток, включающие потери с взаимодействием и отрывом пограничного слоя на стенке.

Коэффициент концевых потерь: $x_k = \frac{E_k}{E_2}$, где E_2 - кинетическая энергия потока за решеткой.

Потери энергии E_2 и E_3 , зависят от циркуляции скорости Γ , а ΔE_1 - не зависит от Γ . При $\Gamma = 0$ концевые потери определяются только потерей на трение в пограничном слое торцевых стенок.

Формула для турбулентного пограничного слоя имеет вид [11]:

$$x_{ku} = \frac{A}{\text{Re}^{0.2} \frac{b_2}{l}} \left(1 - \frac{l}{r_1}\right)^{0.8} \left[1 + B \left(1 - \frac{\text{ctga}_1}{\text{ctga}_2}\right)^2 \frac{t_2^2}{l^2} \cos^2 a_2\right], \text{ где } b_2 - \text{высота решетки; } l - \text{длина}$$

скелетной линии (хорда); a_1 и a_2 - осредненные углы потока на входе и выхода из решетки направляющего аппарата; $\text{Re}_2 = \frac{C_2 l}{n}$ - число Рейнольдса в выходном сечении $\frac{b_2}{l}$ - относительная высота решетки; A и B - опытные коэффициенты для реактивной решетки: $A=0,13$ и $B=0,7$ [11].

Формулу концевых потерь запишем в виде: $h_{ku} = x_{ku} \frac{C_{2HA}^2}{2g}$, где $C_2^2 = \frac{C_{2m}}{\sin a_2}$ - осредненная скорость в сечении 0-0, а C_{2m} - ее меридиональная составляющая.

Потери энергии из-за угла атаки

В зависимости от открытия н.а. изменяется угол атаки входного элемента направляющей лопатки: $\Delta a = a_1 - a_{1\Gamma}$, где $a_{1\Gamma}$ - входной геометрический угол.

При несовпадении входного угла потока с входным геометрическим углом лопатки обтекание входной кромки характеризуется более резким возрастанием скорости в окрестности критической точки до некоторого максимального значения. На последующем участке диффузорного течения скорость резко убывает, что приводит к отрыву пограничного слоя и к увеличению потерь энергии по сравнению с безотрывным обтеканием [13].

Аналогичный подход используется для определения потерь, возникающих при обтекании с углом атаки входной кромки лопатки. В модели осесимметричного движения при несовпадении угла потока с входным геометрическим углом лопатки скачкообразно меняются параметры потока на входной кромке [14]. При переходе через входную кромку окружные составляющие скорости претерпевают разрыв.

В модели осесимметричного движения при несовпадении угла потока с входным геометрическим углом лопатки скачкообразно меняются параметры потока на входной кромке [12]. При переходе через входную кромку окружные составляющие скорости претерпевают разрыв.

Для решетки, расположенной на осесимметричной поверхности тока, выражение для потери энергии, вызванной скачкообразным изменением окружной составляющей скорости, имеет вид [14]: $h = \frac{cC_{1m}^2}{2g}(ctga_1 - ctga_{b.o})^2$, где a_1 - угол

потока перед входной кромкой; $a_{b.o}$ - угол, соответствующий безотрывному направлению потока; c - коэффициент смягчения удара, зависящий от геометрии решетки. Расчетные исследования показали, что $a_{b.o}$ не зависит от режима обтекания и может рассматриваться как геометрический параметр профиля в решетке.

Интегральная величина потерь в пространственной решетке определяется выражением: $\overline{h_{y\partial}} = \frac{c}{Q} \int_Q \frac{C_{1m}^2}{2g} (ctga_1 - ctga_{b.o})^2 dQ$, где $x_{y\partial} = c \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 (ctga_1 - ctga_{b.o})^2 \sin^2 a_2$.

Полная величина потерь энергии в н.а. определяется суммированием рассмотренных выше отдельных видов потерь, т.е. потерь трения, кромочных, ударных, концевых:

$$h_{HA} = \frac{1}{Q} \int_Q x_{tp} \frac{C_{2m}^2}{\sin^2 a_2} dQ + \frac{1}{Q} \int_Q x_{kp} \frac{C_{2m}^2}{2g \sin^2 a_2} + \frac{1}{Q} \int_Q x_{y\partial} \frac{C_{2m}^2}{2g \sin^2 a_2} dQ + x_k \frac{C_{2m}^2}{2g \sin^2 a_2}.$$

Приведенные выше формулы различных видов потерь используем для построения модели сопротивления подвода. Структура этой зависимости вытекает из соображений теории размерности. Исходя из принципа независимости потерь, полную потерю в элементах проточной части можно найти суммированием отдельных видов потерь. Такой подход даёт определённые преимущества, связанные с возможностью детального анализа каждого из видов потерь в зависимости от геометрических и режимных параметров [15].

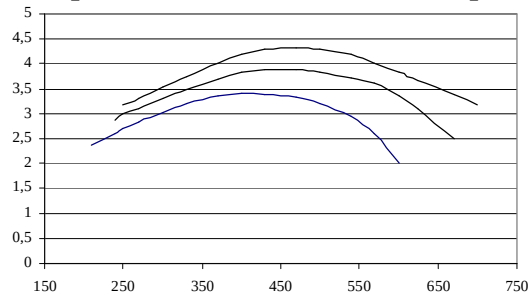


Рис.6 – Зависимость потерь энергии потока в подводе (спираль,статор и н.а.) от Q_1' турбины при $n_1' = 50, 60, 70$ об/мин

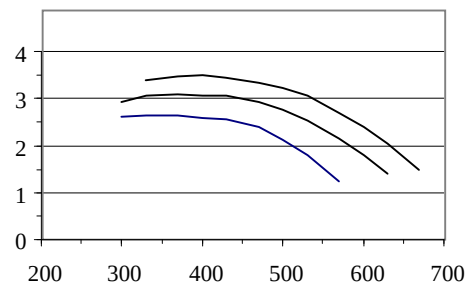


Рис. 7 – Зависимость потерь энергии потока направляющем аппарате от Q_1' при $n_1' = 50, 60, 70$ об/мин

На рисунке 6 представлены кривые удельных потерь энергии на участке 1-3 в зависимости от Q_1' л/сек турбины при $n_1' = 50, 60, 70$ об/мин.

На рисунке 7 дана зависимость удельных потерь энергии на участке 1-2 (спираль-статор) от приведенного расхода турбины Q_1' при $n_1' = 50, 60, 70$ об/мин. Удельные потери в спирале и статоре, как видно из графика, растут от 0 до 2% с ростом приведенного расхода турбины от 0 до 700 л/сек.

Баланс энергии турбины

На рисунке 8 (а, б, в) представлена балансовая характеристика турбины при трех значения n_1' об/мин. В верхней части графиков отложена удельная энергия

потока, теряемая в подводящих устройствах (спираль, статор и н.а.) и в отсасывающей трубе. В нижней части графиков последовательно (снизу вверх) нанесены линии полного КПД турбины (мощность на валу турбины), механических, дисковых и объемных потерь.

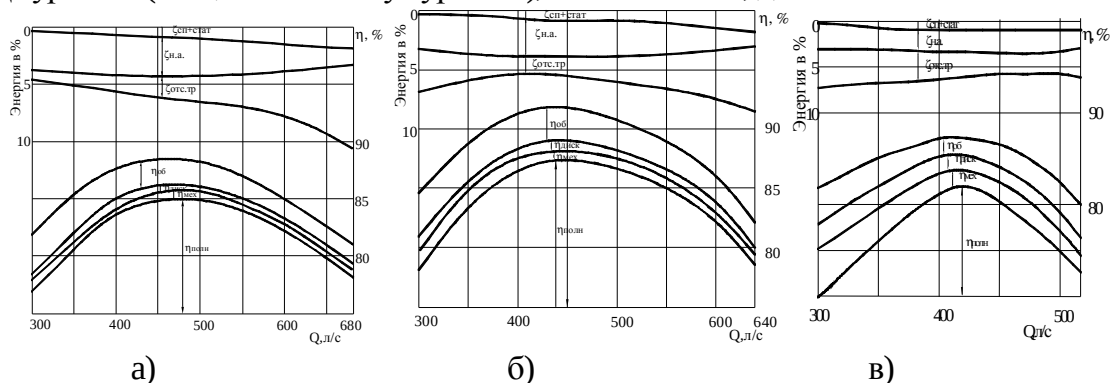


Рис.8 – Баланс энергии турбины при $n_1' = 50$ (а), $n_1' = 60$ (б), $n_1' = 70$ (в)

Проведя анализ полученных характеристик, можно сделать некоторые выводы:

1. Суммарная энергия, теряемая в подводе, меняется очень незначительно с изменением режима работы турбины и составляет практически во всей исследованной зоне $Q_1' - n_1'$ 3-4% от полной энергии потока. Максимальные потери энергии в подводящих устройствах лежат в области максимальных значений КПД турбины (при $n_1' = const$) и уменьшается с ростом n_1' от 50 до 70 об/мин на величину, равную 1% (от значения 4,3% до 3,3%).
2. Потери энергии в отсасывающей трубе колеблются от 1 до 8% от полной энергии потока. Зона минимальных потерь энергии в отсасывающей трубе смещается с ростом n_1' от 50 до 70 об/мин со значения $Q_1' = 250$ л/сек к значению $Q_1' = 500$ л/сек
3. Максимальная доля потерь в общем балансе энергии падает на р.к. и составляет в исследовательской зоне работы турбины 2,5-20%.
4. Механические, дисковые и объемные потери растут с ростом n_1' и уменьшение расхода Q_1' . Наибольший вес среди этих потерь приходится на объемные потери, которые составляют 50-70% от общей суммы потерь этих трех видов в разных режимах работы турбины от 2 до 4% полной энергии потока.

