

УДК 537.58

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВЫХОДА ЭЛЕКТРОНА В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ p - Bi_2Te_3 - Sb_2Te_3 И n - Bi_2Te_3 - Bi_2Se_3 МЕТОДОМ КОНТАКТНОЙ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ

¹БАРХАЛОВ БАРХАЛ ШАБАН оглу²ИСМАЙЛОВ РАМИЗ МЕЗАХИР оглу³ИСМАЙЛОВА ХАДИДЖА ИКРАМ гызы

Сумгаитский государственный университет,

1-профессор, 2 доцент, 3-тьютор

bbarhal@mail.ru

Ключевые слова: работа выхода, пространственный заряд, поверхностные состояния, контактная разность потенциалов, электрохимическое травление

Термоэлектронным методом контактной разности потенциалов исследовано влияние обработки поверхности на работу выхода электрона для монокристаллов полупроводниковых твердых растворов p - Bi_2Te_3 - Sb_2Te_3 и n - Bi_2Te_3 - Bi_2Se_3 . Показано, что электрохимическое травление поверхности кристаллов приводит к изменению работы выхода электронов (РВЭ): для кристаллов p -типа Bi_2Te_3 - Sb_2Te_3 РВЭ увеличивается на 0,28 эВ, а для кристаллов n -типа Bi_2Te_3 - Bi_2Se_3 РВЭ уменьшается на 0,47 эВ. Эти изменения в значениях РВЭ объясняются изменением концентрации имеющихся на поверхности локальных образований, имеющих сродство к электрону.

Свойства поверхности полупроводников и границ раздела металл-полупроводник в значительной мере зависят от природы поверхностных электронных состояний и заряда, захваченного на поверхности или на границе раздела и формирующего область пространственного заряда [1].

Область пространственного заряда во многом определяет процессы протекания тока через границу раздела и, в конечном счете, свойства полупроводникового прибора. В свою очередь характеристики области пространственного заряда (величина и знак изгиба энергетических зон, скорость рекомбинации и др.) зависят от таких физико-химических свойств поверхности, как элементный состав, кристаллическая структура, электронное строение. В связи с этим контролируемое и целенаправленное управление свойствами границы раздела контактного материала с полупроводником возможно только при совместном изучении влияния характеристик области пространственного заряда на работу полупроводникового прибора и физико-химических свойств поверхности на параметры области пространственного заряда.

Одним из чувствительных методов обнаружения изменений поверхностного заряда является измерение работы выхода электрона: всякое изменение работы выхода связано с изменением условий на поверхности и полностью обусловлено соответствующими нарушениями равновесия в двойном поверхностном слое. Высокая чувствительность работы выхода к различным факторам, определяющим состояние поверхности кристалла, позволяет использовать ее для оценки состояния приповерхностных структур [2].

Для определения работы выхода электрона нами был выбран термоэлектронный метод контактной разности потенциалов [2-4]. Экспериментальная установка для проведения экспериментов была аналогична установке, подробно описанной в [5].

Измерения проводились в вакууме 10^{-3} Па. Пары в системе замораживали жидким азотом. После вакуумирования перед проведением измерений проводили активирование катода.

Исследовали работу выхода для полупроводниковых образцов как необработанных после резки из кристаллов на шайбы, так и образцов, поверхности которых после резки обрабатывали электрохимическим травлением.

В настоящей работе работу выхода электрона определяли термоэлектронным методом измерения контактной разности потенциалов - методом смещения характеристик.

Метод смещения характеристик (метод Андерсона) основан на снятии вольтамперных характеристик в области влияния пространственного заряда на термоэлектронный ток поочередно для двух коллекторов (анодов) из различных исследуемых материалов. При этом при строго одинаковой геометрии расположения коллекторов в обоих случаях имеет место параллельное смещение второй характеристики относительно первой на величину контактной разности потенциалов между материалами этих двух коллекторов. Зная работу выхода первого контрольного и исходя из экспериментально определенной таким образом контактной разности потенциалов можно найти работу выхода материала второго коллектора.

Необходимо отметить, что при различной геометрии электродов величина смещения характеристик будет равна контактной разности потенциалов или разности работ выхода двух коллекторов лишь при токе на коллектор, равном нулю. Поэтому даже в случае не параллельности ВАХ можно определить контактную разность потенциалов, экстраполируя величины из смещения при разных токах до нулевого значения тока.

Этим методом мы вначале определили контактную разность потенциалов между двумя коллекторами (тантал и никель), работа выхода которых известна.

Результаты этих измерений приведены на рис. 1. При снятии характеристик напряжение "задержки" подавали между коллектором и катодом. При этом $U_{\text{зк}}=6,5$ В; $I_{\text{н}}=3,0$ А; $U_{\text{н}}=4,4$ В. Экстраполируя зависимость величины напряжения смещения характеристик от силы тока до нулевого значения тока находим контактную разность потенциалов между никелем и танталом.

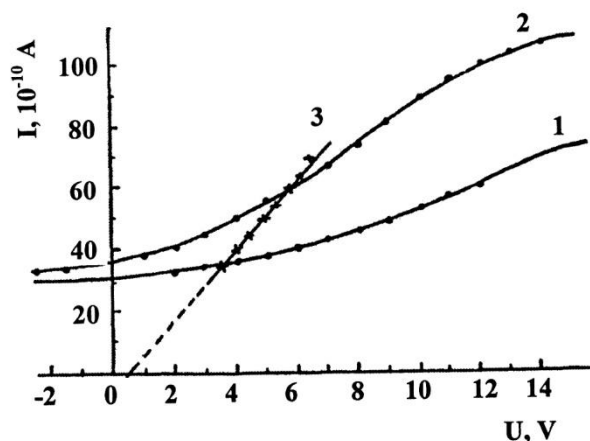


Рис. 1. ВАХ системы вольфрамовый катод - коллектор из Ta (1) или Ni (2) и зависимости между напряжением смещения характеристик и силой тока (3)

Как видно из рис. 1, она составляет $U_{\text{крп}} = \phi_{\text{Ni}} - \phi_{\text{Ta}} = 0,42$ эВ.

Сравнивая полученное из опыта это значение с разностью работ выхода этих элементов, приведенных в [2]: $\phi_{\text{Ni}} - \phi_{\text{Ta}} = 0,38$ эВ (при $\phi_{\text{Ni}} = 4,50$ эВ, $\phi_{\text{Ta}} = 4,12$ эВ) обнаруживаем хорошее согласие.

ВАХ для образцов $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ (р-тип) и $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ (п-тип) приведены на рис. 2. Там же приведена ВАХ опорного танталового коллектора.

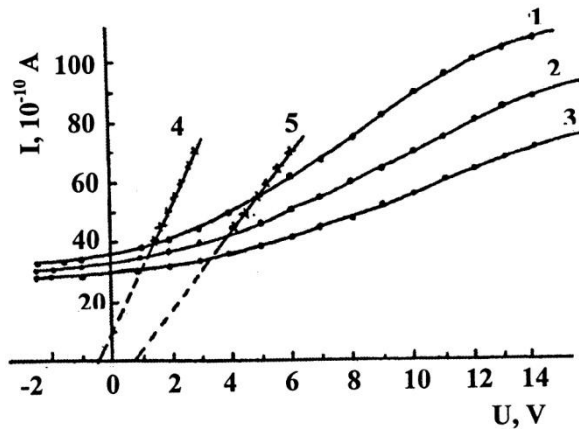


Рис. 2. ВАХ системы вольфрамовый катод - коллектор из Ta (1), полупроводник р-типа $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ (2) или п-типа $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ (3), поверхности которых не подвергались обработке; 4 и 5 - зависимости между напряжением смещения характеристик и силой тока для системы Ta / р- $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ и Ta / п- $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$, соответственно.

Из рис. 2 находим контактную разность потенциалов между полупроводником р-типа и танталом

$$U_{\text{крп}}^1 = \varphi_{\text{р-тип}} - \varphi_{\text{Ta}} = -0,40 \text{ эВ}$$

и между полупроводником п-типа и танталом

$$U_{\text{крп}}^2 = \varphi_{\text{п-тип}} - \varphi_{\text{Ta}} = 0,70 \text{ эВ}$$

Тогда работы выхода кристаллов $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ (р-тип) и $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ (п-тип) составят

$$\varphi_{\text{р-тип}} = \varphi(\text{Ta}) - U_{\text{крп}}^1 = 4,12 - 0,40 = 3,72 \text{ эВ} \quad (1)$$

$$\varphi_{\text{п-тип}} = \varphi(\text{Ta}) - U_{\text{крп}}^2 = 4,12 + 0,70 = 4,82 \text{ эВ} \quad (2)$$

Аналогичные измерения для образцов, поверхности которых были подвергнуты электрохимическому травлению (рис. 3), дают следующие результаты:

$$\varphi_{\text{р-тип}} = \varphi(\text{Ni}) - U_{\text{крп}}^1 = 4,50 - 0,50 = 4,00 \text{ эВ} \quad (3)$$

$$\varphi_{\text{п-тип}} = \varphi(\text{Ni}) - U_{\text{крп}}^2 = 4,50 - 0,15 = 4,35 \text{ эВ} \quad (4)$$

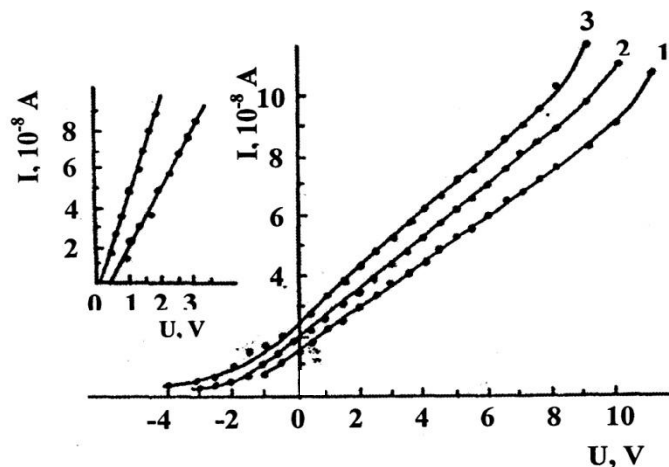


Рис. 3. ВАХ системы вольфрамовый катод - коллектор из Ni (1), полупроводники п-типа $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ (2) или р-типа $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ (3), поверхности которых подвергались электрохимической обработке. На вставке - зависимости между напряжением смещения характеристик и силой тока для системы и Ni / п- $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ (1) и Ni / р- $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ (2)

Анализ полученных результатов показывает, что электрохимическое травление поверхности кристаллов приводит к изменению работы выхода электронов (РВЭ): для кристаллов *p*-типа $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ РВЭ увеличивается на 0,28 эВ, а для кристаллов *n*-типа $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ РВЭ уменьшается на 0,47 эВ. Эти изменения в значениях РВЭ можно объяснить изменением концентрации имеющихся на поверхности локальных образований, имеющих сродство к электрону.

Для объяснения полученных результатов представим работу выхода электрона (РВЭ) как сумму двух слагаемых [6]:

$$\varphi = \varphi_s - \mu,$$

где φ_s - вклад в РВЭ электростатического барьера на границе металл-вакуум, μ - электрохимический потенциал (уровень Ферми) в объеме кристалла. Очевидно, что φ_s будет зависеть от свойств и процессов, происходящих на поверхности, тогда как является функцией только объемных характеристик кристалла. В обычных условиях, т.е. на воздухе поверхность полупроводника всегда покрыта слоем окислов. Кроме того на поверхности адсорбируются чужеродные - атомы или молекулы. Наконец, на поверхности всегда существуют структурные дефекты, возникающие в процессе скалывания и резки кристаллов - вакансии, атомы, сместившейся со своих законных мест в узлах в междоузлия. Все эти примесные и структурные нарушения могут служить источниками поверхностных состояний, энергетические уровни которых расположены в запрещенной зоне полупроводникового кристалла.

В процессе электроэрозионной резки кристаллов возможно появление дополнительных структурных нарушений в результате взаимодействия электрического разряда с обрабатываемым кристаллом, которые могут изменять его электрофизические свойства.

Исследование глубины и структуры нарушенного слоя на поверхности реза поэтапным травлением и рентгеновскими методами показало, что глубина нарушенного слоя для кристаллов $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ (*p*-тип) составляет ~ 30 мкм, а для кристаллов $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ (*n*-тип) - около 20 мкм.

В процессе электроэрозионной резки возможен также перенос материала электродов на поверхность разрезаемого кристалла подобно тому, как это происходит при электроискровом легировании [7-8]. Шаржированные таким образом в поверхностный слой кристалла частицы материала электрода (вольфрама) могут также служить локальными центрами, вносящими определенный вклад в спектр поверхностных состояний.

Таким образом, при всяком воздействии на поверхность кристалла и изменении состояния поверхности (спектра поверхностных состояний) будет изменяться лишь электростатическая составляющая РВЭ, т.е. изменение РВЭ при этом равно изменению электростатического барьера (поверхностного потенциала) φ_s , т.е. $\Delta\varphi = \Delta\varphi_s$.

Очевидно, что состоянием поверхности кристалла можно управлять, подвергая ее различным видам обработки и воздействий и таким образом управлять величиной поверхностного потенциала φ_s , а значит и работой выхода электрона φ .

Если на поверхности полупроводника *n*-типа после резки преобладают акцепторные поверхностные состояния, они будут захватывать электроны из прилегающей к поверхности объема кристалла и поверхность будет заряжена отрицательно.

Не будь поверхностных состояний, работа выхода для кристалла *n*-типа равнялась бы приблизительно величине электронного сродства χ . При наличии же поверхностных состояний (рис. 4, а) работа выхода увеличивается на величину поверхностного потенциала φ_s , т.е.

$$\varphi_n = \chi + \varphi_{ns}$$

Аналогичный спектр акцепторных поверхностных состояний, возникающий на поверхности кристаллов p -типа при идентичных условиях резки, будет захватывать дырки из объема кристалла и заряжаться положительно (рис. 4, б).

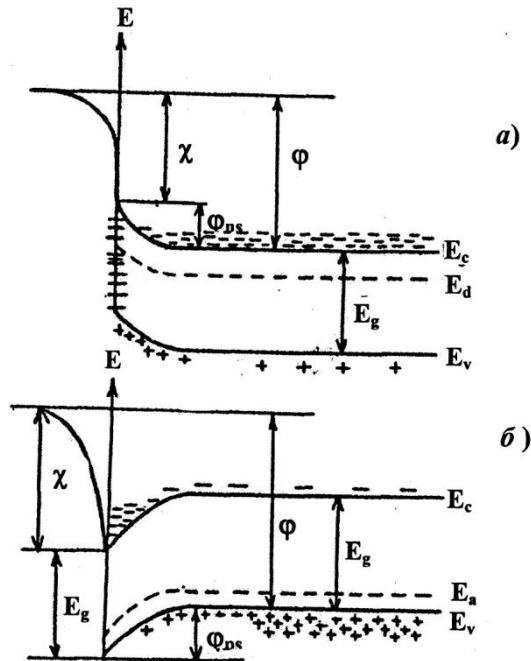


Рис. 4. Энергетическая диаграмма для полупроводника n -типа при отрицательном заряде, сосредоточенном на поверхностных состояниях (а) и полупроводника p -типа, при положительном заряде поверхностных состояний (б)

Работа выхода при этом уменьшается на величину поверхностного потенциала φ_{ps} . Так как при отсутствии поверхностных состояний работа выхода для полупроводника p -типа равна

$$\varphi_p = \chi + E_g,$$

где E_g - ширина запрещенной зоны полупроводника, то в рассматриваемом случае, при наличии поверхностного потенциала φ_s , работа выхода для кристалла p -типа составит:

$$\varphi_p = \chi + E_g - \varphi_{ps}.$$

Как указывалось выше, электрохимическое травление поверхности кристалла способствует удалению нарушенного поверхностного слоя кристаллов, устраняет поликристаллический слой, искажения решетки. Это приводит к уменьшению концентрации поверхностных состояний - точечных дефектов, вакансий и т.д., являющихся ловушками для свободных носителей заряда.

Исходя из обсуждаемой модели, можно утверждать, что реконструкция потенциального рельефа в результате электрохимической обработки должна привести к уменьшению РВЭ для кристаллов $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ n -типа и увеличению РВЭ для кристаллов $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ p -типа, что хорошо согласуется с экспериментальными данными:

$$\Delta\varphi_n = \varphi_n^{\text{э.п.}} - \varphi_n^0 = 4,35 - 4,82 = -0,47 \text{ эВ}$$

$$\Delta\varphi_p = \varphi_p^{\text{э.п.}} - \varphi_p^0 = 4,00 - 3,72 = +0,28 \text{ эВ}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Снитко О.В., Саченко А.В., Примаченко В.Е. и др. Проблемы физики полупроводников. Киев: Наукова думка, 1981, 331 с.
2. Фоменко В.С. Эмиссионные свойства материалов. Справочник. Киев: Наукова думка, 1981, 338 с.
3. Алчагиров Б.Б., Куршев О.И., Таова Т.М., Хоконов Х.Б. ХТФ, 2006, т. 76, № 12, с. 86-88
4. Ибрагимов Х.И., Корольков В.А. Работа выхода электрона в физико-химических исследованиях. М.: Интермет Инжиниринг, 2002, 526 с.
5. Бархалов Б.Ш. Дис. докт. физ.-мат. н., Баку, 1991, с. 61-65
6. Lang N.D. // Phys. Rev. B, 1970, V. 1, No. 12, pp. 4555-4568
7. Коваленко В.С., Верхотуров А.Д., Головкин Л.Ф., Подчерняева И.А. Лазерное и электроэрозионное упрочнение материалов. М.: Металлургия, 1986, с. 126-130
8. Фотеев Н.К., Капырин А.А. Перенос материала электрода-инструмента на поверхность детали в процессе размерной электроэрозионной обработки // Электронная обработка материалов. 1986, № 2, с. 23-25

XÜLASƏ

YARIMKEÇİRİCİ p -Bi₂Te₃-Sb₂Te₃ VƏ n -Bi₂Te₃-Bi₂Se₃ BƏRK MƏHLULLARINDA ELEKTRONUN ÇIXIŞ İŞİNİN KONTAKT POTENSİALLAR FƏRQİ METODU İLƏ TƏDQİQİ

Barxalov B.Ş., İsmayilov R.M., İsmayilova X.İ.

Açar sözlər: çıxış işi, fəza yükü, səth halları, kontakt potensiallar fərqi, elektrokimyəvi aşındırma

Yarımkeçirici p -Bi₂Te₃-Sb₂Te₃ və n -Bi₂Te₃-Bi₂Se₃ bərk məhlullarında elektronun çıxış işi kontakt potensiallar fərqi metodu ilə tədqiq olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, kristalların səthinin elektrokimyəvi aşındırılması elektronların çıxış işinin dəyişikliyinə gətirir: p -tip Bi₂Te₃-Sb₂Te₃ kristallarında elektronların çıxış işi 0,28 eV artır, n -tip Bi₂Te₃-Bi₂Se₃ kristallarında isə elektronların çıxış işi 0,47 eV azalır. Elektronların çıxış işinin qiymətlərindəki belə dəyişikliklər nümunələrin səthində elektrona hərisliyə malik lokal halların konsentrasiyasının dəyişməsi ilə izah olunur.

SUMMARY

STUDY OF ELECTRON WORK FUNCTION IN SEMICONDUCTOR P -BI₂TE₃-SB₂TE₃ AND N -BI₂TE₃-BI₂SE₃ SOLID SOLUTIONS USING THE CONTACT POTENTIAL DIFFERENCE METHOD

Barkhalov B.Sh., Ismailov R.M., Ismayilova Kh.I.

Key words: work function, space charge, surface states, contact potential difference, electrochemical etching.

The influence of surface treatment on the electron work function for single crystals of semiconductor p -Bi₂Te₃-Bi₂Se₃ and n -Bi₂Te₃-Bi₂Se₃ solid solutions has been investigated by the thermoelectronic contact potential difference method. It was shown that electrochemical etching of the crystal surface leads to a change in the electron work function (EWF): for p -type Bi₂Te₃-Bi₂Se₃ crystals, EWF increases by 0.28 eV, and for n -type Bi₂Te₃-Bi₂Se₃ crystals, EWF decreases by 0.47 eV. These changes in EWF values are explained by a change in the concentration of local entities on the surface that have affinity to electron.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	09.07.2019
	Son variant	27.08.2019

УДК 517.983

О КОРРЕКТНОЙ РАЗРЕШИМОСТИ НЕКОТОРЫХ НОВЫХ КЛАССОВ ЗАДАЧ ТИПА КОШИ ДЛЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА

ЭФЕНДИ САДЕДДИН НАСРЕДДИН оглу

Бакинский государственный университет, Азербайджан, доцент

Ключевые слова: гиперболическое уравнение, локальный характер, обратная задача, существование решения, решение задачи, корректное решение.

В работе рассматривается задача Коши классического типа для гиперболического уравнения четвертого порядка и находится классическое решение этой задачи. Для этого уравнения также рассматривается задача Коши нового типа локального характера и найдено корректное решение задачи. Показано, что классическое решение задачи Коши совпадает с решением данной задачи и наоборот.

В работе для гиперболических уравнений четвертого порядка поставлена задача Коши нового типа, найдены условия корректной разрешимости этой задачи.

Для уравнения

$$(V_{2,2}u)(x, y) \equiv \sum_{i,j=0}^2 A_{i,j}(x, y) D_x^i D_y^j u(x, y) = z_{2,2}(x, y), \quad (1)$$

$$(x, y) \in G = (x_0, x_1) \times (y_0, y_1), (A_{2,2}(x, y) \equiv 1)$$

рассмотрим следующие условия:

$$u(x, y) \Big|_{y=s(x)} = \psi_{0,0}(x),$$

$$u_x(x, y) \Big|_{y=s(x)} = \psi_{1,0}(x),$$

$$u_{xy}(x, y) \Big|_{y=s(x)} = \psi_{1,1}(x), \quad (2)$$

$$u_{x^2y}(x, y) \Big|_{y=s(x)} = \psi_{2,1}(x),$$

$$x \in G_1 = (x_0, x_1),$$

которые можно рассматривать как условия Коши классического вида, где $\psi_{i,j}(x)$ - заданные функции (ограничения, накладываемые на них, будут уточнены ниже); $y = S(x)$ - заданная, строго монотонно убывающая функция, причем $S(x_0) = y_1$, $S(x_1) = y_0$.

Будем предполагать, что функции $A_{i,j}(x, y)$ измеримы на G ; $A_{i,j} \in L_p(G)$, $0 \leq i, j \leq 1$, и существуют неотрицательные функции $A_{2,j}^0(x) \in L_p(x_0, x_1)$, $A_{i,2}^0(x) \in L_p(y_0, y_1)$ такие, что

$$|A_{i,j}(x,y)| \leq A_{2,j}^0(x), |A_{i,j}(x,y)| \leq A_{i,2}^0(y), i, j = \overline{0,2}.$$

Для уравнения (1) рассмотрим также следующие условия локального характера:

$$\begin{aligned} v_{0,0}u &\equiv u(x_0, y_1) = z_{0,0}; \\ v_{1,0}u &\equiv u_x(x_0, y_1) = z_{1,0}; \\ v_{0,1}u &\equiv u_y(x_0, y_1) = z_{0,1}; \\ v_{1,1}u &\equiv u_{xy}(x_0, y_1) = z_{1,1}; \\ (v_{2,0}u)(x) &\equiv u_{x^2}(x, y) \Big|_{y=s(x)} = z_{2,0}(x), x \in G_1 = (x_0, x_1); \\ (v_{2,1}u)(x) &\equiv u_{x^2y}(x, y) \Big|_{y=s(x)} = z_{2,1}(x), x \in G_1 = (x_0, x_1); \\ (v_{0,2}u)(y) &\equiv u_{y^2}(x, y) \Big|_{x=v(y)} = z_{0,2}(y), y \in G_2 = (y_0, y_1); \\ (v_{1,2}u)(y) &\equiv u_{xy^2}(x, y) \Big|_{x=v(y)} = z_{1,2}(y), y \in G_2 = (y_0, y_1), \end{aligned} \quad (3)$$

где $x = v(y)$ - функция обратная для $y = S(x)$.

Пусть $W_p^{(2,2)}(G)$, $1 \leq p \leq \infty$ - пространство всех функций $u \in L_p(G)$, для которых существуют в смысле С.Л.Соболева [1] обобщенные производные $D_x^i D_y^j u \in L_p(G)$, $i, j = \overline{0,1,2}$. Можно показать, что для существования решения $u \in W_p^{(2,2)}(G)$ задачи (1),(2) необходимо, чтобы для функции $\psi_{i,j}(x)$ выполнялись условия

$$\begin{aligned} \psi_{0,0}, \psi_{1,0}, \psi_{1,1} &\in C(\overline{G}); \\ \frac{d}{dx} \left(\psi_{1,0}(x) - \int_{y_1}^{s(x)} \psi_{1,1}(v(y)) dy \right) &\in L_p(x_0, x_1) \\ \frac{d}{dy} \left(\psi_{1,1}(y) - \int_{x_0}^{v(y)} \psi_{2,1}(x) dx \right) &\in L_p(y_0, y_1); \\ \frac{d}{dy} \left[\frac{d}{dy} \left(\psi_{0,0}(v(y)) - \int_{x_0}^{v(y)} \psi_{1,0}(x) dx \right) - \int_{x_0}^{v(y)} \psi_{1,1}(x) dx \right] &\in L_p(y_0, y_1), \end{aligned} \quad (4)$$

кроме того, если функция $u \in W_p^{(2,2)}(G)$ решение задачи (1),(2), то эта же функция есть решение задачи (1),(3) при некотором $(z_{0,0}, z_{1,0}, z_{0,1}, z_{1,1}, z_{2,0}(x), z_{2,1}(x), z_{0,2}(y), z_{1,2}(y)) \in R \times R \times R \times R \times L_p(x_0, x_1) \times L_p(x_0, x_1) \times L_p(y_0, y_1) \times L_p(y_0, y_1)$.

Верно и обратное, в том смысле, что если $u \in W_p^{(2,2)}(G)$ есть решение задач (1),(3), то она является решением задачи (1),(2) при некоторых $\psi_{0,0}(x), \psi_{1,0}(x), \psi_{1,1}(x), \psi_{2,1}(x)$.

Тем не менее, условия (3) имеют некоторое преимущество по сравнению с условиями (2). Это преимущество заключается в следующем: если уравнение (1) рассматривать при условиях (2), то на функции $\psi_{0,0}(x), \psi_{1,0}(x), \psi_{1,1}(x), \psi_{2,1}(x)$ (кроме некоторых «самостоятельных» условий, налагаемых на них в отдельности) нужно накладывать также условия (4) типа согласования, которые относятся к числу условий, необходимых для существования решения задачи (1),(2).

Теорема. Задача Коши (1),(3) и ее сопряженная система

$$\omega_{i,j} = \varphi_{i,j},$$

$$(\omega_{2,j} f)(\tau) = \varphi_2(\tau), \tau \in G_1; (\omega_{1,2} f)(\xi), \xi \in G_2, i, j = 0,1;$$

$$(\omega_{2,2} f)(\tau, \xi) = \varphi_{2,2}(\tau, \xi), (\tau, \xi) \in G,$$

для любого $z = (z_{0,0}, z_{1,0}, z_{0,1}, z_{1,1}, z_{2,0}, z_{2,1}, z_{0,2}, z_{1,2}, z_{2,2}) \in E_p$ и $\varphi = (\varphi_{0,0}, \varphi_{1,0}, \varphi_{0,1}, \varphi_{1,1}, \varphi_{2,0}, \varphi_{2,1}, \varphi_{0,2}, \varphi_{1,2}, \varphi_{2,2}) \in E_q$ имеют единственные решения $u \in W_p^{(2,2)}(G)$ и $f = (f_{0,0}, f_{1,0}, f_{0,1}, f_{1,1}, f_{2,0}, f_{2,1}, f_{0,2}, f_{1,2}, f_{2,2}) \in E_q$ и для этих решений справедливы оценки

$$\|u\|_{W_p^{(2,2)}(G)} \leq M_0 \cdot \|z\|_{E_p}, \quad \|f\|_{E_q} \leq M^0 \cdot \|\varphi\|_{E_q},$$

где M_0 и M^0 - постоянные, не зависящие от z и φ .

ЛИТЕРАТУРА

1. Соболев С.Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике. Новосибирск: АН СССР. Сиб. отд-ние, 1962, 255 с.
2. Mangeron D. New methods for determining solutions of mathematical models governing polyvibrating phenomena / Bul.Just.Polit.Din.Jfsi, Sepil nona, 1968, t.14(18), Fasc.1-2, pp.433-436
3. Ахиев С.С. Представления решений некоторых линейных операторных уравнений / Докл. АН СССР, 251:5 (1980), с.1037–1040
4. Эфенди С.Н. Об интегральном представлении решения одного класса дифференциальных уравнений с частными производными // Sumqayıt Dövlət Universiteti. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi, №3, s.44-49.

XÜLASƏ

BƏZİ DÖRDÜNCÜ TƏRTİB HİPERBOLİK TƏNLİK ÜÇÜN YENİ NÖV KOŞI MƏSƏLƏSİNİN KORREKT HƏLLİ HAQQINDA

Əfəndi S.N.

Açar sözlər: hiperbolik tənlik, lokal xüsusiyyət, tərs məsələ, həllin varlığı, məsələnin həlli, korrekt həll

İşdə dördüncü tərtib hiperbolik tənlik üçün klassik şəkildə Koşi məsələsinə baxılıb, məsələnin korrekt həlli tapılır və verilən tənlik üçün lokal xarakterli yeni növ Koşi məsələsinə baxılıb, məsələnin də korrekt həlli tapılır, göstərilir ki, yeni növ Koşi məsələsinin həlli eyni zamanda klassik şəkildə baxılan Koşi məsələsinin həllidir və tərsinə klassik şəkildə verilmiş məsələnin həlli növ Koşi məsələsinin həllidir.

SUMMARY
ABOUT CORRECT SOLVABILITY OF SOME NEW CLASSES OF TYPE
OF CATCHES TASKS FOR HYPERBOLIC EQUATION OF FOURTH ORDER

Efendi S.N.