Список литературы: 1. Барлит В.В. Гидравлические турбины Киев, Издательское объединение «Вища школа», 1977, 360с. (101-119). 2. Гутковский Е.В., Колтон А.Ю. Теория и гидродинамический расчет гидротурбин. М.-Л., «Машиностроение», 1974. 3. Смирнов И.Н. Гидравлические турбины и насосы. М., «Высшая школа», 1969. 4. Этинберг И.Э. Раухман Б.С. Гидродинамика гидравлических турбин. Л., «Машиностроение», 1978, 280с. (196-228) 5. Колычев В.О., Дранковский В.Э. Расчет гидродинамических характеристик направляющих аппаратов гидротурбин: Уч. пособие / НТУ «ХПИ», 2002. – 216с.(45-81) 6. Степанов Г.Ю. Некоторые современные задачи гидродинамики решеток турбомашин // Тр. Всесоюз. Межвузовск. Конф. По газотурбинным и комбинированным установкам. – 1972. – С.73-82. 7. Никитин И.М. Новый способ экспериментального определения гидравлических потерь энергии в направляющих аппаратах гидротурбин // Тр.ВНИИ- Гидромаша. – Вып.43.- М., 1972. –С.168-185 8. Справочник по гидротурбинам / Под ред. Н.Н. Ковалева. – Л.: Машиностроение 1984 9. Дейч М.Е., Зарянкин А.Б. Газогидродинамика: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергогазодинамика, 1984– 348с. 10. <http://turbine.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=31> 11.Самойлович Г.С. Гидроаэродинамика: Уч. для вузов.- М.: Машиностроение, 1980 12.Степанов Г.Ю.

Гидродинамика решеток турбомашин. – М.:Изд. физ-мат.лит., 1962 13.Топаж Г.И. Расчет интегральных гидравлических показателей гидромашин. –Л.: Изд. Ленингр.Ун-та, 1989. 14. Шерстюк А.Н., Зарянкин А.Е. Радиально-осевые турбины малой мощности.-М., 1976.-208с. 15.Колычев В.А., Дранковский В.Э., Мараховский М.Б. и др. Математическая модель сопротивления подводящей части радиально-осевой гидротурбины //Вестник ХГПУ.- Харьков.- 1999.-Вып.68. - С.35-44 16. Щапов Н.М. Исследование гидротурбин, Труды ВИГМ, Выпуск XXII, 1959

Поступила в редколлегию 22.03.2011

УДК 664.834.2

М. І. ПОГОЖИХ, докт. техн. наук, проф., зав. каф. ХДУХТ

М. М. ЦУРКАН, канд. техн. наук, доц. ХДУХТ

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ОБЛАСТІ РОЗМІЩЕННЯ МІСТКОСТІ З СИРОВИНОЮ В НВЧ-КАМЕРІ ДОСЛІДНОЇ СУШАРКИ

Розроблено методику визначення раціональної області розміщення місткості з сировиною в НВЧ-камері на основі калориметричних вимірювань.

Ключові слова: раціональна область, НВЧ-камера, калориметричні вимірювання

Разработана методика определения рациональной области размещения емкости с сырьем в СВЧ-камере на основе калориметрических измерений.

Ключевые слова: рациональная область, СВЧ-камера, калориметрические измерения

The method of determination of the rational region for place of capacity with raw material in MV-chamber is work out on the basis of the calorimetric measuring.

Key words: rational region, MV-chamber, calorimetric measuring

Постановка проблеми у загальному вигляді

Останнім часом в різних промислових галузях поширюється використання НВЧ-енергії. Зокрема в технологічних процесах пов'язаних з нагріванням та сушінням різноманітних матеріалів, у харчовій промисловості з тепловою обробкою та сушінням харчової сировини. Це диктується у першу чергу вимогами підвищення енергоефективності тепломасообмінних процесів як найбільш енерговмісних, до того ж цьому сприяє і подальший розвиток устаткування та пристроїв для генерації НВЧ-енергії.

Але максимальна енергоефективність таких процесів у першу чергу буде залежати від ефективного використання потужності НВЧ-генератора, що пов'язано як з його раціональним навантаженням, так і з геометричними формами НВЧ-камери та геометричними формами і координатами розміщення відповідного об'єкту в об'ємі камери. Це потребує визначених експериментальних досліджень у кожному конкретному випадку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Робота є продовженням циклу експериментальних досліджень процесів розсіювання енергії у термодинамічній системі, що являє собою певна харчова сировина, які проводяться в рамках наукової концепції, відповідно до якої процес сушіння являє собою еволюцію визначеної термодинамічної системи з деякого

початкового нерівноважного стану до стану рівноваги, що відповідає закінченню процесу [1]. Одним із видів впливу на термодинамічну систему на шляху до рівноваги є дія силового НВЧ-поля у вигляді теплоти, в яку перетворюється частина його енергії в діелектричному матеріалі.

Мета та завдання статті

Ця робота присвячена розробці методики та експериментальному визначенню області раціонального розміщення місткості з сировиною, яка зневоднюється у НВЧ-камері, як складовій частині та основного джерела енергії сушарки.

Виклад основного матеріалу дослідження

При проведенні будь яких експериментальних досліджень обов'язковою умовою є однозначність і повторюваність результатів. У даному випадку обов'язковою умовою є однозначність дії НВЧ-поля на об'єкт який досліджується. Для забезпечення сталих умов проведення досліджень процесів тепломасообміну з точки зору максимальної сталої потужності НВЧ-генератора та ефективного розсіювання НВЧ-енергії у матеріалі, необхідно визначити раціональне навантаження дослідної камери та раціональну область розташування дослідного зразка в об'ємі камери. Оскільки, параметри НВЧ-генератора, об'ємна потужність поля в камері, є складними функціями характеристик матеріалу що зневоднюється, зокрема, його діелектричної проникності, об'єму та геометричної форми, координат розташування.

У якості дослідної НВЧ-камери було обрано серійну побутову НВЧ-піч. Попередніми дослідженнями було визначено раціональне навантаження камери, що лежить в межах 0,2...0,4 кг.

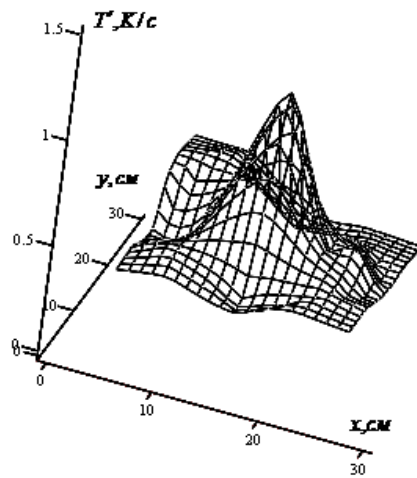
Методика проведення експериментів полягала у наступному. Водю кімнатної температури (20...21°C) наповнювали 5 місткостей циліндричної форми об'ємом 50 мл (загальна вага знаходиться в межах раціонального навантаження). За допомогою термопар вимірювали початкову середньооб'ємну температуру дослідних зразків T_0 (після попереднього перемішування). Місткості встановлювали на спеціальний координатний стіл у попередньо визначеному порядку, який змінювали при кожному циклі вимірів.

Координатний стіл з дослідними місткостями розміщували в НВЧ-камері і включали генератор (за фіксованого рівня потужності) на визначений час ($\Delta t = 10$ с). Далі знову вимірювали температуру зразків T і визначали різницю кінцевої та початкової температури $\Delta T = T - T_0$. Кожний вимір повторювали не менше 10 разів. За одержаними результатами обчислювали середню швидкість нагрівання кожного зразка в визначеній точці $T'_i(x_i, y_i)$

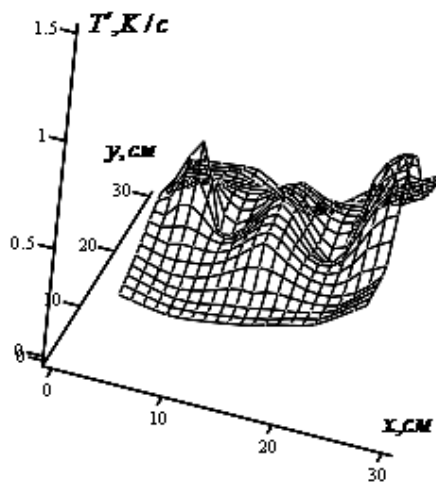
$$T'_i(x_i, y_i) = \frac{\Delta T_i}{\Delta t}, \quad (1)$$

де x_i, y_i – координати, відповідно, за шириною та глибиною камери.

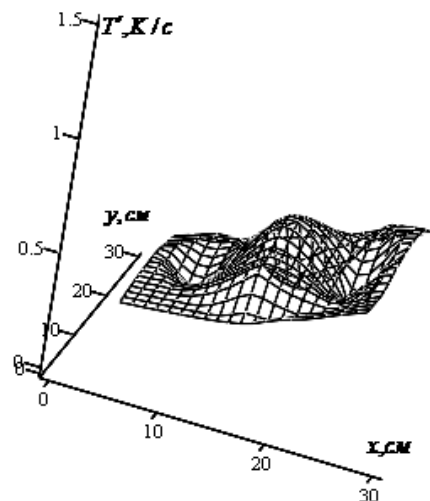
Виміри складались із трьох серій відповідно до розміщення координатного столу зі зразками за висотою камери, для нижнього, середнього та верхнього рівня. Для кожної серії проводились однакові цикли вимірів відповідно до координатного розміщення дослідних місткостей.