Key words: *hyperbolic equation, local character, inverse problem, existence of a solution, problem solution, correct solution.*

The paper considers the Cauchy problem of the classical type for a fourth-order hyperbolic equation and finds a classical solution to this problem. For this equation, we also consider the Cauchy problem of a new type of local character and find the correct solution to the problem. It is shown that the classical solution of the Cauchy problem coincides with the solution of this problem and vice versa.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	27.09.2019
	Son variant	21.10.2019

УДК. 539. 374

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ТОЛСТОСТЕННОЙ ТРУБЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ

¹БАБАДЖАНОВА ВУСАЛЯ ГАМЗА ГЫЗЫ²АЛИЕВА УЛЬВИЯ САНГАН ГЫЗЫ

Сумгаитский государственный университет, 1-доцент, 2- ст.преподаватель

Ulaliyeva_71@mail.ru

Ключевые слова: динамические волны, цилиндрические функции Бесселя, интегральное преобразование Лапласа, толстостенная труба, оригинал решений.

Одной из важных задач механики деформируемых твердых тел являются исследования нестационарных динамических волн в цилиндрических телах, которые связаны как с нефтегазовой отраслью, так и со многими другими отраслями. Эти задачи исследуются математическими методами.

Аналогичные задачи для полых цилиндров из упругих и вязкоупругих материалов с определенными целями исследованы в работах [2,4], а в работах [1,3] с учетом вязкости полученное решение анализировано для конкретных ядер.

В данной работе исследовано распространение нестационарных динамических волн в толстостенной трубе методом интегральных преобразований и оригинал решений определен с помощью разложения цилиндрических функций Бесселя в ряд рекуррентных формул.

Предположим, что в цилиндрической системе координат на бесконечно длинную толстостенную трубу действует внутренняя сила $p(t)$. Материал трубы принимаем изотропным и однородным. Пусть труба с внутренним радиусом a и внешним радиусом b при $t < 0$ находится в покое, а в момент времени $t = 0$ действует внутреннее давление [1,2].

$$\begin{aligned}\sigma_r(a) &= p(t), \\ \sigma_r(b) &= 0.\end{aligned}\tag{1}$$

Определим напряженно-деформационное состояние трубы в последующие моменты времени.

Уравнение движения имеет вид:

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\sigma_r - \sigma_\varphi}{r} = \rho \frac{\partial^2 u(r, t)}{\partial t^2}\tag{2}$$

Если имеют место геометрические соотношения

$$\varepsilon_r = \frac{\partial u}{\partial r}; \quad \varepsilon_\varphi = \frac{u}{r}\tag{3}$$

тогда физические соотношения принимаем в виде:

$$\sigma_r = (\lambda + 2\mu)\varepsilon_r + \lambda\varepsilon_\varphi; \quad \sigma_\varphi = \lambda\varepsilon_r + (\lambda + 2\mu)\varepsilon_\varphi\tag{4}$$

начальные условия нулевые

$$u(r, 0) = \frac{\partial u(r, 0)}{\partial t} = 0 \text{ при } t = 0\tag{5}$$

Отсюда видно, что постановка задачи математически сводится к решению уравнения (2) при граничных условиях (1) и начальных условиях (5), где σ_r, σ_φ - напряжения, $\varepsilon_r, \varepsilon_\varphi$ - деформации, $u(r, t)$ - перемещения, λ - коэффициент Пуассона, μ - модуль сдвига.

Применяя интегральное преобразование Лапласа по t к уравнению (2) с учетом (3), (4) и (5) получаем: [3,5]

$$\frac{\partial^2 \bar{u}(r, s)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \bar{u}(r, s)}{\partial r} - (\alpha^2 + \frac{1}{r^2}) \bar{u}(r, s) = 0 \quad (6)$$

где s - параметр преобразования Лапласа, $\bar{u}(r, s)$ - изображение функции $u(r, t)$ по

Лапласу, $\alpha^2 = \frac{s^2}{c^2}$.

$c = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}$ - скорость распространения волн, ρ - плотность материала трубы.

Общее решение уравнения (6) имеет вид:

$$\bar{u}(r, s) = A I_1(\alpha r) + B K_1(\alpha r) \quad (7)$$

Здесь $I_1(\alpha r)$ и $K_1(\alpha r)$ - цилиндрические функции Бесселя, A и B - постоянные интегрирования, которые определяются из граничных условий.

Граничные условия (1) в изображениях Лапласа имеют вид:

$$\bar{\sigma}_r = (\lambda + 2\mu) \frac{\partial \bar{u}(r, s)}{\partial r} + \frac{\lambda}{r} \bar{u}(r, s) = \bar{p}(s) \text{ при } r = a$$

$$\bar{\sigma}_r = (\lambda + 2\mu) \frac{\partial \bar{u}(r, s)}{\partial r} + \frac{\lambda}{r} \bar{u}(r, s) = 0 \text{ при } r = b.$$

Подставляя решение (7) в изображенных граничных условиях, получаем систему уравнений, из которой A и B определяются в следующем виде:

$$A = \frac{\bar{p}(s)}{\lambda + 2\mu} \frac{z_4}{z_1 z_4 - z_2 z_3}$$

$$B = \frac{\bar{p}(s)}{\lambda + 2\mu} \frac{z_3}{z_1 z_4 - z_2 z_3}.$$

Учитывая значения A и B в уравнении (7), изображение решений получаем в виде

$$\bar{u}(r, p) = \frac{\bar{p}(s)}{\lambda + 2\mu} \frac{z_4 I_1(\alpha r) - z_3 K_1(\alpha r)}{z_1 z_4 - z_2 z_3} \quad (8)$$

где

$$z_1 = I_2(\alpha a) + \frac{1 + m\alpha}{\alpha a} I_1(\alpha a)$$

$$z_2 = \frac{1 + \alpha m}{\alpha a} K_1(\alpha a) - K_2(\alpha a)$$

$$z_3 = \frac{1 + \alpha m}{\alpha b} I_1(\alpha b) + I_2(\alpha b)$$

$$z_4 = \frac{1 + \alpha m}{\alpha b} K_1(\alpha b) - K_2(\alpha b)$$

$$m = \frac{\lambda}{\lambda + 2\mu}.$$

Разлагая цилиндрические функции в ряд Тейлора [3] в окрестности точки $\varepsilon_r = 0$ и $\varepsilon_b = 0$, находим

$$I_y(\alpha b) = I_y[\alpha a(1 + \frac{b-a}{a})] = I_y(\alpha a(1 + \varepsilon_b)) = I_y(\alpha a) + \alpha a \varepsilon_b I'_y(\alpha a) + \dots$$

$$K_y(\alpha b) = K_y[\alpha a(1 + \varepsilon_b)] = K_y(\alpha a) + \alpha a \varepsilon_b K'_y(\alpha a) + \dots$$

$$I_y(\alpha r) = I_y[\alpha a(1 + \frac{r-a}{a})] = I_y(\alpha a(1 + \varepsilon_r)) = I_y(\alpha a) + \alpha a \varepsilon_r I'_y(\alpha a) + \dots$$

$$K_y(\alpha r) = K_y[\alpha a(1 + \varepsilon_r)] = K_y(\alpha a) + \alpha a \varepsilon_r K'_y(\alpha a) + \dots$$

где $\varepsilon_b = \frac{b-a}{a}$, $\varepsilon_r = \frac{r-a}{a}$. Тогда с помощью формулы

$$I'_y(z) = I_{y+1}(z) + \frac{y}{z} I_y$$

$$K'_y(z) = \frac{y}{z} K_y(z) - K_{y+1}(z)$$

определяем.

$$z_1 z_4 - z_2 z_3 = \frac{\alpha^2 p_1 + \alpha p_3 + p_2}{\alpha} [I_1(\alpha a) K_2(\alpha a) + K_1(\alpha a) I_2(\alpha a)] \quad (9)$$

$$z_4 I_1(\alpha r) - z_1 K_1(\alpha r) = \left[\frac{\alpha(m-b)}{b} + q \right] [I_1(\alpha a) K_2(\alpha a) + K_1(\alpha a) I_2(\alpha a)]$$

$$p_1 = \frac{\varepsilon_b(ab - m^2)}{b}; \quad p_2 = \frac{(b-a)(2b-a)}{a^2 b}; \quad p_3 = \frac{m}{b} \varepsilon_b^2;$$

$$q = \frac{r(5ab - b^2 + a^2)}{a^2 b}.$$

Учитывая (9) в решении (8), получаем изображение решения поставленной задачи в следующем виде:

$$\bar{u}(r, s) = \frac{(m-b)S\bar{P}(s)}{P_1 b(\lambda + 2\mu)} \left\{ \frac{S + q_1}{S^2 + \beta_1 S + \beta_2} \right\}$$

или

$$\bar{u}(r, s) = \frac{(m-b)S\bar{P}(s)}{P_1 b(\lambda + 2\mu)} \left[\frac{S}{(S + \beta_{1/2})^2 + \beta^2} + \frac{q}{(S + \beta_{1/2})^2 + \beta^2} \right] \quad (10)$$

$$\text{где } q_1 = \frac{qcb}{m-b}; \quad \beta_1 = \frac{p_3 c}{p_1}, \quad \beta_2 = \frac{p_2 c^2}{p_1}; \quad \beta^2 = \beta_2 - \frac{\beta_1^2}{4}.$$

Отсюда видно, что вычисление оригинала решений поставленной задачи сводится к нахождению оригиналов следующих функций

$$\bar{\varphi}(r, s) = \frac{S}{(s + \frac{\beta_1}{2})^2 + \beta^2}; \quad \bar{\psi}(r, s) = \frac{q}{(s + \frac{\beta_1}{2})^2 + \beta^2}.$$

Оригиналы этих функций вычисляются в следующем виде в зависимости от дискриминанта: [1,3]

$$\text{Предположим что } \beta_2 - \frac{\beta_1^2}{4} > 0.$$

Тогда

$$\varphi(r, t) = \frac{2\sqrt{\beta_2}}{\sqrt{4\beta_2 - \beta_1^2}} e^{-\frac{\beta_1}{2}t} \sin\left(\sqrt{\beta_2 - \frac{\beta_1^2}{4}}t + \tau\right)$$

$$\tau = \arctg\left(\frac{-\sqrt{\beta_1^2 - 4\beta_2}}{\beta_1}\right)$$

$$\psi(r, t) = \frac{2q}{\sqrt{4\beta_2 - \beta_1^2}} e^{-\frac{\beta_1}{2}t} \sin\left(\sqrt{\beta_2 - \frac{\beta_1^2}{4}}t\right).$$

Если $\beta_2 - \frac{\beta_1^2}{4} < 0$, тогда

$$\varphi(r, t) = \frac{2\sqrt{\beta_2}}{\sqrt{\beta_1^2 - 4\beta_2}} e^{-\frac{\beta_1}{2}t} \operatorname{sh}\left(\sqrt{\frac{\beta_1^2}{4} - \beta_2}t + \tau_1\right)$$

$$\tau_1 = \operatorname{Arth}\left(\frac{-\sqrt{\beta_1^2 - 4\beta_2}}{\beta_1}\right)$$

$$\psi(r, t) = \frac{2q}{\sqrt{\beta_1^2 - 4\beta_2}} e^{-\frac{\beta_1}{2}t} \operatorname{sh}\sqrt{\frac{\beta_1^2}{4} - \beta_2}t.$$

Поэтому решение поставленной задачи определяется следующими формулами [3]:

$$u(r, t) = \frac{2(m-b)}{p_1 b(\lambda + 2\mu)\sqrt{4\beta_2 - \beta_1^2}} \frac{dp(t)}{dt} * \left\{ e^{-\frac{\beta_1}{2}t} \left[\sqrt{\beta_2} \sin\left(\sqrt{\beta_2 - \frac{\beta_1^2}{4}}t + \tau\right) + \right. \right. \\ \left. \left. + q \sin\left(\sqrt{\beta_2 - \frac{\beta_1^2}{4}}t\right) \right] \right\}; \text{ при } \beta_2 - \frac{\beta_1^2}{4} > 0 \quad (11)$$

$$u(r, t) = \frac{2(m-b)}{p_1 b(\lambda + 2\mu)\sqrt{\beta_1^2 - 4\beta_2}} \frac{dp(t)}{dt} * \left\{ e^{-\frac{\beta_1}{2}t} \left[\sqrt{\beta_2} \operatorname{sh}\left(\sqrt{\frac{\beta_1^2}{4} - \beta_2}t + \tau_1\right) + \right. \right. \\ \left. \left. + q \operatorname{sh}\left(\sqrt{\frac{\beta_1^2}{4} - \beta_2}t\right) \right] \right\}; \text{ при } \beta_2 - \frac{\beta_1^2}{4} < 0,$$

где * - означает обычную свертку функций

$$f(t) * g(t) = \int_0^t f(t-\tau)g(\tau)d\tau.$$

Из решения (11) видно, что волновой процесс затухает по экспоненциальному закону и коэффициент затухания равен $-\frac{\beta_1}{2}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамов А.А. Кручение вязкоупругого цилиндра из несжимаемого материала при конечных деформациях. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982, с.61-65
2. Кузнецов Г.Б. Упругость, вязкоупругость и длительная прочность цилиндрических и сферических тел. М.: Наука, 1979, 112 с.

3. Курбанов Н.Т., Бабаджанова В.Г. Исследование динамического кручения бесконечного вязкоупругого полого цилиндра // Естественные и технические науки. М., 2009, №1, с.15-20
4. Кравчук А.С., Майборода В.П. Прикладная механика деформируемых твердых тел. М.: Наука, 1985, 304 с.

XÜLASƏ
QALIN DİVARLI BORUDA DAXİLİ TƏZYİQ ALTINDA YARANAN DALĞA
PROSESLƏRİNİN TƏDQİQİ
Babacanova V.H., Əliyeva Ü.S.

Açar sözlər: *dinamik dalğalar, silindrik Bessel funksiyaları, Laplasın integral çevirməsi, qalın divarlı boru, orijinal həllər.*

Deformasiya olunan bərk cisim mexanikasının vacib məsələlərindən biri də qeyri-stasionar dalğaların müxtəlif mühitlərdə yayılması məsələsidir. Riyazi üsulların köməyi ilə həll olunan bu məsələlər sənayenin bir çox sahələri ilə, o cümlədən neft-qaz sənayesində maye və qaz məhsullarının daşınması ilə bağlıdır. Ona görə də, məqalədə baxılan məsələ praktiki nöqteyi-nəzərdən aktualdır.

Məqalədə qalın divarlı boruda daxili təzyiqin təsiri ilə yaranan qeyri-stasionar dinamik dalğaların yayılması məsələsinə baxılır.

Baxılan məsələ Laplasın integral çevirməsinin köməyi ilə həll edilmişdir və ümumi həll surəti Besselin silindrik funksiyaları vasitəsilə təyin edilmişdir. Həllin orijinal silindrik Bessel funksiyalarının sıraya ayrılışının köməyi ilə və rekurrent düsturlarının vasitəsi ilə təyin edilmişdir.

Sonra alınan həll tədqiq edilmiş və yaranan dalğanın yayılma sürətinin zamandan asılı olaraq eksponensial qanun ilə azaldığı göstərilmişdir.