а)



б)



с)

Рис.1. Профілі поверхні швидкості нагрівання дослідних зразків для різних рівнів за висотою камери: а – нижній, б – середній, с – верхній

Для подальшого якісного аналізу профілі поверхні $T'_i(x_i, y_i)$ для кожного рівня розміщення координатного столу, відповідно до обчислених значень будувалися у графічному редакторі програмного пакету «Mathcad».

На рис. 1 зображені профілі поверхні швидкості нагрівання дослідних зразків $T'_i(x_i, y_i)$ для трьох рівнів за висотою НВЧ-камери.

Якісний аналіз одержаних поверхонь підтверджує теоретичні передумови, що НВЧ-поле в подібній камері резонансного типу досить неоднорідне і залежить від конфігурації розташування дослідних зразків в об'ємі камери. Але надані на рисунку 1 зображення вказують на наявність області в об'ємі камери з більш менш сталими значеннями швидкості нагрівання зразків. Умовна «вісь» цієї області за висотою знаходиться на середині висоти камери, за координатами вісі x на середині камери за шириною, вздовж вісі y за глибиною камери (рис. 1, б). Таким чином, можна припустити, що незалежно від конфігурації навантаження камери, ця частина її об'єму є найбільш раціональною

областю для розміщення місткості з сировиною в об'ємі НВЧ-камери з точки зору однозначності впливу НВЧ-енергії.

Висновки

Таким чином, в результаті проведених експериментальних досліджень було розроблено методику за якою визначено найбільш раціональну область розміщення місткості із сировиною в НВЧ-камері, що дозволить у подальших дослідженнях одержувати однозначні результати, щодо впливу НВЧ-поля на дослідні об'єкти.

Список літератури: 1. *Погожих М. І.* Наукові основи теорії й техніки сушіння харчової сировини в масообмінних модулях [Текст] : дис.... доктора техн. наук :, 05.18.12 : захищена 04.06.02 : затв. 15.10.02 / *Погожих М. І.* – Х., 2002. – 212 с.

Поступила в редколлегию 05.03.2011

УДК 628.5.66.002.09

І.І. КОРСАК, маг. НТУУ «КПІ», м. Київ

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ
ДИСПЕРГУВАННЯ РІДКОЇ ФАЗИ**

Досліджено складний рух течії рідини в конічному диспергаторі з урахуванням гідрофобності поверхні. Визначено вплив перфорації робочого елемента диспергатора на розподілення рідини.

Ключові слова: диспергатор, гранулоутворення, псевдозріджений шар.

Исследовано сложное движение жидкости в коническом диспергаторе с учетом гидрофобности поверхности. Изучено влияние перфорации рабочего элемента диспергатора на распределение жидкости.

Ключевые слова: диспергатор, гранулообразование, псевдосжиженный слой.

Investigated the complex motion of fluid in the conical disperser, taking into account the hydrophobicity of the surface. The effect of perforation of the working element on the distribution of the dispersant liquid.

Keywords: dispersant, granules, fluidized bed.

Вступ

Для створення кристалічно-аморфних сполук з розподілом компонентів на нанорівні, доцільно застосовувати зневоднення комплексних рідких систем у псевдозрідженому шарі. Основною умовою для досягнення таких процесів є умова формування рідкої фази на поверхні зернистого матеріалу у вигляді тонкої плівки. В цьому процесі визначальним є спосіб введення рідкої фази.

В залежності від способу введення рідкої фази і наявності вертикальної направленої циркуляції зернистого матеріалу в псевдозрідженому шарі, може здійснюватись два механізми гранулоутворення: багат шарових капілярно-пористих структур за рахунок багатократної масової кристалізації мінеральних компонентів; твердих структур за рахунок агломерації дрібних частинок.

Останній механізм є небажаним, оскільки не дозволяє забезпечити рівномірне розподілення компонентів по всьому об'єму композиту і призводить до непередбачуваної зміни дисперсного складу частинок та до розбалансування процесу.

Попередніми дослідженнями встановлено, що підвищення щільності зрошення спричиняє зниження температури, що збільшує вірогідність утворення агломератів.

Краплі рідкої фази, які вводяться в дисперсну систему тверді частинки-газ, повинні бути щонайменше в 3 рази меншими за розмір мінімальних твердих частинок. В іншому випадку відбувається спонтанне утворення агломератів.

Авторами [1, 2, 3] проводились дослідження механічних дискових диспергаторів для розпилювання рідких систем в розпилювальних сушарках. При

цьому розмір крапель визначався швидкістю випаровування розчинника в області активного теплообміну. При цьому лінійна швидкість ротора підтримувалась $w_{\text{л}} \geq 130$ м/с. Тому дослідження роботи диспергатора механічного типу для введення рідкої фази при одержанні твердих органо-мінеральних композитів з пошаровою структурою є актуальним.

Мета роботи

Перевірити фізичну і математичну модель руху рідини в конічному диспергаторі та оцінка впливу перфорації диспергатора на розподіл маси по довжині диспергатора.

Постановка задачі

Моделювання складного руху течії рідини по пласкому диску з вертикальним розташуванням осі обертання наведено в роботі [1]. При застосуванні таких диспергаторів рідка фаза вводиться через невеликий об'єм зони диспергування, що призводить до спонтанної агломерації твердих частинок в псевдозрідженому шарі і припинення процесу гранулоутворення в цілому.

Для зменшення товщини плівки рідкої фази доцільно застосовувати диспергатори конічного типу. Окрім того за рахунок перфорації бічної поверхні можна суттєво збільшити об'єм зони диспергування, тобто зменшити об'єм питомого навантаження за вологою і, відповідно, зменшити вірогідність агломерації.

Моделювання течії рідини по конічному робочому елементу наведено в роботі [4]. Схема дії сил в конічному диспергаторі наведена на рис. 1.

На елементарний об'єм рідини масою dm , розташований на радіусі r , діє відцентрова сила C , яка формує силу P , що зумовлює рух рідини вздовж поверхні диспергатора та сила опору T , що направлена в протилежну сторону:

$$P + T = 0 \quad (1)$$

Відповідно сила P , що діє вздовж чаші диспергуючого органу:

$$P = C \sin \beta = \omega^2 r dm \sin \beta, \quad (2)$$

де C – відцентрова сила, $C = \omega^2 r dm$.

Сила опору визначається:

$$T = dt dS = 2\pi r d\tau dl, \quad (3)$$

де dS – елементарна поверхня, м^2 ; $dS = 2\pi r dl$; 2β – кут конусності розпилювача, град; dm – маса елемента рідини, кг; $dm = 2\pi r \rho dr dl$; $d\tau = v \rho \frac{dw}{dn}$ – дотична напруга; dl –

довжина елемента рідини, м; dr – товщина елемента рідини, м; v – кінематична в'язкість рідини, $\text{м}^2/\text{с}$; ρ – густина рідини, $\text{кг}/\text{м}^3$; r – розрахунковий радіус, м; ω – кутова швидкість обертання диспергатора, $1/\text{с}$.

Після підстановки значень P і T у рівняння (1) отримаємо:

$$\int_0^l d\tau = - \int_{r_m}^r \rho \omega^2 r \sin \beta dr. \quad (4)$$

Після інтегрування рівняння (4) відповідно:

$$\tau = -0,5 \rho \omega^2 \sin \beta (r^2 - r_m^2), \quad (5)$$

де r_m – радіус повітряної порожнини в диспергаторі.

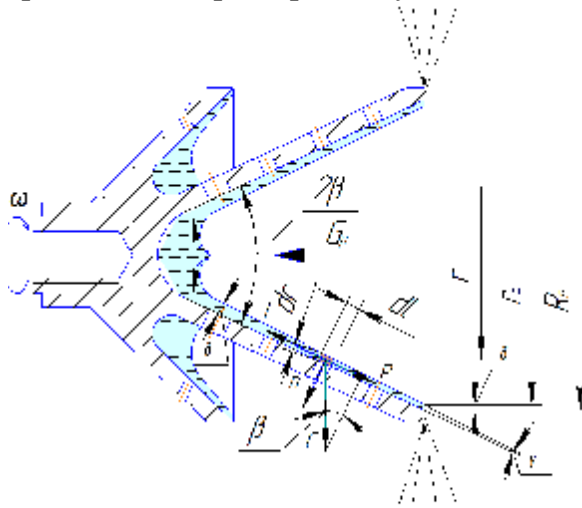
Підставивши τ в рівняння (5) та про інтегрувавши його отримаємо вираз для визначення швидкості руху плівки вздовж чаші диспергатора:

$$W = \frac{\omega^2}{6v} \sin\beta (R_n^3 - 3R_n r_m^2 + 3r_m^2 r - r^3) \quad (6)$$

де R_n - радіус чаші диспергатора.