SUMMARY
STUDY OF WAVE PROCESSES IN THICK-WALL PIPE UNDER
THE ACTION OF INTERNAL PRESSURE
Babajanova V.H., Aliyeva U.S.

Key words: *dynamic waves, cylindrical Bessel functions, Laplace integral transform, thick-walled tube, original solutions.*

Studies of unsteady dynamic waves in cylindrical bodies are one of the important problems of mechanics of deformable solids. These problems, investigated by mathematical methods are associated with the oil and gas industry in the transportation of oil and gas products, and with many other industries.

The article deals with the problem of propagation of unsteady dynamic waves in a thick-walled pipe arising under the influence of internal pressure.

The problem is solved by the method of integral Laplace transformations. The image of the General solution is defined using Bessel cylindrical functions. The original solutions are determined by the expansion of Bessel cylindrical functions into a series and recurrent formulas.

Then the obtained solution is investigated and it is shown that the velocity of wave propagation over time decays exponentially.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	31.05.2019
	Son variant	10.09.2019

UOT 541.128.3

2.6-DİİZOPROPİL FENOLUN KATALİTİK ALINMA PROSESİNİN TƏDQIQI

¹AĞAYEV ƏKBƏR ƏLİ oğlu⁴HACIYEVA XƏYALƏ ƏMİRASLAN qızı²ŞAHTAXTİNSKAYA PƏRİ TURABXAN qızı³MÜTƏLLİMOVA KİFAYƏT MƏNSİM qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-professor, 2,3,-dosent, 4-doktorant,
Irapon.sdu@mail.ru

Açar sözlər: fenol, 2-izopropilfenol, 2-propanol, alkilləşmə, Pd-HSVM seoliti, çıxım, selektivlik

2,6-diizopropilfenolun alınmasında, fenolun 2-propanolla alkilləşmə reaksiyasına və 2 izopropilfenolun 2 propanolla qarşılıqlı təsirinə əsaslanan və hər biri digəri ilə rəqabətdə olan iki mərhələli proses tədqiq edilmişdir. Pd-HSVM seoliti iştirakında fenol və 2 propanol əsasında 2-izopropol və 2,6-diizopropilfenollar qarışığının 82,5% selektivliklə və 1:0,3 mol nisbətində, 2-izopropilfenolun 2 propanolla alkilləşməsindən isə 2,6-diizopropilfenolun 91,5% selektivliklə və 37,0% çıxımla alınmasına nail olunmuşdur.

Ölkəmizin neft emalı və neft-kimya sintezi sənayesinin mövcud xammal bazasını və texnoloji imkanlarını nəzərə alaraq izopropil spirti əsasında qiymətli yarımməhsul və məhsulların istehsalalarının yaradılması çox aktual görünür. Belə proseslərə aromatik birləşmələrin, o cümlədən fenol və krezolların 2 propanolla alkilləşmə reaksiyasına əsaslanan mono- və diizopropilfenolların alınmasını misal göstərmək olar. Qeyd etmək lazımdır ki, son illər fenolun propil və izopropil törəmələrindən polimerlər üçün monomerlər, qatranlar, antioksidantlar, antiseptik və dezinfeksiyaedici preparatlar istehsal olunur və onların istifadə sahələri genişlənir [1-3].

Məqalədə 2,6-diizopropil fenolun katalitik alınma prosesinin tədqiqinin nəticələri verilir.

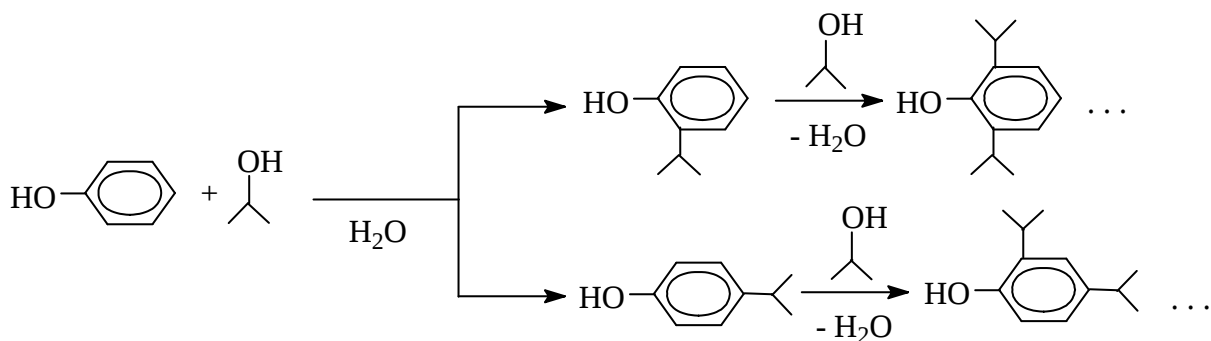
2,6-diizopropilfenolun alınma prosesi iki istiqamətdə tədqiq edilmişdir. Birinci halda fenolun izopropil spirti ilə alkilləşmə reaksiyası öyrənilmiş, ikinci halda isə 2-izopropilfenolun 2-propanolla qarşılıqlı təsiri təfəssilatı ilə tədqiq edilmişdir.

Tədqiqatlar palladium tərkibli silisium oksidinin qatılığı artırılmış seolitlərin iştirakı ilə aparılmışdır. HSVM növlü seolitdə modul 25 olub palladiumun qatılığı 1.0 kütlə % təşkil etmişdir. Pd-HSVM katalizatoru Rusiya Federasiyası Elmlər Akademiyasının N.D.Zelinski adına Üzvi Kimya İnstitutunun sintez üsuluna [4] əsasən alınmış və onun aktivləşdirilməsi təkmilləşdirilmiş yolla həyata keçirilmişdir.

Təcrübələr tərpənməz laylı katalizatoru olan reaksiya aparatında aparılmış alınan məhsulların analizi qaz-maye xromatoqrafiya üsulu ilə Xrom-5 cihazında əvvəllər göstərilmiş qaydada [5] aparılmış, NMR spektrlər isə Bruker AV-300 (Almaniya) aparatında çəkilmişdir.

Fenolun 2-propanolla alkilləşməsi oksigenə görə baş vermir. Bunu alınan alkilatlarla onun izopropil efirinin yoxluğu da təsdiq edir. Katalitik prosesdə baş verən əsas çevrilmələr fenol molekulunda karbona görə ardıcıl birləşmənin həyata keçməsidir. Tədqiq edilmiş şəraitdə əsasən monoalkilləşmə üstünlük təşkil edir. Xammaldakı spirtin mol payının iki dəfə artırılması alınan 2-izopropilfenola görə reaksiyanın selektivliyini 83.0%-dən 76.5%-ə, üç dəfə artırılması isə bu göstəricini daha 14.5% azaldaraq 62.0%-ə qədər azaldır.

Fenolun izopropil spirti ilə qarşılıqlı təsirdən alınan məhsullara 2-izopropilfenol, 2,6-diizopropilfenol, 4-izopropilfenol, 2,4-diizopropilfenol, triizopropilfenollar aiddir (cədvəl 1). Bu isə katalitik prosesdə aşağıdakı çevrilmələrin baş verdiyini göstərir:



Çıxımı və selektivliyinə görə ikinci reaksiya məhsulu 2.6-diizopropilfenoldur ki, bu da 2-izopropilfenolun ardıcıl alkilləşmə məhsuludur. Xammaldakı spirtin mol nisbətinin fenola nəzərən iki dəfə artırılması bu məhsula görə selektivliyi praktiki olaraq iki dəfə artıraraq 15.5%-ə qaldırır. $\nu = 1:3$ mol/mol nisbətində 2.6-diizopropilfenolun selektivliyi 20.5%-ə çatır. Fenol hidroksilinin birinci növ əvəzləyici olması onun para istiqamətləndirici xüsusiyyətini də üzə çıxarır və Pd-HSVM iştirakında az da olsa 4-izopropilfenol və 2.4-diizopropilfenol da alınır. Müəyyən edilmiş şəraitdə ($T-360^{\circ}\text{C}$, $\nu -0.7 \text{ st}^{-1}$, $\nu = 1:1$ mol/mol) alınan 2-izopropilfenol və 2.6-diizopropilfenola görə prosesin selektivliyi uyğun olaraq 83.0 və 8.0%, onların mol nisbəti isə 10:1 təşkil edir. Bu zaman başlanğıc fenola görə hesablanmış 2-izopropilfenol və 2.6-izopropilfenolun çıxımı uyğun olaraq 51.0 və 4.9% olur.

Cədvəl 1.

Fenolun 2-propanolla alkilləşmə reaksiyasının tədqiqinin nəticələri.

Reaksiyanın şəraiti: $T-360^{\circ}\text{C}$, $\nu -0.7 \text{ st}^{-1}$

Fenolun 2-propanolla olan mol nisbəti	Fenolun konversiyası, %	Alınan məhsulların çevrilmiş fenola görə hesablanmış çıxımları, %			
		2-izopropil fenol	2.6-diizopropil fenol	4-izopropil fenol	2.4-diizopropil fenol
1:1	61.5	83.0	8.0	3.0	2.0
1:2	70.2	76.5	15.5	5.0	2.5
1:3	83.0	62.0	20.5	8.0	4.5

Cədvəl 2

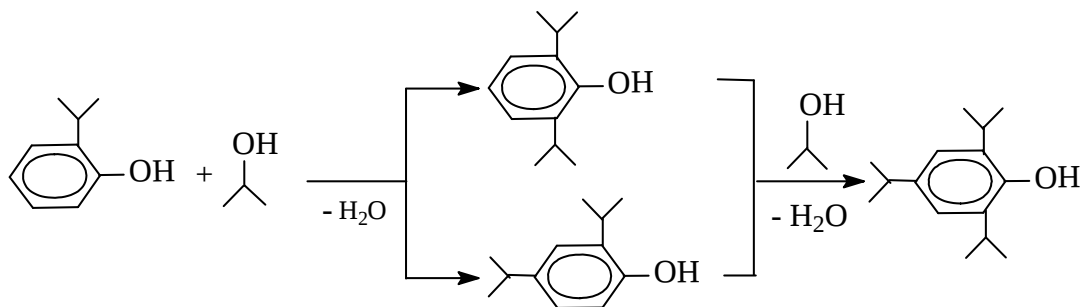
2-izopropilfenolun 2-propanolla alkilləşmə reaksiyasının nəticələri.

Reaksiyanın şəraiti: $T-360^{\circ}\text{C}$, $\nu -0.7 \text{ st}^{-1}$

2-izopropilfenolun 2-propanolla olan mol nisbəti	2-izopropil fenolun konversiyası, %	Alınan məhsulların çevrilmiş 2-izopropilfenola görə hesablanmış çıxımları, %		
		2.6-diizopropil fenol	2.4-diizopropil fenol	2.4.6-triizopropilfenol
2:1	40.5	91.5	6.0	1.0
1:1	53.5	85.0	9.0	3.0
1:2	65.0	78.5	14.4	5.5

Fenol və 2-propanol əsasında 2-izopropilfenol yüksək çıxım və selektivliklə alınarsa, 2.6-diizopropilfenolu 2-izopropilfenolun izopropil spirti ilə alkilləşməsi ilə almaq daha məqsəduyğundur. Alınan nəticələr (cədvəl 2) dediklərimizi sübut edir.

Göründüyü kimi 2-izopropilfenolun 2-propanolla qarşılıqlı təsirindən 2.6-diizopropilfenol, 2.4-diizopropilfenol alınır. Katalitik prosesdə aşağıdakı çevrilmələrin baş verdiyi üzə çıxır.



2-izopropilfenolun izopropil spirti ilə alkilləşməsində də hidrosildəki oksigenə görə əvəzetmə baş vermir. Elektrofil əvəzetmə əsasən 4- və 6-vəziyyətində olan karbon atomlarında ardıcıl şəkildə gedir. Xammaldakı komponentlərin mol nisbəti alınan məhsulların çıxım və selektivliyinə bilavasitə təsir edir. Monoizopropilfenolun xammaldakı mol payının spirtə nəzərən iki dəfə çox olması alınan 2,6-diizopropilfenolun selektivliyini 91.5%, iki dəfə az olması isə bu göstəricinin 78.5% düşməsinə şərait yaradır. İkinci halda 2,4-diizopropilfenola görə selektivlik 14.4% olur ki, bu da $\nu = 2:1$ mol/mol halla müqayisədə 8.4% çoxdur. Spirtin xammaldakı mol payının iki dəfə artırılması ekvimolyar nisbətlə müqayisədə alınan 2,4,6-triizopropilfenola görə selektivliyin 2.5% artaraq 5.5%-ə çatmasına səbəb olur. Müəyyən edilmiş şəraitdə ($T=360^{\circ}\text{C}$, $\nu=0.7\text{ st}^{-1}$, $\nu = 2:1$ mol/mol) alınan 2,6-diizopropilfenolun çıxımı 37.0%, həmin temperatur və həcmi sürətdə, lakin xammal komponentlərinin ekvimolyar nisbətində isə çıxımı 45.5% olur.

Ümumiyyətlə, Pd-HSVM seoliti iştirakında fenol və izopropil spirti əsasında bir və ya iki mərhələ ilə mono və diizopropil törəmələrin yüksək texnoloji göstəricilərlə alınması və onların praktiki əhəmiyyət kəsb etməsi aparılmış tədqiqatların önəmli nəticəsi kimi üzə çıxır.

ƏDƏBİYYAT

1. Velu S., Swamy C. Alkylation of phenol with 1-propanol and 2-propanol over catalysts derived from hydrotalcite - like anionic clays // *Catalysis Letters*, 1996, 40, pp.265-272
2. Dean Haymond Ernest Cresols, xylenols and other alkylphenols // *J.Chem. insight and Forecasting* 2012, № 2, pp.17-21
3. Maravek J. Production and marketing of alkylphenol products // *Eur.Chem. News*, 2002, № 22, pp.16-20
4. Агаев А.А., Тагиев Д.Б. Алкилирование фенола метиловым спиртом на высококремнеземных цеолитах // *ЖПХ*, 1985, Е.59, № 12, с.2734-2735
5. Агаева Н.А., Шахтахтинская П.Т., Тагиев Д.Б. Алкилирование 4-метилфенола пропанолом-2 в присутствии модифицированного кобальтферритового катализатора // *Азерб. хим. жур.*, 2015, № 3, с.89-92

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ 2,6-ДИИЗОПРОПИЛФЕНОЛА

Агаев А.А., Гаджиева Х.А., Шахтахтинская П.Т., Муталлимова К.М.

Ключевые слова: фенол, 2-изопропилфенол, 2-пропанол, алкилирование, цеолит Pd-НЦВМ, выход, селективность

В получении 2,6-диизопропилфенола исследован двухстадийный процесс, в котором каждая стадия конкурирует с другой, а именно реакция алкилирования фенола 2-пропанолом и реакция взаимодействия 2-изопропилфенола с 2-пропанолом. В присутствии Pd-НЦВМ на основе фенола и 2-пропанола получена смесь 2-изопропил и 2,6-диизопропилфенолов с селективностью 82,5% и мольном соотношении указанных продуктов 1:0,3. В случае алкилирования 2-изопропил-фенола 2-

пропонолом достигнуто получение 2,6-диизопропилфенола с селективностью 91,5% и выходом 37,0%.

SUMMARY
STUDY OF CATALYTIC PROCESS OF OBTAINMENT
OF 2,6-DIISOPROPYLPHENOL

Aghayev A.A., Hajiyeva Kh.A., Shakhtakhtinskaya P.T., Mutellimova K.M.

Key words: *phenol, 2-izopropilphenol, 2-propanol, alkylation, Pd-HSVM seolit, expenditure, selectiveness*

In the preparation of 2,6-diisopropylphenol, a two-stage process was studied in which each stage competes with the other, namely the alkylation reaction of phenol with 2-propanol and the reaction of 2-isopropylphenol with 2-propanol. In the presence of Pd-NCVM on the basis of phenol and 2-propanol the mixture 2-isopropyl and 2,6-diisopropylphenol with selectivity of 82.5% and a molar ratio of the specified products 1:0,3. In the case of alkylation of 2-isopropyl phenol by 2-propanol, 2,6-diisopropylphenol was obtained with a selectivity of 91.5% and yield of 37.0%.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	11.02.2019
	Son variant	22.04.2019

UOT 547.678

POLİMER MATERIALLARI ÜÇÜN ALTERNATİV XAMMAL MƏNBƏYİ – KANİFOL

PİRQULİYEVA MƏTANƏT SƏFƏR qızı

Sumqayıt Dövlət Universitetinin nəzdində Sumqayıt Dövlət Texniki Kolleci, direktor, dosent
sdtk-1959@mail.ru

Açar sözlər: kanifol, modifikasiya, polimerləşmə, malein anhidridi, epoksid.

Məqalədə kanifolun qısa şəkildə alınma mənbələri, xassələri, istifadə sahələri, modifikasiyası və polimer kompozisiya materiallarının, onun əsasında aktiv əlavələr kimi müxtəlif funksionaləvəzli birləşmələrin sintezi, yeni polimerlərin alınması ilə əlaqədar olan ədəbiyyat materialları və müəllifin öz tədqiqatları nəticəsində alınan yeni aşağı və yüksəkmolekullu birləşmələr sahəsindəki nəticələr sistemləşdirilmiş və ümumiləşdirilmişdir.

Hal-hazırda sənayenin yüksək sürətlə inkişafı ilə əlaqədar olaraq yeni alternativ xammal mənbələrinin müəyyən edilməsinə böyük ehtiyac vardır. Bu nöqteyi-nəzərdən Respublikamızda geniş meşə-ağac emalı sənaye zavodlarının olmasına baxmayaraq, hələlik burada meşə-kimya sənayesinin inkişafına nail olunmamışdır. Belə ki, meşə təsərrüfatı məhsullarından xammal kimi istifadə edilməsi çox əhəmiyyətli və vacib məsələlərdən biridir. Meşə-kimya sənaye məhsullarından biri kanifoldur ki, o da ağac şirəsindən skipidarın qovulmasından sonra qalan tritsiklik doymamış turşuların qarışığından ibarətdir [1].

Kanifol kimya sənayesinin 80-dən artıq sahələrində, o cümlədən, sellüloz-kağız sənayesində, lak-boya istehsalında, sintetik kauçukların alınmasında, poliqrafiyada, yuyucu maddələrin hazırlanmasında, modifikasiyaedici əlavələr kimi polimer kompozisiya materiallarının alınmasında və s. geniş istifadə olunur [2].

Kanifol bir sıra arzuolunmaz xassələrə də malikdir ki, bunlar da onun daha geniş tətbiq sahələrinə malik olmasına mane olur: bunlardan kanifolun aşağı yumşalma temperaturuna və kövrəkliyinə malik olmasını, asan oksidləşməyə, suya qarşı həssas hidrofil xassəyə malik olmasını, yüksək turşu ədədinin olmasını, asan kristallaşmasını və digər xassələrini göstərmək olar. Ona görə də əksər hallarda kanifoldan istifadə olunduğu hallarda təmiz kanifoldan deyil, əsas etibarilə onun törəmələrindən – efirlərindən, amidlərindən, duzlarından, anhidridtərkibli birləşmələrindən ilkin xammal və ya modifikasiyaedici əlavələr kimi geniş istifadə olunur.

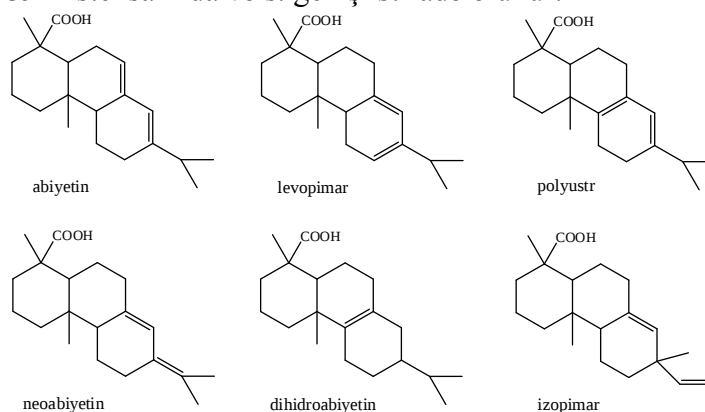
Ədəbiyyat materiallarından məlumdur ki, kanifolun modifikasiya olunmuş törəmələrindən polimer kompozisiya materialların hazırlanmasında aktiv əlavələr kimi istifadə olunmaqdan başqa, tibb praktikasında da geniş istifadə oluna bilən insektisid və funqisidlərin alınmasında, bəzi fizioloji-aktiv preparatların yaradılmasında da tətbiq olunurlar [3].

Dünyanın bir çox ölkərində, o cümlədən, Azərbaycanda iynəyarpaqlı ağaclar kifayət qədərdir. Müəyyən edilmişdir ki, Rusiyada bu tip ağaclar yer kürəsində bütün ağacların 40%-ni təşkil edir. Bunların hamısı əsas etibarilə ilə küknar, şam və s. növlərə aiddir.

Bu gün yerli və alternativ xammal əsasında xüsusi əhəmiyyət kəsb edən polimer materiallarının hazırlanması aktual problemlərdən biridir. Modifikasiya olunmuş kanifol bu nöqteyi-nəzərdən xüsusi sinif birləşmələrdir ki, onların əsasında sintetik kauçuklar, lak-boya materialları, kağız, karton və digər materiallar almaq mümkün olur. Modifikasiya olunmuş kanifoldan polimer materiallarının hazırlanmasında istifadə edilməsi ilk növbədə materiallara hidrofob xassələr vermiş olur.

Müəyyən edilmişdir ki, müxtəlif növ ağac şirələrindən alınan qətran turşuları demək olar ki, eynidir və əsas etibarilə abiyetin, levopimar, pimar turşularından ibarətdir.

Şam ağacı şirələrinin kimyəvi tərkiblərinin unikal olmasına baxmayaraq sənayedə onların emalından kanifol və skipidar alınır. Kanifolun emalından alınan məhsullardan effektiv səthi-aktiv maddələr kimi taxta plitələrin hazırlanmasında hidrofobizatorlar kimi, yol inşasında bütün örtüklər üçün emulqatorlar kimi istifadə olunur. Rezin-texniki məmulatların hazırlanmasında kanifoldan məmulata elastiklik və şaxtaya davamlılıq xassələri vermək üçün əlavə kimi, rezin kleylərin hazırlanmasında, linoleum istehsalında və s. geniş istifadə olunur.

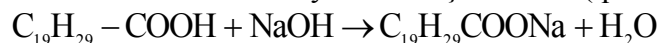


Kanifol tərkibi 80-85% ümumi formulu $C_{19}H_{29}-COOH$ olan tritsiklik qətran turşularının qarışığından ibarətdir. Sənaye miqyasında kanifolu müxtəlif xammal mənbələrindən alırlar. Şam ağacı şirələrinin tərkibində 75%-ə qədər kanifol və 18%-ə qədər skipidar vardır. Skipidarın destilləsindən sonra yerdə qalan kanifol hissəsi istifadə üçün yararlı olur. Kanifolun tərkibinə daxil olan qətran turşuları öz quruluşlarına görə ilkin xammalın tərkibində olan qətran turşularından fərqlənir. Belə ki, xammalın emalı zamanı qətran turşularının quruluşlarında polimerləşmə prosesi baş verir.

Kanifolun modifikasiya edilməsi. Kanifolun yüksək reaksiyagirmə qabiliyyətinə malik olmasını nəzərə alaraq, adətən onu modifikasiyaya ugradırlar. Kanifol müxtəlif metallarla asanlıqla reaksiyaya girərək, rezinatlar əmələ gətirir. Kanifolun manqan və qurğuşun duzları sikkativ kimi, sink və kalium rezinatlar isə suya davamlı lak və boyaların tərkibində istifadə olunurlar.

Kanifolun molekulunda karboksil qrupunun olması (onun turş xassəli olması) ondan müxtəlif efirlərin və rezinatların alınmasına səbəb olur. Onun tsiklik fraqmentlərində isə doymamış qrupların olması onun polimerləşmə, hidrogenləşmə, dehidrogenləşmə, disproparsionallaşma reaksiyalarında iştirakını təmin edir.

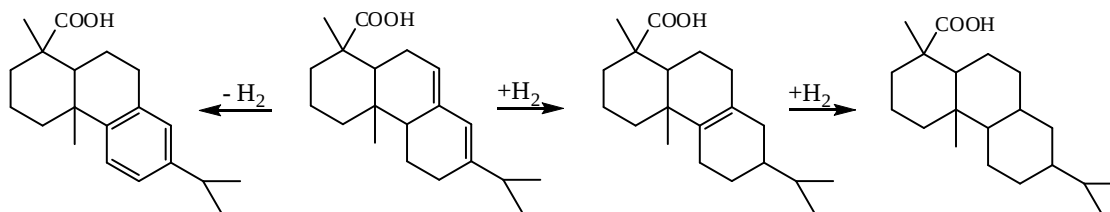
Kanifolun modifikasiyasını iki istiqamətdə aparmaq olur: qətran turşularının xassələrinə uyğun olaraq, həm də onların tərkibində olan karboksil qruplarının və ikiqat rabitələrin hesabına. Ona görə də üzvi turşulara xas olan bütün reaksiyalarda o iştirak edir (qələvi və spirtlərlə, duzlarla):



Kanifolun tərkibinə daxil olan qətran turşularının molekulalarında iki reaksiya mərkəzi – iki ikiqat rabitələr (qoşulmuş əlaqələr şəklində) və karboksil qrupu vardır. Ona görə də kanifol karboksil qrupuna ikiqat rabitəyə xas olan efirləşmə (müxtəlif bir və bir neçə atomlu spirtlərlə), müvafiq duzların və amidlərin alınma reaksiyalarına, spirtlərə reduksiya olunma və anoloji olaraq birləşmə, kondensasiya, hidrogenləşmə, polimerləşmə və s. reaksiyalarında iştirak edirlər. Bu reaksiyalarla bağlı qısa məlumat aşağıda verilir.

Kanifolun qətran turşularındakı doymamazlıqla əlaqədar xassələri. Kanifol tərkibində doymamış rabitələr olduğundan oksidləşməyə qarşı qeyri-stabil olur. Havanın oksigeninə qarşı böyük reaksiyagirmə qabiliyyətinə malikdir [4]. Kanifolun molekulunda ikiqat rabitələr olduğuna görə onlar abiyetin turşusu tərkibində qoşulmuş əlaqəli iki ikiqat rabitənin olduğundan

daha tez oksidləşir. Bir sıra hallarda qeyd olunan reaksiyanın təsirindən kanifolun keyfiyyəti aşağı düşür. Lak və sabunların tərkibində olan kanifolun belə reaksiyalarda iştirakının nəticəsində onların rəngi getdikcə tündləşir. Bu hadisələrin qarşısını almaq üçün kanifolun tərkibində olan doymamış rabitələrin miqdarının azaldılması lazımdır. Adətən bunu həmin rabitələrin hidrogenləşməsi reaksiyası üzrə aparırlar. Bəzi hallarda disproporsionallaşma metodu ilə də bu hadisələrin qarşısını almaq olur. Bəzən hər iki reaksiya eyni zamanda baş verir. Kanifolun hidrogenləşməsi kimyəvi reaksiyası üzrə adətən oksidləşməyə davamlı olan kanifol əldə etmək olur. Bu reaksiya 1 mol və ya 2 mol hidrogenin birləşməsi ilə gedir:



Kanifolun davamlılığını artırmaq məqsədilə bir sıra hallarda onun hidrogenləşməsi yox, dehidrogenləşməsi reaksiyası aparılır [5]. Hidrogenləşmiş kanifoldan işığa qarşı dözümlü sabunların, yapışqanların hazırlanmasında istifadə edilir.

Kanifolun polimerləşməsi. Kanifolun xassələrinin yaxşılaşdırılması üçün ilk növbədə onun tərkibinə daxil olan qətran turşularının molekullarında olan ikiqat rabitələrin miqdarının azaldılmasıdır [6-8]. Bu adətən mineral turşuların iştirakında kanifolun katalitik polimerləşməsi yolu ilə həyata keçirilir. Polimerləşmə prosesi zamanı alınan dimer məhsullar müxtəlif spirtlərlə efirlərə çevrilir və onlardan yüksək temperatura dözümlü maddələr kimi poliqrafik boyaların tərkibində istifadə edilir.

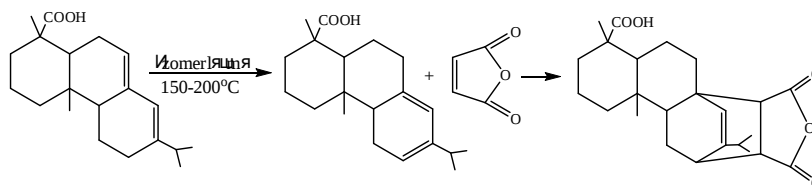
İkiqat rabitənin miqdarını azaltmaqla kanifolun keyfiyyətini artırmaq, onu katalitik polimerləşmə yolu ilə də həyata keçirmək mümkündür. Lakin bu proses adətən polimerləşmə adlansa da həqiqətdə o, dimerləşmə reaksiyasıdır. Belə ki, reaksiya məhsulları bu reaksiya nəticəsində polimer birləşmələri deyil, dimer birləşmələrdir. Katalizator kimi bu reaksiyalarda sulfat və fosfor turşuları, BF_3 , SnCl_4 , ZnCl_2 , H_3BO_3 , HF və b. həlledici kimi isə benzol, toluol, CCl_4 , H-heksen və s. istifadə olunur.

Polimerləşmə zamanı alınan kanifolun turşu ədədinin aşağı olması nəticəsində ondan və qliserindən istifadə etməklə efirlərin alınması prosesi həyata keçirilmişdir. Bu üsulla qliserin efirlərinin alınmasına az miqdarda qliserin sərf edilir. Alınan efirlər daha yüksək donma temperaturlarına və özlülüyə malik olurlar. Polimerləşmiş kanifoldan poliqrafiya sənayesində istifadə oluna bilən rezinatlar alınır. Bu istiqamətdə alınan kanifol daha bərk, turşuya davamlı və yüksək özlülüyə malik olur və o, yeni əlavə xassə daşıyan xüsusiyyətə–kristallaşmaya davamlı olur. Polimerləşmiş kanifoldan energetika sənayesində, radio-texnikada və elektrotexnikada, lak və boyaların tərkibində istifadə olunur.