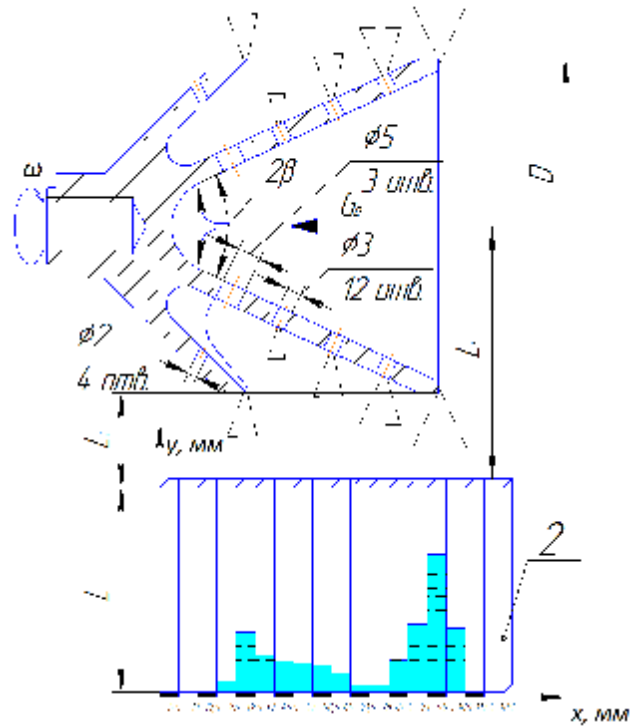
Приймаємо, що біля стінки диспергатора, тобто при $r_m = R_n$, миттєва швидкість рівна нулю.

Радіус повітряної порожнини r_m в диспергаторі може бути визначений із рівняння витрати розчину:



G_p – об'ємна витрата рідкої фази, $\text{м}^3/\text{с}$

Рис. 1 – Схема руху рідини по конічному диспергаторі



1 – механічний диспергатор конічного типу; 2 – касета

Рис. 2 – Схема для визначення масового розподілення

$$Q = \int_{r_m}^R 2\pi r W \cos\beta dr. \quad (7)$$

Після відповідних перетворень, та враховуючи що $\delta = R_n - r_m$, мала у порівнянні з R_n , отримаємо значення середньої та повної швидкості частинок рідини відповідно:

$$W_{cp} = \frac{Q}{\pi(R_n^2 - r_m^2) \cos\beta}, \quad (8)$$

$$W_c = \sqrt{0,25\omega^2 (R_n + r_m)^2 + W_{cp}^2}. \quad (9)$$

Якщо рідина виходить з розпилювача у вигляді струменів траєкторія руху цих струменів внаслідок в'язкості рідини має форму спіралі. Умова переходу струминного режиму до плівкового характеризується нерівністю:

$$\frac{G^2 v^{0.34} \omega^{1.2}}{\rho^{0.23} (2R)^{1.37} \sigma^{1.77}} > 0.197 \left(\frac{\pi}{30}\right)^{1.2}, \quad (10)$$

де σ – коефіцієнт поверхневого натягу рідини, Н/м; G – масова витрата рідини,

кг/с.

Для визначення максимального діаметра утворених основних крапель, виходячи з умови рівності діючої на крапельку відцентрової сили і сили поверхневого натягу σ , автори [1, 2] пропонують застосувати залежність:

$$d_k = \frac{c}{\omega} \sqrt{\frac{\sigma}{R\rho}}, \quad (11)$$

де d_k – діаметр крапель, м; c – константа ($1,9 \div 4,6$). Встановлено, що c мало залежить від профілю диспергатора.

Для другого конусу проводимо аналогічні розрахунки.

Експериментальні дослідження

Для перевірки фізичної та математичної моделей були проведені експериментальні дослідження. Одночасно експериментально визначалось масове розподілення рідини вздовж вісі обертання диспергатора.

Досліди проводились на конічних диспергаторах виготовлених з фторопласту з гідравлічно гладенькою, гідрофобною поверхнею. Кут при вершині конуса становив $2\beta = 50^\circ$, відношення висоти до діаметра конуса $h/D = 1$ (рис. 2). Лінійна швидкість крайки диспергатора $w_d = 8 \div 11$ м/с. В якості модельної рідини використовувалась робоча гетерогенна рідина при температурі 20°C , об'ємні витрати якої змінювались в межах $G = 0,5 \div 2,2 \cdot 10^{-6}$ м³/с.

Схема виміру масового розподілення рідини для двох типів диспергаторів із суцільною та перфорованою бічною поверхнею наведена на рис. 2. Візуальне спостереження за процесом розпилення двох конічних диспергаторів відбувалась при фіксації факелу за допомогою стробоскопа СШ-2.

При роботі диспергатора з фторопласту, з гідравлічно гладенькою, гідрофобною поверхнею спостерігається утворення виражених струменів, максимальний розмір крапель до 250 мкм.

Порівняння розподілення крапель за розмірами наведено на рис. 3 і показує розбіжність не перевищує 10%.

В діапазоні зміни параметрів не спостерігалось плівкового режиму диспергування, що суперечить умові (10).

Наведені дослідження підтверджують положення фізичної моделі і зумовлюють доцільність введення додаткового коефіцієнту у вираз (11), який би враховував характеристики поверхні диспергатора та її гідрофобність.

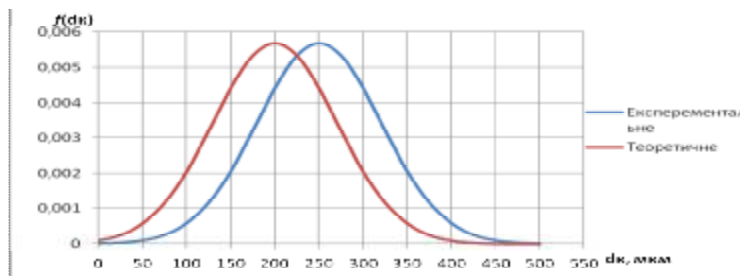
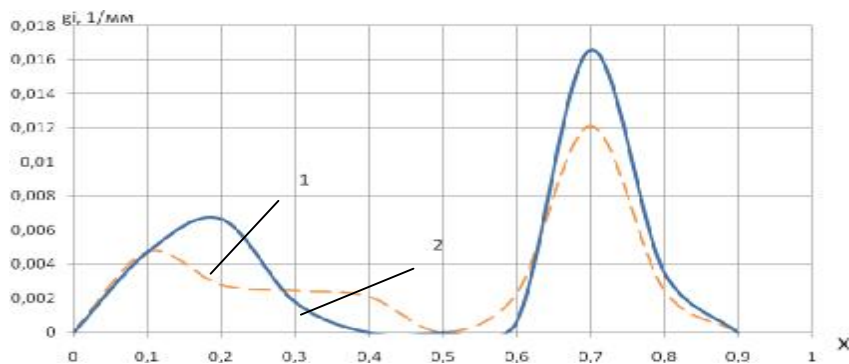


Рис. 3 – Розподілення крапель за розмірами

Щільність масового розподілу рідини по приведеній довжині диспергатора з фторопласту наведено на рис. 4.



$$G = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}; w_{\text{д}} = 9 \text{ м/с}$$

1 – суцільний диспергатор; 2 – перфорований диспергатор

Рис. 4 – Щільність розподілу маси рідини по довжині зони диспергування

У випадку суцільного диспергатора, коли диспергування здійснюється тільки через його крайку, інтенсивність зрошення спостерігається в діапазоні 0,5 приведеної довжини диспергатора з максимумом $g_i = 0,0164 \text{ 1/мм} \cdot \text{с}$ (рис.4).

У випадку перфорованої поверхні з коефіцієнтом живого перетину 2% діапазон розподілу збільшився майже в 2 рази до 0,8 приведеної довжини при одночасному зменшенні максимальних значень $g_i = 0,012 \text{ 1/мм} \cdot \text{с}$.

Висновки

Проведені експериментальні дослідження підтвердили положення фізичної та математичної моделей диспергування рідини конічним диспергатором. У випадку гідрофобних поверхонь диспергатора доцільно застосовувати їх з шорсткою перфорованою бічною поверхнею, що дозволить зменшити питоме навантаження на периметр диспергатора при одночасному збільшенні зони зрошення. Остаточну перевірку результатів досліджень доцільно провести в умовах реального експерименту одержання азото-кальцієво-гумінових багатошарових композитів на діючій пілотній установці.

Список літератури: 1. Пажжи Д. Г. Галустов В. С. Основы техники распыления жидкостей. – Москва: Химия, 1984. – 256 с. 2. Соколов В. Н., Яблокова М. А. Аппаратура микробиологической промышленности. – Ленинград: Машиностроение, 1988. – 278 с. 3. Ликов М. В., Леончик Б. И. Распылительные сушилки. – Москва: Машиностроение, 1966. – 334 с. 4. Дитякин Ю. Ф. Распыление жидкостей. – Москва: Машиностроение, 1977, 208 с.

Поступила в редколлегию 13.03.2011

УДК 539.3:004.942

В.Т. СМЕТАНИН докт. сельхоз. наук, проф., зав. кафедрой
Днепропетровский государственный аграрный университет

ЦЕЛЕВОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННЫХ СТРУКТУР В КУЛЬТУРНЫХ СТАДАХ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Представлены результаты формирования линии свиней с помощью иммуногенетических маркеров для сохранения разнообразия аллелофонда популяции.

Ключевые слова: популяция, аллелофонд, селекция.

Представлені результати формування лінії свиней за допомогою імуногенетичних маркерів для збереження різноманітності аллелофонда популяції.

Ключові слова: популяція, аллелофонд, селекція.

The results of the formation of lines of pigs are presented using immunogenetic markers for the preservation of diversity of alleles' fund for population.

Key words: population, alleles' fund, selection.

Введение

Современный этап племенной работы с сельскохозяйственными животными осложняется следующими негативными моментами, имеющими место в последние годы. Во-первых, нарушен контроль за генетическими потоками племенных ресурсов – купля-продажа животных осуществлялась хозяйствами стихийно; во-вторых, значительное снижение поголовья привело к потере ряда ценных в племенном отношении животных; в-третьих, относительная легкость приобретения животных европейской и мировой селекции привела к тому, что в Украину было завезено некоторое количество представителей пород и линии, животные которых плохо адаптированы к реальным условиям наших хозяйств, биогеохимической ситуации в них и климату. Использование искусственного осеменения и принципы модальной селекции в значительной степени консолидировали генофонды популяций, чем сузили их генетическую изменчивость.

В этих условиях весьма важно сохранять существующие локальные породы, несущие генетические комплексы коадаптации к конкретным экологическим и технологическим условиям и обеспечивающие генетическое разнообразие видов. Настоящая проблема приобретает все большее значение и определена ФАО как одна из глобальных проблем человечества на XXI век [1, 2]. Вместе с тем, относительная малочисленность локальных популяций ставит вопрос о методах работы с ними по сохранению генетической изменчивости. Требуется специальная селекция по формированию генофонда популяции и стратегия подборов, позволяющие планировать и получать ожидаемые генетические комбинации у потомков на протяжении нескольких поколений без потери качества и приспособленности. Возникает необходимость в объективной характеристике и разработке новых методов оценки генофондов разводимых животных, их изменений и генетических процессов, происходящих на различных этапах селекции.

В Днепропетровской области путем длительной племенной работы (более 50 лет) с использованием сложного воспроизводительного скрещивания крупной белой породы свиней, беркширов и ландрасов с применением различных степеней инбридинга и жесткой браковки создана высокопродуктивная популяция свиней селекции ДСХИ, широко используемая как для скрещивания с крупной белой породой, так и для разведения «в себе». ООО «Луговское» Солонянского района является племенным репродуктором по разведению этих животных. Эта группа животных определена как составная часть украинской мясной породы свиней, хотя по истории создания, генеалогии и формально

рассчитанной «кровности», а также оценке ее генофонда по эритроцитарным антигенам и микросателлитным локусам ДНК, она совершенно самостоятельная популяция с признаками локальной [3, 4,].

Методика исследований

При изучении генофонда свиней селекции ДСХИ по эритроцитарным антигенам групп крови, были обнаружены особи с малораспространенными аллелями в некоторых локусах. Поэтому для увеличения концентрации этих генов в популяции было предложено сформировать отдельную линию с повышенной частотой встречаемости редких аллелей. Использование представителей такой линии для скрещивания со свиньями традиционных генотипов позволило бы получать прогнозируемый уровень гетерозиготности у потомков, реализующийся через эффект гетерозиса.

Целевой генотип по трем локусам эритроцитарных антигенов был предложен следующий: Faa, Gaa, Каа. Допускалась также гетерозиготность по этим аллелям в одном или нескольких локусах, но такие генотипы были менее желательны. Методика работы предполагала не абсолютизировать иммуногенетические показатели, а отбирать особей с нужными генотипами из прошедших зоотехнический отбор, имеющих уровень продуктивности по репродуктивным качествам и скорости роста не ниже I класса требований бонитировки. В то же время обращалось внимание, что особенная, рекордная продуктивность не давала животным преимуществ для отнесения их в новую линию. Из отобранных животных были составлены подборы на увеличение в генофонде потомства концентрации аллелей F^a, G^a, H^a, и K^a. Работа проводилась на протяжении двух поколений после «исходного». А полученный приплод с целевыми генотипами был отнесен к новой линии.

Результаты исследований

Проведенные исследования показали, что в результате селекционной работы значительно изменилась аллельная композиция в генофонде F- и K- локусов эритроцитарных антигенов (табл., $\overline{H^*}$ - средний уровень гетерозиготности на особь). Частота селекционируемых аллелей в них F^a и K^a увеличилась за два поколения у новой линии в 11,9 и 1,7 раза соответственно. А концентрация аллеля F^a в сравнении со всей исходной популяцией 1983 года – еще больше – в 19,9 раза.

Благодаря изменениям генофонда в отцовской линии еще больше увеличилось ее различие с генофондом крупных белых свиней, которое составило по гену K^a – 3,6 раза, а по F^a превысило 120 раз. Следует отметить, что более заметные изменения произошли за первое поколение, и это объяснимо, так как выявленные и отобранные особи с целевыми генотипами достаточно эффективно реализуют свои аллели при однородных подборках в следующем поколении.

Естественно, что изменения концентрации аллелей в первом и втором поколениях повлекли за собой и перестройку генофонда по частоте генотипов в линии относительно исходной группы свиней. Следует отметить, что по селекционируемым локусам F и K заметно возросло количество гетерозиготных генотипов относительно исходных генераций и сравниваемых популяций. Так,

встречаемость гетерозигот Fab в F₁ и F₂ относительно исходной популяции 1983 года увеличилось в 13,7 и 12,3 раза соответственно.

Таблица - Изменение частоты генотипов, концентрации генов и уровня гетерозиготности у свиней под воздействием селекционного давления

Генотипы, аллели	Популяции					
	КБ, по [5]	Мясные типы, по [5]	селекции ДСХИ			
			исходная [3]	отцовская линия		
				стартовая	F ₁	F ₂
Fab	0,1	14,7	6,2	10,3	84,8	76,2
Fbb	99,9	85,3	93,8	89,7	-	-
Faa	-	-	-	-	15,2	23,8
Gab	42,2	48,3	40,6	41,1	32,6	35,7
Gbb	50,2	37,2	48,4	51,7	54,4	54,8
Gaa	7,5	14,3	10,9	6,9	13,0	9,5
Kab	33,3	24,6	28,1	31,0	52,2	47,6
Kbb	57,9	57,6	42,2	41,3	-	-
Kaa	8,4	12,8	28,1	27,4	45,7	50,0
K-/-	0,4	5,0	1,6	-	2,1	2,4
H-/-	51,1	52,8	35,9	48,3	84,8	92,9
Ha/-	48,8	47,2	64,1	51,7	4,3	-
Haа	-	-	-	-	10,9	7,1
Fa	0,005	0,074	0,031	0,052	0,576	0,619
Fb	0,995	0,926	0,969	0,948	0,424	0,381
Ga	0,286	0,385	0,313	0,276	0,293	0,274
Gb	0,714	0,615	0,687	0,724	0,707	0,726
Ka	0,204	0,204	0,435	0,431	0,717	0,738
Kb	0,600	0,565	0,563	0,569	0,261	0,238
K-	0,196	0,231	0,002	0,000	0,022	0,024
Ha	0,285	0,245	0,400	0,741	0,130	0,070
H-	0,715	0,755	0,600	0,259	0,870	0,930
$\overline{H^*}$	0,3465	0,3916	0,3660	0,3431	0,3866	0,3495

Выводы

Проведенные исследования показали несколько интересных закономерностей, проявившихся при активном преобразовании генофонда формируемой линии.

Во-первых, несмотря на выраженный достаточно однородный отбор маркерных аллелей, в формируемой линии не снизился уровень гетерозиготности (даже в селекционируемых локусах).

Во-вторых, норма реакции изменений генофонда в различных локусах была не одинаковой, хотя к ним и применялись одинаковые методы селекции (равный вектор отбора).

В-третьих, подтверждается эволюционный аспект: все наши воздействия на популяции вызывают противодействие естественного отбора, который через различные механизмы увеличивает гетерозиготность особей, стремясь держать

популяцию в равновесном состоянии по закономерности Кастла – Харди – Вайнберга.

Список литературы: 1.Алтухов, Ю. П. Генетические процессы в популяциях [Текст]: изд. третье, перер. и дополн./ Ю. П. Алтухов– М.: ИКЦ “Академкнига”. – 2003. – 431с. 2.Учебный пакет. Состояние мировых генетических ресурсов животных. Поддержка развития Доклада страны при подготовке первого Доклада по Состоянию Мировых генетических Ресурсов животных. – FAO, 2001. – (без нумерации с.). 3.Сокрут, В. И. Генетические особенности свиней селекции Днепропетровского СХИ по группам крови [Текст] / В. И. Сокрут, В. Т. Сметанин, С. П. Безенко // Свиноводство. – К.: Урожай, 1986. – № 42. – С. 30-34. 4.Сметанин, В. Т. Генофонд многоплодных маток свиней селекции ДСХИ по микросателлитным локусам ДНК, выявленным при помощи ISSR-PCR [Текст] / В. Т. Сметанин, А. И. Кузьменко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2004. – № 4. – С. 69-71. 5.Безенко, С. П. Генетико-популяционные характеристики свиней по группам крови. [Текст] / С. П. Безенко // Породы свиней: ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1980. – С.133-148.

Поступила в редколлегию 11.03.2011

УДК 537.31:57.043

В.А. ШИГИМАГА, канд. сельхоз. наук, ст. н. с., зав. лабораторией
репродуктивной биологии Институт животноводства, пгт. Кулинич
Ю.Е. МЕГЕЛЬ, доктор техн. наук, проф., зав. каф.
Национальный технический университет сельского хозяйства
им. П. Василенко г.Харьков,

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ ООЦИТОВ И ЭМБРИОНОВ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Предложен метод определения проводимости 0,3М маннита, ооцитов и двухклеточных эмбрионов под действием импульсного электрического поля при различной температуре. Получена обратная зависимость напряженности электропробоя мембран клеток от температуры среды.

Ключевые слова: проводимость, температура, ооцит, эмбрион, электропробой

Запропоновано метод визначення провідності 0,3М маніту, ооцитів та двохклітинних ембріонів під дією імпульсного електричного поля при різній температурі. Отримана зворотна залежність напруженості електропробою мембран клітин від температури середовища.