Kanifolun disproporsionallaşması. Kanifolun disproporsionallaşması reaksiyasını aparmaqla da kanifolun doymamazlığını aradan qaldırmaq olar ki, bu da onun müxtəlif təsirlərə qarşı davamlılığını artırır [9]. Bu proses kanifolun tərkibinə daxil olan qətran turşularının molekullarında hidrogen atomlarının molekullar arasında yenidən paylaşmasına əsaslanır. Qətran turşuları adətən kənarda hidrogen atomları belə əlavə edilmədən eyni zamanda hidrogenləşə və dehidrogenləşə bilər. Bu bir qayda olaraq qətran turşularının bir molekulundan hidrogen molekulunun ayrılması və digər molekulun birləşməsi nəticəsində olur. Nəticədə dehidro-, dihidro- və tetrahidro- abiyetin turşuları alınır. Bu proses yüksək temperaturda ($180\text{--}350^\circ\text{C}$) və katalizator iştirakında gedir.

Kanifoldan kondensasiya reaksiyası nəticəsində alınan məhsullar. Kanifolun tərkibinə daxil olan doymamış tritsiklik turşuların konyuqə olunmuş ikiqat rabitələri ilə müxtəlif

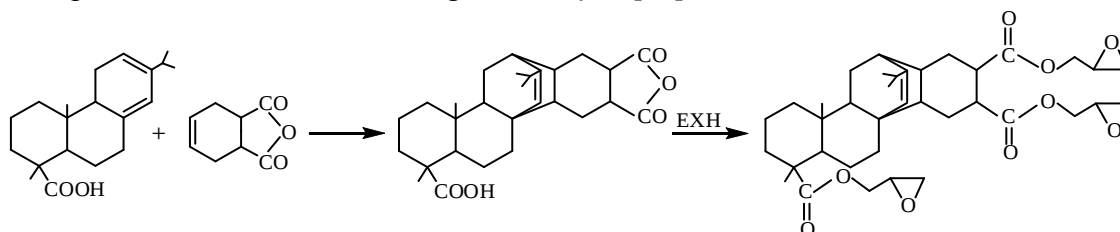
diyenofillərin kondensasiyasına aiddir. Buna əyani misal, levopimar turşusu ilə malein anhidridi arasında gedən reaksiya nəticəsində maleopimar turşusunun alınmasıdır:



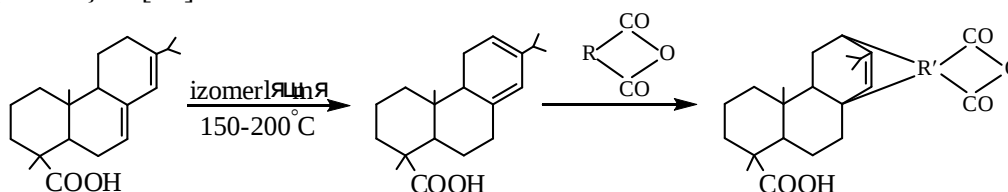
Kanifolun doymamış birləşmələrlə modifikasiyası zamanı fumar, malein, akril, itakon və sitrakon turşularından, malein və sitrakon anhidridlərindən istifadə olunur [10-15]. Malein anhidridi ilə kondensasiya 150-220° C temperaturda aparılır. Malein və fumar turşuları ilə bu reaksiya 170°C-də aparılır. Ümumiyyətlə, reaksiyanın temperaturu 190-200°C-dir.

Kanifolun duzları kristal (bərk) maddələr deyil, onlar suda və hidrosil qrupları saxlayan maddələrdə həll olurlar, karbohidrogenlərdə isə həll olmur. Kanifolun ağır metallarla duzları amorf maddələrdir, hidrofily xassəyə malikdir və yalnız qeyri-polyar üzvi həlledicilərdə həll olurlar, onları əritməklə və ya çökdürməklə alırlar. Əriyə bilən rezinatlari kanifola əsas karbonatlar, metal oksidləri və ya hidrosidləri əlavə etməklə almaq olur. Çökdürülən rezinatlari kanifol sabunu ilə müvafiq metal-ların duzları arasındakı reaksiya əsasında alırlar.

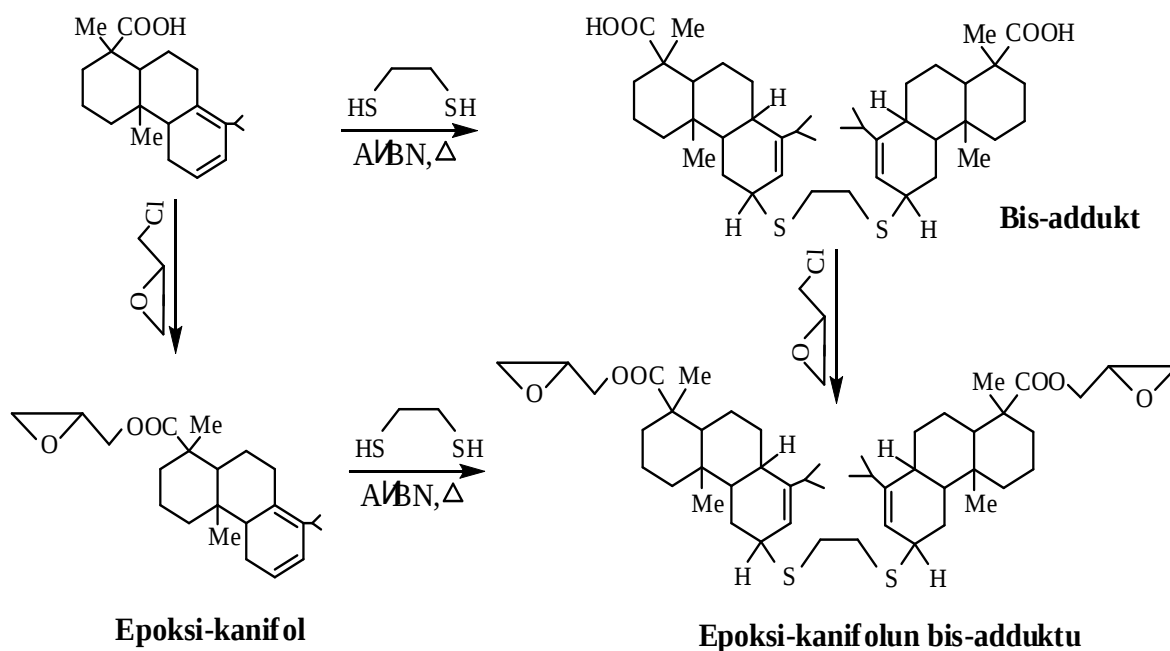
Levopimar turşusu ilə digər doymamış anhidridlərin qarşılıqlı təsirindən alınan adduktlar əsasında epoksid tərkibli birləşmələr alınmışdır. Aşağıdakı sxemdə levopimar turşusu ilə tsikloheksen-4-1,2-dikarbon turşusunun anhidridindən müvafiq adduktun və onun əsasında kanifolun epoksi törəmələrinin alınması göstərilmişdir [11]:



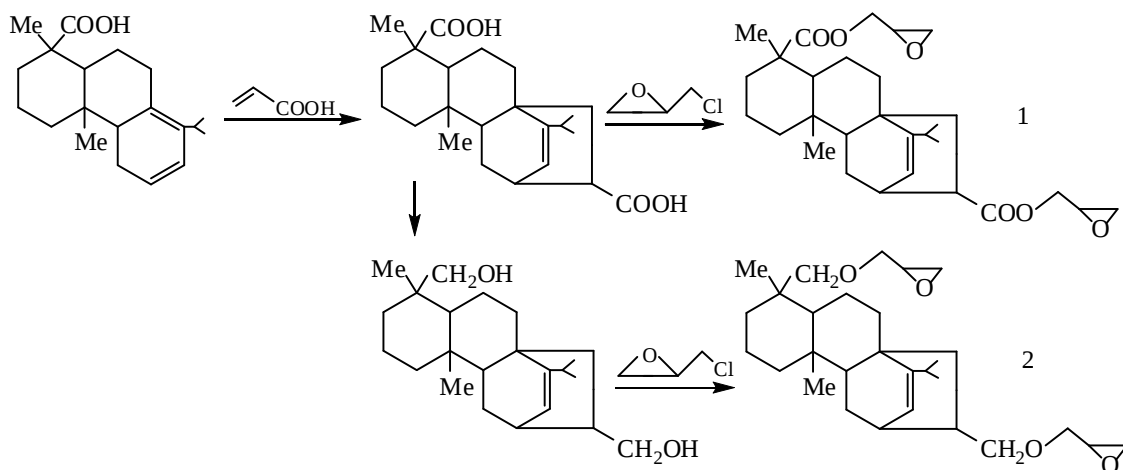
Ümumiyyətlə, aparılan diyen kondensasiya reaksiyalarında malein anhidridindən başqa diyenofil kimi digər doymamış anhidridlərdən də istifadə olunmuşdur. Bu reaksiyalar 2 müxtəlif şəraitdə aparılmışdır [12]:



Sintez edilmiş birləşmələrin molekullarında yüksək reaksiyayaqabil karboksil və anhidrid qruplarının olması onların mono- və diaminlərlə reaksiyasından amid turşuların, poliamidoimidlərin və epixlorhidrinlə qarşılıqlı təsirdən isə epoksid qətranları kimi yararlı olan qlisidil efirlərinin alınmasına imkan yaradır. Sxemdən göründüyü kimi hər iki istiqamətdə alınan bis-addukt PVX tərkibində yüksək stabilləşdirici təsirinə malikdir. Belə ki, parçalanma temperaturu ($T_{\text{parç}}$) 300°C-ə qədər artır və kompozisiyanın möhkəmliyi yüksəlir. İstifadə olunan bis-addukt eyni zamanda plastifikator və stabilizator rolunu oynayır. PVX-polimeri üçün effektiv stabilizator almaq məqsədilə alternativ xammal mənbəyi olan kanifol əsasında aşağıda göstərilən sxem üzrə kükürdtərkibli epoksid birləşmələri sintez edilmişdir [13]:



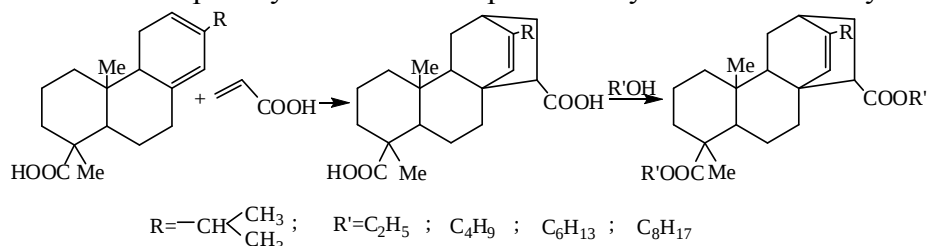
Tərkibində politsiklik fraqmentlər saxlayan və yüksək işığa, istiliyə və suyaqarşı stabilliyi ilə fərqlənən polimer materialları almaq məqsədilə [14,15] işlərdə levopimar turşusunun akril turşusu və malein anhidridi ilə diyen kondensasiyasından alınan adduktlar və onların reduksiyasından alınan spirtlərin əsasında, müvafiq qlisidil efirləri sintez edilmiş və onların bərkidilməsi yolu ilə polimer kompozisiya materialları hazırlanmışdır:



Müəyyən edilmişdir ki, alınan kanifolun epoksi törəmələri yaxşı əlaqələndirici olmaqla yanaşı lak-boya, elektro və radiotexnika sənayesində istifadə olunan kimyəvi stabil materiallar hazırlanmasında geniş istifadə olunur.

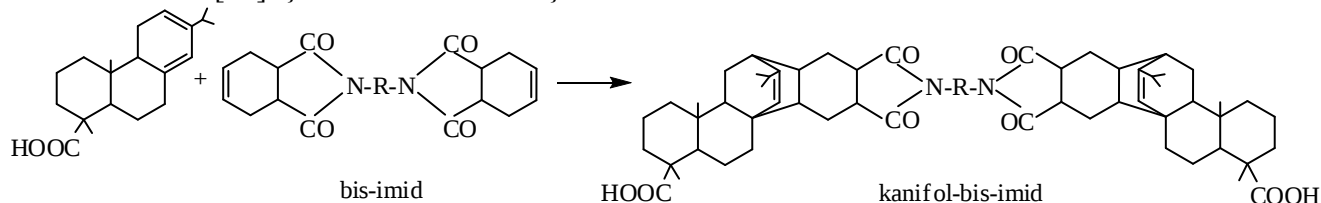
Akril turşusu iştirakında alınan adduktlardan (diturşulardan və dispirtlərdən) diqlisid efirləri, maleopimar turşusu və ondan reduksiya yolu ilə alınan spirtlərdən isə triqlisidil efirləri alınmışdır:

PVX əsasında tibb təyinatlı məmulatlar hazırlamaq üçün toksiki olmayan plastifikatorlardan istifadə edilir. Bu məqsədlə [18-21] işlərdə levopimar turşusunun akril turşusu ilə kondensasiyasından alınmış addukt əsasında alifatik spirtlərdən istifadə etməklə efirlər sintez edilmiş və onların PVX kompozisiyaları tərkibində plastifikasiyaedici xassələri öyrənilmişdir:

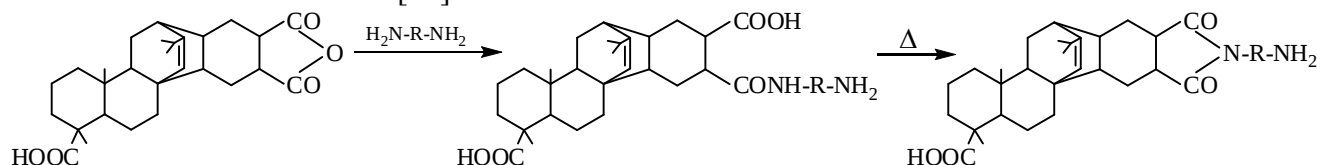


Plastifikatorların plastifikasiyaedici xassələrinin onların polimerləri özlərində həlletmə qabiliyyətlərinin müəyyən edilməsi ilə bağlı olduğunu nəzərə alaraq, sintez edilmiş plastifikatorlar PVX kompozisiyaları tərkibində tədqiq edilmişdir. Təcrübələrin nəticələri göstərmişdir ki, sintez edilmiş plastifikatorlar aşağı toksikliyə malikdirlər. Onların iştirakı ilə hazırlanmış kompozisiyalar isə yüksək termiki və reoloji xassələr göstərir.