Ключові слова: провідність, температура, ооцит, ембріон, електропробій

The method of conductivity determination of 0,3M mannitol, oocytes and two-cell embryos under action of the impulse electric field at different temperature is suggested. Inversely association of electro-breakdown field strength of cell membranes with the temperature is obtained.

Keywords: conductivity, temperature, oocyte, embryo, electric breakdown

Введение

В технологии клонирования животных для реконструкции эмбрионов широко применяется метод электрослияния. Он основан на известном явлении пробоя мембран в импульсном электрическом поле [1]. Электрослияние клеток обычно проводят в диэлектрических средах, таких, как маннит или различные

сахара [2,3], чтобы свести к минимуму влияние проводимости среды на электропроводящие свойства клетки. При этом важно подобрать оптимальные технологические параметры слияния для различных клеток [3]. Несмотря на то, что основной механизм влияния температуры среды на состояние мембраны клетки известен [4,5], углубленное исследование этого варьируемого технологического параметра, практически не проводилось. Исследовать влияние температуры среды на клетку удобно по изменению ее проводимости, а критерием этого целесообразно выбрать напряженность электропробоя мембраны, поскольку при электрослиянии пробивается место контакта мембран сливаемых клеток, т.е. мембрана может служить своеобразным "датчиком" влияния температуры среды. В качестве простого и недорогого модельного объекта исследования можно взять ооциты и эмбрионы мыши. В предыдущих исследованиях [6,7] установлено, что проводимость этих объектов связана с параметрами импульсного напряжения, которое прикладывается к их мембране. В связи с этим целью работы было исследование проводимости этих клеток в импульсном электрическом поле в зависимости от температуры диэлектрической среды. Полных аналогов исследования проводимости и электропробоя мембран эмбриональных и половых клеток животных в импульсном поле в разных условиях диэлектрической среды в доступной литературе авторами не обнаружено. Поэтому в контексте вышеизложенного такая работа становится актуальной.

Метод определения проводимости

Определение проводимости клеток и диэлектрической среды, в качестве которой был взят 0,3М маннит (SIGMA) на деионизованной воде, проведено с помощью аппаратуры и способа, разработанных и подробно описанных ранее [6-8]. Объекты исследования располагались в капле на предметном стекле микроскопа между двумя соосными микроэлектродами и подвергались воздействию линейно возрастающего по амплитуде импульсного напряжения. Вначале определена проводимость маннита при разной температуре в импульсном поле с возрастающей напряженностью, затем при таком же воздействии определены проводимости клеток при разных температурах в среде маннита. В качестве критерия влияния температуры среды на проводимость клеток была взята напряженность поля в момент электропробоя клеточной мембраны. Значение этой величины вычислялось графоаналитическим способом в области резкого роста зависимости проводимости клетки от напряженности [9]. Вычисленные напряженности пробоя мембран клеток с целью сравнения нанесены на один график в зависимости от температуры маннита. Все вычисления и построение графиков выполнены с помощью программного пакета Microsoft Excel 2002. В экспериментах использованы ооциты и двухклеточные эмбрионы мыши, полученные по стандартной методике [10].

Результаты исследования

Установлено, что проводимость 0,3М маннита практически не зависит от напряженности поля в диапазоне 0-3,5 кВ/см при всех исследованных температурах. В то же время его проводимость растет с температурой при любой напряженности из указанного диапазона, рис.1.

Температурная зависимость проводимости 0,3М маннита линейно аппроксимирована с наклоном 0,18 мкСм/см·°С. Это свидетельствует о том, что увеличение температуры даже при одновременном росте напряженности поля не приводит к электростимулируемой диссоциации маннита в водном растворе, т. е. он в этих условиях остается хорошим диэлектриком. Общий вывод можно сделать такой. Температурная зависимость проводимости 0,3М маннита подчиняется обычному закону для жидких диэлектриков при достаточно низкой напряженности поля [11] со средним коэффициентом около 2,5%/°С. Кроме того, при 5-кратном увеличении температуры проводимость маннита растет всего вдвое и это можно считать несущественным в сравнении с проводимостью клетки

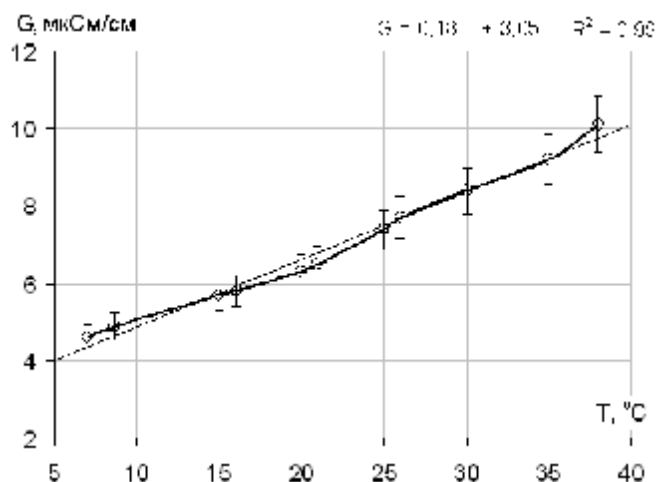


Рис. 1 - Проводимость 0,3М маннита в зависимости от температуры

Определены проводимости ооцитов и двухклеточных эмбрионов в зависимости от напряженности поля при разных температурах в 0,3М манните. На рис.2 и 3 показаны средние по 3 клеткам зависимости проводимости (за вычетом проводимости маннита) [12]. Максимальная ошибка средних не превышала 10% и, чтобы не загромождать графики, не приведена.

На рис.2 видно, что, начиная с температуры 17°C, все ооциты показали резкий рост проводимости при соответствующей напряженности, что отвечает электропробой мембраны. Напряженность пробоя ооцитов с ростом температуры среды уменьшается, причем, при 10°C пробоя не происходит совсем.

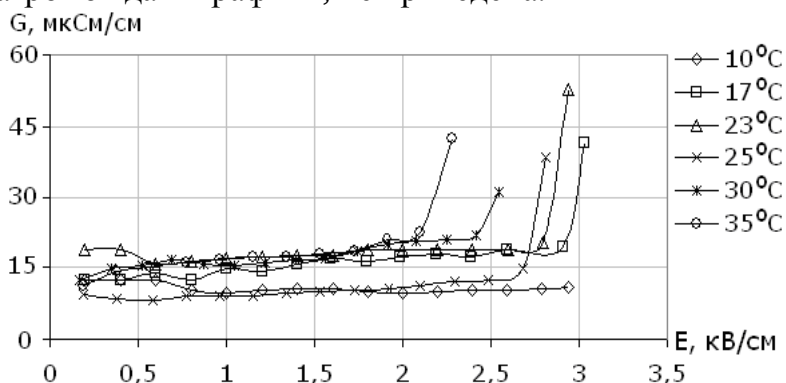


Рис.2 – Семейство температурных зависимостей проводимости ооцитов от напряженности поля в 0,3М манните

Одним из наиболее вероятных объяснений этому может служить то, что мембрана клетки представляет собой жидкокристаллическую структуру [5], липидные компоненты которой претерпевают фазовый переход между 10 и 17°C.

Ближе к 10°C липиды мембраны малоподвижны, ее лабильность незначительна [5,13] и, следовательно, пробой невозможен даже при максимальном значении напряженности поля. При охлаждении до температур ниже 10°C мембрана попросту "замерзает", приобретая свойства двумерного кристалла [5], поэтому при температуре ниже 10°C электрослияние клеток млекопитающих невозможно [3].

Проводимость эмбрионов так же, как и ооцитов, существенно зависит от температуры, но, в отличие от них, значения напряженности пробоя для эмбрионов несколько выше, рис.3. Скорее всего, это связано с размерами клеток, поскольку бластомеры эмбрионов, имея меньший диаметр, чем ооциты, пробиваются труднее последних [3].

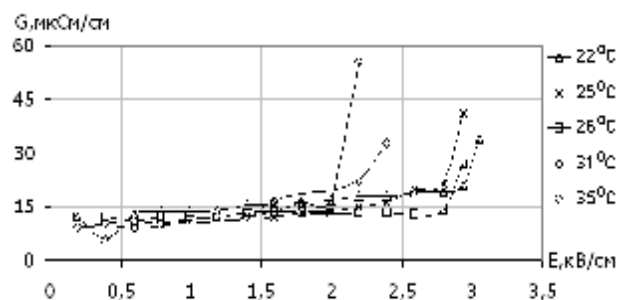


Рис.3 - Семейство температурных зависимостей проводимости двухклеточных эмбрионов от напряженности поля в 0,3 М манните

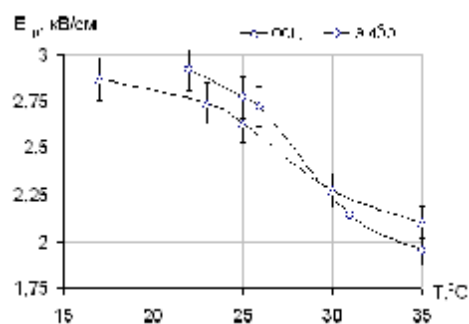


Рис.4 - Зависимость напряженности пробоя мембран ооцитов и эмбрионов от температуры в 0,3 М манните

Из температурных зависимостей проводимости клеток (рис.2,3) графоаналитическим методом [9] получены напряженности пробоя их мембран при соответствующих температурах и нанесены на общий график, рис.4.

Из рис.4 видно, что обе зависимости $E_{пр}(T)$ нелинейны и имеют точку перегиба, которая может означать существование оптимальной температуры среды для воздействия на клетку импульсным полем с целью пробоя. Эта температура приблизительно равна 27°C . Известно, что при температуре выше 30°C репарация электропор мембраны после обратимого пробоя ускоряется благодаря термолабильности [3]. Поэтому, несмотря на снижение напряженности пробоя с ростом температуры, электропоры затягиваются быстрее, чем пробиваются. При снижении температуры все происходит наоборот. Своеобразная конкуренция этих процессов и отображается на рис.4, где точка их равновесия является точкой перегиба. Повышение температуры приводит к увеличению подвижности липидов в мембране [4,5], а это непосредственно сказывается на стабильности пор, и, значит, на скорости их репарации. И наоборот, снижение температуры приводит к уменьшению подвижности липидов мембраны, что способствует повышению ее прочности, стабилизации образовавшихся пор и снижению вероятности разрыва (пробоя) [4,5,13].

Таким образом, влияние температуры среды на клетки во время действия на них импульсного поля приводит к существенному изменению напряженности пробоя мембраны, что можно использовать для оптимизации различных технологий электроманипуляции с клетками.

Автор благодарит ст.н.с. Смольянинову и н.с. Колесникову А.А. за помощь

в работе с клетками.

Выводы

1. Температурная зависимость проводимости 0,3М маннита подчиняется линейному закону с коэффициентом 2,5%/°C.

2. Проводимость ооцитов и двухклеточных эмбрионов мыши нелинейно зависит от температуры, которая связана с напряженностью электропробоя мембраны клеток обратной зависимостью.

Список литературы: 1. Чайлахян Л.М. Электростимулируемое слияние клеток в клеточной инженерии//Л.М.Чайлахян, Б.Н.Вепринцев, Т.А.Свиридова, В.А.Никитин //Биофизика.-1987.-Т.32.-№ 5.-С.874–887. 2. Chang D.C. Guide to Electroporation and Electrofusion/ D.C.Chang, B.M.Chassy, J.A.Saunders, A.E.Sowers -San Diego.-Academic Press, 1992.-581p.3. Zimmermann U. Electromanipulation of cells / U.Zimmermann, G.A.Neil.–N.Y.:CRC Press, -1996.-375p. 4. Антонов В.Ф. Биофизика мембран / В.Ф.Антонов //Соросовский образовательный журнал.-М.-1996. с.4-12. 5. Фазовые переходы липидов в мембранах/ Режим доступа : \www/URL: http://foroff.phys.msu.su/phys/med/kin/kt_03fa.pdf 6. Спосіб визначення провідності рідких середовищ: пат. 20187 Україна: G01R 27/22 / Шигимага В.О.; заявл.10.07.06; опубл.15.01.07, Бюл.№ 1.-Зс. 7. Шигимага В.А. Определение проводимости эмбриональных клеток животных /В.А. Шигимага //Проблемы бионики.-Харьков.-2003.-вып.59.-с.60-64. 8. Шигимага В.О. Апаратура для електрозлиття та вивчення провідності клітин/ В.О. Шигимага //Вісник ХДТУСГ. -Харків.-2001.-Вип.6.-с.386-389. 9. Шигимага В.А. Графоаналитические методы определения параметров необратимого импульсного пробоя мембраны клетки (ч.1) / В.А. Шигимага //Бионика интеллекта.–2007.– Вып.2 (67). – С. 84 – 87. 10. Манк М. Биология развития млекопитающих. Методы /Пер. с англ. под ред. М. Манк.- М.: Мир.-1990.- 406с. 11. Краткий справочник по химии /Под ред. Пилипенко А.Т.–Киев.-1987.-828с. 12. Шигимага В.А. Кондуктометрия клеток животных в средах с произвольной проводимостью/ Вестник НТУ «ХПИ»//Сб. трудов «Новые решения в современных технологиях».-Харьков:НТУ (ХПИ), 2010.-№57.-С.100-104.13. Глава 9. Биомембраны и биоэнергетика / Сайт о химии.- Режим доступа :\www/URL: <http://www.xumuk.ru/biologhim/136.html>.

Поступила в редколлегию 15.03.2011

УДК 642.58: 796.056

В. Г. ПАЩЕНКО, док. мед. наук, проф. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Л. І. СЕНОГОНОВА, ст. викл. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

А. С. СТАНОВИХІНА, магіст. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

СКЛАДОВІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ПРАВ СПОЖИВАЧІВ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ СУХИХ ХАРЧОВИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ СПОРТСМЕНІВ

У статті наведені дезультати аналізу складових забезпечення прав споживачів під час продажу продуктів спеціального призначення, надано рекомендації споживачам щодо їх придбання та споживання, з метою розробки програми ХАССП для підприємств-виробників. Ключові слова: сухі харчові суміші, захист прав споживачів, споживачі.

В статье приведены результаты анализа составляющих обеспечения прав потребителей при продаже продуктов специального назначения, даны рекомендации потребителям по их приобретению и потреблению, с целью разработки программы ХАССП для предприятий-изготовителей.

Ключевые слова: сухие пищевые смеси, защита прав потребителей, потребители.

The results of the analysis component of consumer rights in the sale of specialized products, and provided recommendations to consumers on its purchasing and consumption, with aim to develop a HACCP program for companies-producers.

Keywords: dry food mixes, consumer protection, customers.

1. Вступ

Однією з найважливіших умов забезпечення високого рівня функціонального стану спортсменів є раціональне збалансоване харчування з використанням спеціально спроектованих харчових продуктів, що надають регулюючу дію на рівень обміну речовин, функціональний стан і фізичну працездатність, запобігають виникненню аліментарно-залежних порушень [1, 2, 3].

На сьогоднішній день на вітчизняному ринку харчових продуктів для спортсменів широко представлена продукція як зарубіжних, так і вітчизняних виробників. Зарубіжні фірми позиціонують себе на українському ринку як виробники високоякісних препаратів, що використовують найновітніші виробничі технології, у той час як вітчизняні виробники намагаються конкурувати з зарубіжними марками за допомогою низьких цін на продукцію. Авторитет харчових продуктів для спортсменів закордонного виробництва знижується наявністю підробок та низькою якістю маловідомих виробників.

Нами досліджено ринок харчових продуктів для спортсменів та стан захисту прав споживачів, що на сьогодні є актуальним.

2. Постановка задачі дослідження

Захист прав споживачів в Україні регулюється Законом України «Про захист прав споживачів». Нажаль, на сьогоднішній день існують випадки порушення прав споживачів при реалізації товарів. На фоні погіршення стану здоров'я населення України, зниження якості життя, при різкому зниженні споживання біологічно цінних продуктів, низькому рівні культури харчування, на ринок України поставляється величезна кількість спеціальних харчових продуктів вітчизняних і зарубіжних виробників. Впровадження цих продуктів на ринок не завжди супроводжується об'єктивною інформацією про них, що викликає необхідність просвітительської діяльності як серед споживачів, так і серед фахівців.

3. Аналіз останніх досліджень

Дослідження в сфері створення нових і удосконалення сучасних технологій виробництва спеціальних харчових продуктів в спортивній практиці широко відображені в наукових працях багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених як Яковлев М.М., Покровський О.О., Рогозкін В.О., Пшендін А.І., Полієвський С.А., Рогов І.О., Смоляр В.І., Кулієнков О.С., Волков М.І., Смульський В.М., Олейник В.І., Суздальський Р.С., Тутельян В.О., Coleman E., Lemon P., Wilmore J., Williams M. і ін.

Таким чином, слід підкреслити, що оцінка стану забезпечення захисту прав споживачів при реалізації сухих харчових сумішей для спортсменів в Україні та розробка рекомендацій споживачам щодо придбання та споживання сухих харчових сумішей залишається актуальною, своєчасною та перспективною і передбачає подальші дослідження в даному науковому напрямі.

4. Цілі статті

В сучасному індустріалізованому суспільстві, яке пропонує великий вибір товарів та послуг, захист прав споживачів відіграє дедалі важливішу роль. Стаття 4 Закону України «Про захист прав споживачів» визначає право споживача на належну якість товарів [5]. Захист прав споживачів має під собою дві основи – забезпечуючи, по-перше, більш ефективне функціонування ринку, компенсується дисбаланс між споживачами та продавцями. Адже в більшості випадків споживачі – це інформаційно незаангажовані особи. По-друге, захист прав споживачів – це соціальне визнання права споживача на захист від небезпечних товарів та навмисних спроб продавців скористатись його слабшим положенням. Режимом захисту прав споживачів – такі, наприклад, як товарознавча експертиза товарів – також мають на меті захистити споживача від небезпечних помилок через брак інформації про якість та корисність продукту, який вони купують.

Тому нами було проведено оцінку стану забезпечення захисту прав споживачів при реалізації сухих харчових сумішей для спортсменів в Україні та розроблено рекомендації споживачам щодо придбання та споживання сухих харчових сумішей.

5. Основний матеріал

Захист прав споживачів в Україні регулюється Законом України «Про захист прав споживачів»[5]. На сьогоднішній день існують випадки порушення прав споживачів при реалізації товарів. Так, під час продажу продуктів спеціального призначення, поширеними є наступні порушення прав споживачів: відсутність документів, що підтверджують якість та безпечність; закінчення терміну придатності; невідповідність вимогам нормативних документів; порушення умов зберігання та умов продажу; відсутність доступної, достовірної інформації; відсутність маркування державною мовою та ін.