Anhidridtərkibli levopimar turşusunun N.N¹-R- bis- imidlərinin diyen kondensasiyası əsasında sintezi [22] işdə məlumat verilmişdir:

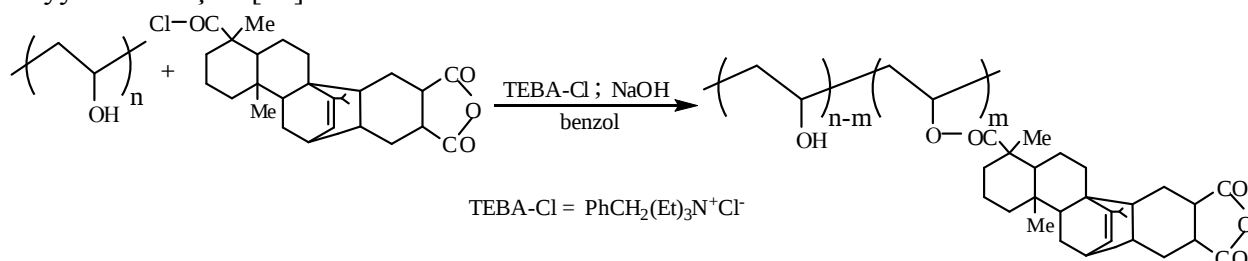


Müəyyən edilmişdir ki, reaksiya şəraitindən asılı olaraq əvvəlcə mono- və bis- amidoturşular, sonradan isə bis-imidlər alınır [23]:

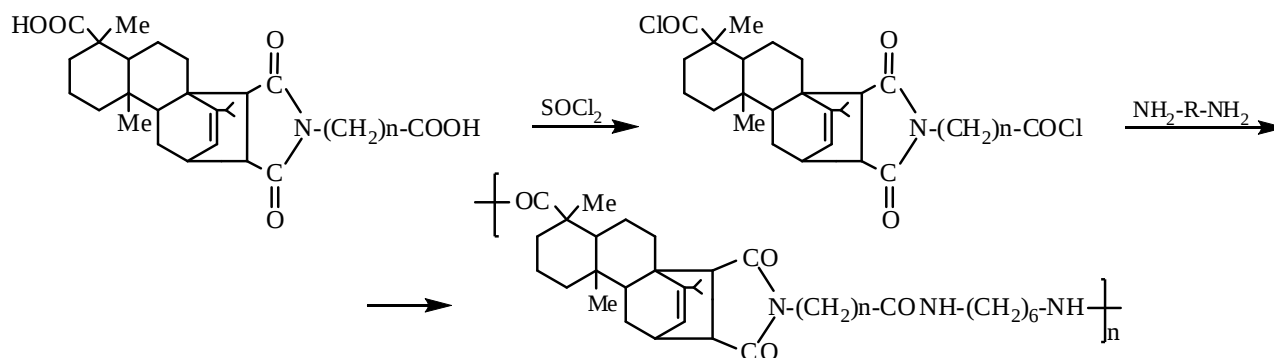


[33] sayılı işdə anhidridtərkibli pimar turşusunun SOCl₂ ilə qarşılıqlı təsirindən onun xloranhidridi alınmış və polivinil spirti ilə uyğun olaraq fazalararası kataliz şəraitində TEBA iştirakında asilləşmə reaksiyası aparılmışdır.

Reaksiyanın gedişi onun şəraitindən asılı olaraq tədqiq edilmiş və prosesin optimal şəraiti müəyyən edilmişdir [24]:



Alınan modifikatorların suda həllolması və onların suda aktivlik xassələri öyrənilmişdir. Kanifolun imiditərkibli diturşusunun xloranhidridi sintez edilmiş və onun əsasında polikondensasiya metodu ilə alifatik diaminlərdən istifadə etməklə poliimidoamidlər sintez edilmişdir [25]. Alınan polimerlərin quruluşu və termiki sabilliyi spektral, kimyəvi və termiki analiz üsullarından istifadə etməklə müəyyən edilmişdir:



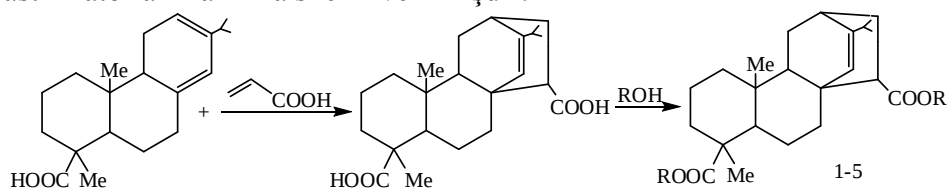
Poliimidoamidlərin sintezi iki üsulla aparılmışdır: 1-ci üsul anhidridtərkibli levopimar turşusunun dimetilformamid məhlulunda diaminlərlə qarşılıqlı təsirinə əsaslanır. 2-ci üsulda isə imidtərkibli aminoturşularda yuxarı temperaturda özü-özünə polikondensləşmə yolu ilə son nəticəyə nail olunur.

İmidtərkibli aminoturşular isə anhidrid qrupları saxlayan diaminlərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində əldə edilir.

Kanifoldan alınan efirlər. Plastifikatorlardan istifadə etməklə polimerlərin plastikləşdirilməsini təmin etmək üçün ən əlverişli üsullardan biri polimerlərin quruluşlarının modifikasiya edil-məsidir. Bu isə polimerlərin tərkibinə xüsusi maye və bərk maddələrin (plastifikator-ların) əlavə edilməsi ilə həyata keçirilir. Belə olan halda alınan materialların elastikliyi və şaxtaya davamlılıqları yaxşılaşır, onların özlülükləri, emal temperaturu aşağı düşür və emal prosesi asanlaşır.

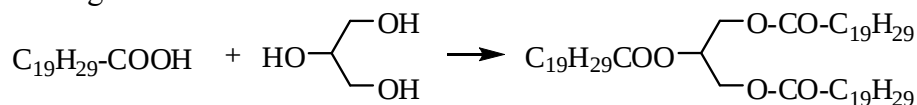
Çoxatomlu polimerlərdən plastikləşdirməyə adətən PVX, PC, PA, polikarbinatlar, epoksid və polifenilformaldehid qətranları və s. istifadə olunur. Plastifikatorların alınmasında ən perspektiv istiqamətlərdən biri üzvi turşuların efirləşməsidir. Efirləşmə reaksiyası avtokatalitik prosesdir və karbon turşuları bu prosesin gedişini asanlaşdırır. Lakin bir sıra hallarda bu reaksiya üzrə istənilən nəticəyə nail olmaq mümkün olmur. Ona görə də bu reaksiyanın sürətini artırmaq məqsədilə katalizatorlardan istifadə olunur. Katalizator karbonil qrupundakı karbon atomunun müsbət yükünü artırır və reaksiyanı efirlərin alınması istiqamətinə yönəldir. Bir qayda olaraq sulfat, xlorid, bor və digər mineral turşulardan katalizator kimi istifadə olunur.

Aşağıda kanifolun akril turşusu ilə adduktundan və tərkibində cüt karbon atomları olan spirtlərdən plastifikatorların alınma sxemi verilmişdir:



Biratomlu və ya çoxatomlu spirtlərlə kanifolun mürəkkəb efirləri lak-boya sənayesində geniş istifadə edilir və onların alınması katalizator iştirakında və ya katalizator olmayan şəraitdə aparılır. Biratomlu spirtlərdən alınan efirlər $210\text{-}300^\circ\text{C}$ -də qaynayan maye maddələrdir. Çoxatomlu spirtlərdən – etilenqlikol, dietilenqlikol, qliserin, pentaeritrit və s. alınan efirlər isə bərk maddələrdir. Çoxatomlu spirtlərlə reaksiya biratomlu spirtlərə nisbətən daha asan gedir.

Kanifol asanlıqla çoxatomlu spirtlərlə daha asan reaksiyaya girdiyindən əksər hallarda kanifolun qliserin və ya pentaeritritlə efirlərini sintez edirlər. Məsələn, qliserinlə bu reaksiya aşağıdakı sxem üzrə gedir:



Kanifolun amid törəməsindən kağız və kartona hopdurulması, kauçukun regenerasiyası, kimyəvi zəhərli maddələrin – herbisidlərin və flotoreagentlərin və s. birləşmələrin alınması məqsədilə istifadə olunur [26-28].

Kanifol əsasında alınan rezinatlardan sikkativ kimi poliqrafiya sənayesində istifadə olunur. Sikkativlər boyaların plastikliyini yaxşılaşdırır (bitki yağlarının əsasında hazırlanan əliflərin qurumasına köməklik göstərməklə tezləşdirir) və sürətləndirir.

Kanifol süni dəri istehsalında emulsion yağlamalar, dezinfeksiyaedici maddə kimi, piy sənayesində kanifoldan sabun hazırlanmasında (qida piyi əvəzinə) istifadə olunur. Sabunun yuyucu qabiliyyətini artırmaq üçün təsərrüfat sabununun tərkibində kanifol birləşməsinin miqdarı 48%-ə qədər olur. Kanifol birləşmələrindən surğuc hazırlanmasında və cərrahiyədə istifadə olunan plastirlərin də tərkibində geniş istifadə olunur [29].

[30,31] işlərdə levopimar turşusunun akril turşusu və 4-tsikloheksen-1,2-dikarbon turşusunun anhidridi ilə kondensasiyasından alınmış turşular və onların reduksiyasından əmələ gələn disipirlər əsasında epixlorhidrindən istifadə etməklə, müvafiq olaraq onların diqlisid və triqlisid efirlərinin sintez edilməsi və uyğun bərkidicilərdən istifadə etməklə strukturlaşma prosesləri öyrənilmişdir. Bərkidilmə və alınan kompaundların termodestruksiya prosesləri tədqiq edilmiş və prosesin enerji aktivliyi hesablanmış və son məhsulların termiki və mexaniki xassələri tədqiq edilmişdir [32].

ƏDƏBİYYAT

1. Журавлев П.И. Канифоль, скипидар и продукты их переработки, М.: Лесная промышленность, 1988, 78 с.
2. Ключев А.Ю., Скаковский Е.Д. Получение и исследование свойств антисептических составов на основе канифоли. // Ж. Прикл. химии. 2014, т. 87, вып. 2, с. 250-253
3. Бардышев И.И., Лабусов А.А. Синтетические продукты из канифоли и скипидара. Минск: Наука и техника, 1964, 86 с.
4. Жильников В.И., Хлопотулов Г.Ф. Модифицированная канифоль. М.: Лесная промышленность, 1963, 128 с.
5. Das S., Maiti S. Synthesis and properties a new polyesterimide from a forest product. // J. Macromol. Sci., 1982, A17, N 8, p.1177-1192
6. Sabyasachi S. Roy, Achintya K., Kundu and Sukumar Maiti. Polymers from renewable resources-13. Polymers from rosin acrylic acid adduct. // Eur. Polym. J. 1990, vol. 26, N 4, pp. 471-474,
7. Петрушеня А.Ф., Ревяко М.М., Бей М.П. Имиды малеопимаровой кислоты – адгезионные добавки к полиэтилену. // Сб. науч. трудов «Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии». Минск, 2012, с. 42.
8. Полежаева Н.И. Новые продукты с использованием канифоли, полученной при комплексной переработке коры пихты и лиственницы Сибирской. // ИВУЗ. «Лесной журнал», 2007, № 5, с. 102-105
9. Горбунова Т.П., Злобин О.В., Пашин В.А. Пат. РФ. № 2181741. Способ диспропорционирования таловой канифоли.
10. Вишневский К.В., Прокопчук Н.Р., Бей М.П. и др. Некоторые особенности свойств эластомерных композиций с азотсодержащими аддуктами канифоли. // Вестник Казанского технологического университета. Казань, 2015, т.18, с.206-209
11. Пиргулиева М.С. Отверждаемые эпоксидные соединения на основе канифоли. // Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Душанбе, 2015, с.155-156
12. Pirquliyeva M.S., Mustafayev M.M. Kanifol əsasında anhidridləşdirilmiş adduktların sintezi və onların poliamidoimidlərin alınmasında istifadəsi // M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun 80 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 15–16 noyabr, 2016, s. 356-357

13. Пиргулиева М.С. Серосодержащие эпоксидные соединения на основе канифоли – стабилизаторы для ПВХ // Сб. матер. Конференции, посвященной 55-летию со дня рождения доктора хим. наук, проф., член-корр. АН Респ. Таджикистана Куканиева М.А. Душанбе. 2015, с.11-13
14. Пиргулиева М.С. Отверждаемые эпоксидные соединения из возобновляемых природных источников / Сб. науч. тр. «Альтернативные источники сырья и топлива». Вып.2. Минск: Беларуская навука, 2016, с.50-56
15. Пиргулиева М.С. Отверждаемые эпоксидные соединения из природных восстанавливаемых источников. // Тезисы докл. АИСТ-2015, V Межд. научно-техн. конф., Минск, 2015, с. 55
16. Pirquliyeva M. Kanifol əsasında imid tərkibli ditişuların sintezi və polietilenin modifikasiyasında istifadəsi. // «Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri» mövzusunda keçirilən elmi konfrans. Gəncə, 2016, s.216-218
17. Pirquliyeva M.S. Preparation of imide containing amides of rosin and study of their modifying properties in the compositions of SBR. // 4th International Polymeric Composites Symposium, Exhibition and Brokerage Event. Izmir, Turkey. 2015, EKP-047.
18. Пиргулиева М.С. Новые пластификаторы из аддукта канифоли и акриловой кислоты. // “Ekologiya və həyat fəaliyyətinin mühafizəsi” üzrə “Sənaye ili”nə həsr olunmuş VIII ənənəvi Beynəlx. elmi konf., SDU, Sumqayıt, 2014, s.117-118
19. Pirquliyeva M.S. Kanifol əsasında plastifikatorların sintezi və onların PVX kompozisiyalarında plastifikasiyaedici aktivliklərinin öyrənilməsi. // «Funksional monomerlər və xüsusi xassəli polimer materiallar: problemlər, perspektivlər və praktiki baxışlar». Beynəlxalq elmi konfransın materialları. Sumqayıt, 15–16 noyabr, 2017, s.218-219
20. Pirquliyeva M.S. Preparation of imide containing amides of rosin and study of their modifying properties in the compositions of SBR. // 4th International Polymeric Composites Symposium, Exhibition and Brokerage Event. Izmir, Turkey. 2015, pp.132-134
21. Pirquliyeva M.S. Levopimar turşusunun maleinləşdirilmiş adduktu əsasında imid-tərkibli ditişuların sintezi və tədqiqi. // Monomerlər və polimerlər kimyasının müasir problemləri III Respublika konfransının materialları, Sumqayıt, 05–06 noyabr 2015, s.26-27
22. Пиргулиева М.С. Синтез N,N¹-R-бисимидов ангидридсодержащей левопимаровой кислоты. // Polimer Materialları İnstitutunun yaradılmasının 50 illik yubileyinə həsr olunmuş “Makromolekullar kimyası, üzvi sintez və kompozit materiallar” mövzusunda Respublika elmi konfransının materialları. Sumqayıt, 20–21 oktyabr, 2016, s.32–33
23. Пиргулиева М.С. Синтез полиамидоимидов на основе канифоли. // European Journal of Analytical and Applied Chemistry, Austria, Vienna, 2017, № 1, pp.8-13
24. Pirquliyeva M.S. Polivinil spirtinin anhidrid tərkibli pimar turşusunun xlor-anhidridi ilə asilləşməsi və biosid xassəli modifikatların alınması // Müasir təbiət və İqtisad elmlərinin Aktual Problemləri. Beynəlxalq elmi konfrans. Gəncə, 04–05 may, 2018, s.186-187
25. Пиргулиева М.С. Синтез и свойства полиамидоимидов на основе канифоли. // XXIII Международная научно-практическая конференция. «Актуальные проблемы в современной науке и пути их решения», ЕСУ. М., 2016, ч. 5, № 2 (23), с.79-83
26. Liu X.Q., Huang W. Preparation of a bio-based epoxy with comparable properties to those of petroleum-based counterparts // eXPRESS Polymer Letters. vol. 6, N 4 (2012), pp.293-298
27. Пузырев С.А., Седов А.В. Применение гидрирования и диспропорционирования канифоли для проклейки бумаги // Сб. труд. ВНИИБ, Л.: 1970, № 56, с. 75-83
28. Wilbon P., Gullledge A.L. Renewable rosin fatty acid polyesters: the effect of backbone structure on thermal properties // Green Materials, 2012, V.1, Issue GMAT-2. pp.96-104
29. Liang T., Zhang Y., Li S., Nguyen T.T.H. Synthesis, characterization and bio-activity of Rosin. Quaternary Ammonium Salt Derivatives. Bio Resources, 2013, 8 (1).