Найбільш поширеним порушенням прав споживачів, під час реалізації продуктів спеціального призначення для спортсменів зарубіжного виробництва, є відсутність маркування державною мовою, що значно порушує право споживача на отримання доступної інформації. Дуже часто не вказується вимогам якого нормативного документа, який чинний в Україні на аналогічну продукцію, відповідає товар.

Продавець повинен до придбання товару споживачем надавати повну, своєчасну та достовірну інформацію про товар.

Продукти спеціального призначення підлягають обов'язковій державній реєстрації. Державний контроль за якістю та безпечністю під час реєстрації було покладено з 1999 року на Національне агентство з контролю за якістю та безпекою продуктів харчування [6].

Необхідно відмітити ще одну проблему, яка має широке розповсюдження на ринку продуктів спеціального призначення в Україні. Це скарги споживачів на якість товарів, які доставляються кур'єрською доставкою і були придбані через мережу Інтернет. Має місце несумлінна реклама спеціальних харчових продуктів. При розміщенні реклами не враховується та обставина, що споживач не має спеціальних знань. Порушуються права споживачів щодо надання консультантами - продавцями повної, достовірної та своєчасної інформації, а саме: про порядок прийняття претензії; гарантійні зобов'язання та інші послуги.

Для того, щоб попередити купівлю неякісної продукції, споживачеві необхідно дотримуватись наступних рекомендацій.

Маркування продуктів спеціального призначення повинно бути позначено українською мовою. Кожна партія повинна супроводжуватися документом встановленої форми.

В разі придбання товарів іноземного виробництва слід звернути увагу на те, що продукція зарубіжного виробництва повинна супроводжуватися сертифікатом якості із чорною та синьою печаткою. Продукція вітчизняного виробництва – гігієнічним висновком із чорною та синьою печаткою, якісним посвідченням із синьою печаткою виробника.

Для того щоб зорієнтувати споживача у виборі необхідного продукту рекомендується при виборі сухих харчових сумішей для спортсменів керуватися наступними критеріями: основна харчова направленість (білкова, вуглеводна та

інше); наявність інформації про ефективність даного продукту у спортивному харчуванні [7, 8].

При купівлі сухої харчової суміші, яка щойно з'явилися на ринку необхідно впевнитися в обґрунтуванні рекомендацій та звернути увагу на наявність науково перевіреної інформації.

При необхідності прийому спеціальних продуктів для спортсменів спортсмен повинен проконсультуватися з компетентним фахівцем, таким як дієтолог або спортивний лікар, для того щоб одержати пораду, як можна одержати необхідні організмові речовини, вживаючи звичайну їжу.

6. Висновки

Визначено найпоширеніші порушення прав споживачів під час продажу продуктів спеціального призначення: відсутність документів, що підтверджують якість та безпечність; закінчення терміну придатності; невідповідність вимогам нормативних документів; порушення умов зберігання та умов продажу продукції; відсутність доступної, достовірної інформації; відсутність маркування державною мовою та ін.

Попередженню порушення прав споживачів під час реалізації продуктів спеціального призначення сприятиме проведення систематичних перевірок підприємств, що реалізують ці товари, вилучення з обігу небезпечних та неякісних товарів. Також, необхідне створення умов для здобуття споживачами потрібних знань з питань реалізації їх прав. У подальшому доцільною є розробка Правил роздрібної торгівлі продуктами спеціального призначення. Адже суцільно очевидним є те, що законодавче закріплення і стандартизація процесуальних та технологічних аспектів допомагає збалансувати відносини виробник-продавець-споживач.

Список літератури: 1. Рогозин В.А. Питание спортсменов / В. А. Рогозкин, А. И. Пшендин, Н. Н. Шишина – М. : ФиС, 1989. – 160 с. 2. Питание в системе подготовки спортсменов / [Смульский В. Л., Моногаров В. Д., Булатова М. М.] ; под ред. Смульского В. Л. – К. : Олимпийская литература, 1996. – 223 с. 3. Foods, nutrition and sports performance / Edited by C. Williams and J.T. Delvin. London, Glasgow, New York, Tokio, Melbourne, Madras: E and FM Spon. – 1992. – Р. 194. 4. Про захист прав споживачів. Закон України від 12 травня 1991 року №1023-12 (в редакції закону від 1 грудня 2005 року N 3161-IV). 5. Горелкина О. И. Коррекция энергетического метаболизма организма спортсменов пищевыми биоконкомпозитами / О. И. Горелкина, Н. Н. Даниярова // Питание и физическая работоспособность. – Л.: ЛНИИФК, 991. – С. 102-103. 6. Пшендин А. И. Рациональное питание спортсменов. Для любителей и профессионалов / А. И. Пшендин. – СПб. : «Олимп-СПб», 2003. – 160 с. 7. Викторов А. П. Взаимодействие лекарств и пищи / А. П. Викторов, В. Г. Передерни, А. В Щербак. – К. : Здоров'я, 1991. – 240 с.

Поступила в редколлегию 09.03.2011

СОДЕРЖАНИЕ

А.П. Мельник, О.М. Гетманцев Дослідження реакції одержання аміномодифіко-ваного воску	3
А.А. Савус, С.Н. Мольченко, И.Н. Демидов Извлечение жиров из отработанного адсорбента производства пищевых растительных масел	7
Т.Т. Носенко, А.О. Олексенко Дослідження ступеню окиснення соняшникової олії під час рафінації	9
В.С. Омельченко, Л.В. Кричковская Соіммобілізація амілолітичних ферментів – амілаз та глюकोамілаз на катіонактивних смолах КУ-2-8 для повного гідролізу крохмалю та декстринів	13
С.А. Петров, В.Б. Дистанов, А.Г. Белобров Компьютерный прогноз биологической активности производных оксазол-5-она как основа для поиска и оптимизации структур новых биологически активных веществ	17
В.В. Штамбург, А.А. Анищенко, В.Г. Штамбург, А.В. Плетенец, А.А. Хапатьяко, А.В. Мазепа Синтез 2-гидрокси-2(5'-метилфурил-2')-1-арилэтан--1-онов	21
В.И. Олевский Применение динамических характеристик для оценки несущей способности оболочек с несовершенствами	27
І.І. Білоконь, В.О. Ярута, Р.В. Сушилов, О.М. Ярута, І.П. Гречка Універсалізація вимірювань при визначенні якості деталей електродвигунів з гідрозахистом	32
В.А. Карпенко, И. М. Баранник Определения передаточных функций автомобильной шины в процессе движения автомобиля	40
М.М. Микийчук Достовірність контролю якості продукції на стадії виготовлення	44
К.І. Шишкевич Комплексна оцінка якості праці при складанні виробів	49
А.Г. Журило Некоторые вопросы становления металлургии юга России	52

А.І. Боркун, В.О. Занора Використання функціонально-вартісного аналізу для підвищення ефективності виготовлення виробів	62
А.Н. Горяинов Организация систем диагностирования на транспорте	68
Г. Я. Мозолевич, Ю. В. Чибісов Дослідження характеристик поїздопотоків Дніпропетровського залізничного вузла	72
С.Г.Чёрный Re-engineering component models для оптимизации трансформационных процессов в программном коде	78
А. М. Мезерний, Д. В. Кукленко Застосування концепції автоматизованої побудови специфікації вимог до процесу обліку та формалізації вимог до програмного забезпечення	82
А.Г. Чухрай, С.И. Педан Об одном подходе к разработке интеллектуальных компьютерных средств обучения	89
А.С. Юшко, Д.В. Кукленко Застосування технології WORKFLOW у розробці прототипу інформаційної системи управління великими заходами	94
Ю.А.Сахно, Е.Ю.Сахно, Я.В.Шевченко Построение структурной схемы модернизированной системы автоматического регулирования положения коленвала в гидростатической опоре	99
О.Я. Ніконов, В.Ю. Улько Побудова нелінійної математичної моделі електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів	108
А.Г. Ложковский, В.А. Каптур, О.В. Вербанов, В.М. Колчар Математическая модель пакетного трафика	113
О.С. Вахрушева Расчет баланса энергии высоконапорной гидравлической турбины	120
М. І. Погожих, М. М. Цуркан Визначення раціональної області розміщення місткості з сировиною в НВЧ-камері дослідної сушарки	128

І.І. Корсак	132
Математичне моделювання процесу диспергування рідкої фази	
В.Т. Сметанин	136
Целевое формирование внутрипопуляционных структур в культурных стадах для сохранения генетического разнообразия	
В.А. Шигимага, Ю.Е. Мегель	140
Метод определения проводимости ооцитов и эмбрионов в различных условиях диэлектрической среды	
В. Г. Пащенко, Л. І. Ссногонова, А. С. Становіхіна	145
Складові забезпечення захисту прав споживачів при реалізації сухих харчових сумішей для спортсменів	

Наукове видання

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"**

Збірник наукових праць

Тематичний випуск

"Нові рішення в сучасних технологіях"

Випуск №9

Науковий редактор докт. техн. наук, проф. Є. І. Сокол

Технічний редактор Т.Л. Коворотний

Відповідальний за випуск канд. техн. наук І. Б. Обухова

Обл.-вид. №55-11

Підписано до друку 19.04.2011. Формат 60х84/16 Папір офсетний.
Друк різнографічний. Ум.-друк. арк. 8. Зам. №9

Надруковано у видавництві "Технологічний центр"
вул. Новгородська, 3а, м. Харків, 61145
Тел./факс (057) 750-89-90