30. Пиргулиева М.С. Новые отверждаемые эпоксидные соединения на основе канифоли. // Материалы VI Международной научно-практической конференции «International innovation research». г. Пенза, Россия. 2017, с. 19-21
31. Пиргулиева М.С. Ацилирование ПВС хлорангидридом малеинопимаровой кислоты и синтез водорастворимых биоцидных модификаторов. // Scientific discussion. Section of Chemical Sciences. 2018, №17, pp.23-26
32. Pirgulyeva M.S. Hardened epoxi-imide rosin derivatives for preparation of heatresistant composition materials / 6th International Symposium on Polymers and Advanced Materials, Batumi, Georgia, 17–20 July, 2019, p.84

РЕЗЮМЕ
КАНИФОЛЬ – АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК СЫРЬЯ ДЛЯ
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
Пиргулиева М.С.

Ключевые слова: канифоль, модификация, полимеризация, малеиновый ангидрид, эпоксид.

В статье систематизированы и обобщены имеющиеся в литературе данные по получению, свойствам, областям применения канифоли, ее модификации и синтезу на ее основе различных функциональнозамещенных соединений как перспективных добавок, получению новых полимеров и полимерных композиционных материалов. Также представлены полученные автором результаты исследований по синтезу на базе канифоли новых низко- и высокомолекулярных соединений.

SUMMARY
ROSIN IS AN ALTERNATIVE SOURCE OF RAW MATERIALS
OF POLYMER MATERIALS
Pirgulyeva M.S.

Key words: rosin, modification, polymerization, maleic anhydride, epoxide.

The data on the preparation, properties, areas of application of rosin, its modification and synthesis of various functionally substituted compounds as perspective additives on its basis, the preparation of new polymers and polymer composition materials available in the literature have been systematized and briefly summarized in the paper. The results of the investigations on synthesis on the basis of rosin of new low- and high-molecular compounds obtained by author have been also presented.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	13.12.2019
	Son variant	24.12.2019

UOT 547.283.3

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕАКЦИЙ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРОПИЛЕНА И ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА В АЦЕТОН

ДУШДУРОВА НУРЛАНА ИЛХАМ ГЫЗЫ

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, докторант**Баку, Азербайджан,*nurlana.dushdurova@mail.ru**Ключевые слова:** *ацетон, пропилен, изопропиловый спирт, термодинамический анализ, окисление, дегидрирование.*

Методика расчета. Изменение энергии Гиббса рассчитывали методом Темкина Шварцмана согласно уравнению:

$$\Delta G = \Delta H_{298}^0 - T \Delta S_{298}^0 - T(\Delta a M_0 + \Delta b M_1 + \Delta c' M_{-2}),$$

где, ΔH_{298}^0 - тепловой эффект химической реакции при 298 К;

ΔS_{298}^0 - изменение энтропии химической реакции при 298 К;

Δa , Δb и $\Delta c'$ - изменение коэффициентов температурной зависимости теплоёмкостей веществ, участвующих в химической реакции

$$\Delta C_p = \Delta a + \Delta b T + \Delta c' T^{-2};$$

M_0 , M_1 , M_{-2} - коэффициенты, зависящие только от температуры.

Значения стандартных термодинамических функций при температуре 298°К, а также коэффициентов a , b , c , c' в широком интервале температур для исходных реагентов и продуктов реакции были взяты из справочных таблиц [7]. Выбранные значения термодинамических величин приведены в табл.1.

Таблица 1.*Термодинамические величины исходных реагентов и продуктов реакции*

Вещество	ΔH_{298}	S_{298}	$C_p = f(T)$			
			a	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$	$c \cdot 10^6$
i-C ₃ H ₇ OH	-272590	309,91	8,67	303,1	0	-115,8
C ₃ H ₆	20410	266,94	12,44	188,38	0	-47,6
CH ₃ COCH ₃	-217570	294,93	22,47	201,80	0	-63,50
H ₂	0	130,52	27,28	3,26	0,50	0
H ₂ O	-241810	188,72	30,00	10,71	0,33	0
O ₂	0	205,04	31,46	3,39	-3,77	0

Обсуждение результатов. Реакция окисления пропилена протекает согласно уравнению:



Как видно, реакция экзотермическая и протекает с уменьшением объема, поэтому увеличение давления смещает реакцию в сторону образования ацетона.

Ацетон из изопропилового спирта можно получать как дегидрированием, так и окислительным дегидрированием исходного спирта. Реакция дегидрирования изопропилового спирта протекает согласно уравнению:



Видно, что реакция эндотермическая и протекает с увеличением объема, поэтому увеличение давления смещает реакцию влево.

Реакция окислительного дегидрирования изопропилового спирта протекает согласно уравнению:



Как видно, реакция экзотермическая и протекает также с увеличением объема, поэтому с увеличением давления реакция смещается влево.

Рассчитанные значения энергии Гиббса приведены ниже в таблице 2. Видно, что с увеличением температуры реакции энергии Гиббса для реакции окисления пропилена и окислительного дегидрирования изопропилового спирта имеют сильные отрицательные значения, что указывает на высокую термодинамическую возможность протекания этих реакций. Энергия Гиббса реакции дегидрирования изопропилового спирта уменьшается от 20,65 кдж при 300К до -15,08 кдж при 600К, что указывает на увеличение степени превращения спирта с ростом температуры реакции.

Таблица 2.

Термодинамически рассчитанные значения энергии Гиббса для реакций окисления пропилена, дегидрирования и окислительного дегидрирования изопропилового спирта.

Реакции	Энергия Гиббса, ΔG, кдж.						
	300	350	400	450	500	550	600
Окисление пропилена	-215,32	-211,54	-207,74	-203,93	-200,1	-196,26	-192,4
Окислительное дегидрирование изопропилового спирта	-207,86	-211,39	-214,96	-218,54	-222,11	-225,65	-229,16
Дегидрирование изопропилового спирта	20,65	14,86	8,97	3,0	-2,99	-9,03	-15,08

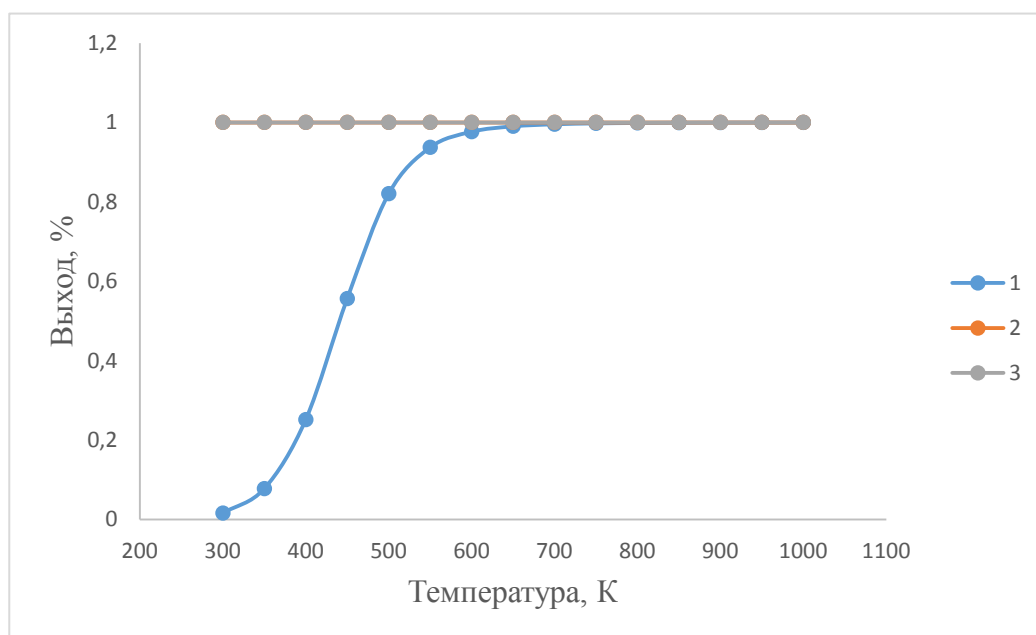


Рис. Зависимость термодинамически равновесного выхода ацетона из пропилена и изопропилового спирта.

На рисунке 1 приведены рассчитанные значения термодинамически возможных выходов ацетона в реакциях окисления пропилена и изопропилового спирта. Видно, что для реакций окисления пропилена и изопропилового спирта вплоть до 1000K выход ацетона равен 100%, в то время как в реакции дегидрирования изопропилового спирта выход ацетона возрастает с 1.5% при 300K до 100% при 700K.

Таким образом, на основании проведенных расчетов можно сказать что при температурах ниже 600K с целью получения ацетона предпочтительными являются реакции окисления пропилена и изопропилового спирта, в то время как при температурах выше 600K все три реакции получения ацетона термодинамически выгодны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jung-Hyun P., Chae-Ho Sh. Oxidative dehydrogenation of butenes to butadiene over Bi–Fe–Me(Me = Ni, Co, Zn, Mn and Cu)–Mo oxide catalysts, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2015, Vol. 21, pp. 683-688
2. Barthos R., Hegyessy A., Novodárszki G., Pászti Z., Valyon J. Structure and activity of Pd/V₂O₅/TiO₂ catalysts in Wacker oxidation of ethylene. Applied Catalysis A: General, 2017, Vol. 531, pp.96-105
3. Jiangyong Liu, Simeng Fang, Ruiqi Jian, Faming Wu, Panming Jian, Silylated Pd/Ti-MCM-41 catalyst for the selective production of propylene oxide from the oxidation of propylene with cumene hydroperoxide, Powder Technology, 2018, Vol.329, pp.19-24
4. Mingshi Li and Jianyi Shen. Selective oxidation of propylene to acetone over supported vanadia catalysts, React.Kinet.Catal.Lett. 2001, Vol. 72, No. 2, pp.263-267
5. Yanyong Liu, Kazuhisa Murata, Megumu Inaba, Naoki Mimura. Selective oxidation of propylene to acetone by molecular oxygen over M_{x/2}H_{5-x}[PMo₁₀V₂O₄₀]/HMS (M=Cu²⁺, Co²⁺, Ni²⁺), Catalysis Communications, 2003, N4, pp. 281–285
6. Zhe-Chen Wang, Wei Xue, Yan-Ping Ma, Xun-Lei Ding, Sheng-Gui He, Feng Dong, Scott Heinbuch, Jorge J. Rocca, and Elliot R. Bernstein, Partial oxidation of propylene catalyzed by VO₃ clusters: a density functional theory study, J. Phys. Chem. A 2008, 112, pp. 5984–5993
7. Равдель А.А., Пономарева А.М. Краткий справочник физико-химических величин. Л.: Химия, 1983, 231с.

XÜLASƏ PROPİL VƏ İZOPROPİL SPİRTİNİN ASETONA ÇEVİRİLMƏSİNİN TERMODİNAMİKİ ANALİZİ *Duşdurova N.İ.*

Açar sözlər: *aseton, propilen, izopropil spirti, termodinamiki analiz, oksidləşmə, dehidratasiya.*

Propilenin oksidləşməsi və dehidratlaşması, eləcə də izopropil spirtinin oksidləşdirici dehidratlaşması nəticəsində asetonun alınması prosesinin termodinamiki tədqiqi aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, 300K yuxarı temperaturda Hibbs enerjisi bütün araşdırılan reaksiyalar üçün mənfi qiymətə malikdir və izopropil spirtinin oksidləşdirici dehidratlaşması reaksiyası dehidratlaşma reaksiyasına nisbətən daha məqsədəuyğundur. Belə ki, 300K-dən başlayaraq asetonun mümkün olan çıxımı izopropil spirtinin oksidləşdirici dehidratasiyasında 100%-ə bərabərdir.

SUMMARY
THERMODYNAMIC ANALYSIS OF THE CONVERSION OF PROPYLENE
AND ISOPROPYL ALCOHOL INTO ACETONE

Dushdurova N.I.

Key words: *acetone, propylene, isopropyl alcohol, thermodynamic analysis, oxidation, dehydrogenation.*

A thermodynamic study was carried out for production of acetone by the reactions of propylene oxidation, dehydrogenation and oxidative dehydrogenation of isopropyl alcohol. It was found that the value of the change in Gibbs energy has a negative value for all the studied reactions at temperatures above 300K. It has been shown that the reaction of oxidative dehydrogenation of isopropyl alcohol is more preferable than the reaction of dehydrogenation of isopropyl alcohol. So beginning from 300K, the theoretically possible yield of acetone in the oxidative dehydrogenation of isopropyl alcohol is equal 100%.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	20.02.2019
	Son variant	22.04.2019

UOT 665.38

BİTKİ MƏNŞƏLİ DİZEL YANACAQLARININ ALINMASI VƏ İSTİFADƏSİNİN ƏSAS İSTİQAMƏTLƏRİ

ƏLİYEVƏ ZÜLFİYYƏ MEHDİ qızı

AMEA-nın akad.Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan, b.e.i.

zulfiya_alieva@mail.ru

Açar sözlər: bioyanacaq, biodizel, bitki yağları, yanma məhsulları, transefirləşmə, efirləşmə, triqliseridlər, ekoloji təhlükəsiz dizel yanacaqları

Hazırda nəqliyyat enerji istehlakına görə ikinci ən böyük sənaye sahəsidir və bu, hər il 1.1% artır [1]. Hazırkı vəziyyətdə bu enerjinin əsas hissəsi benzin, maye qaz, dizel yanacağı və təbii qaz kimi ənənəvi yanacaqlar tərəfindən təmin olunur.

Lakin bu tip yanacaqların istifadəsinin istixana effekti yaradan qazların yaradılması, turşu yağışları və global istiləşmə kimi ekologiya üçün çox zərərli olan effektləri var. Ekoloji problemlərlə yanaşı, xam neft ehtiyatlarının azalması və mineral enerji daşıyıcılarının istifadəsi nəticəsində Yer kürəsinin ekologiyasında baş verən dönməz dəyişikliklər alternativ enerji mənbələrinə keçilməsini zəruri edir [2]. Dünyanın aparıcı ölkələri tərəfindən yeni enerji mənbələrinə keçid planları təsdiqlənib və müxtəlif direktivlər qəbul olunub.

Bitki və heyvan mənşəli yağların sadə spirtlərlə transefirləşmə prosesində istehsal oluna bilən biodizel yanacağı bərpa oluna bilməsi, asan və tez parçalanması, daha az ekoloji zərərli olması və üstün yanma səmərəliliyinə malik olması səbəbindən neft mənşəli dizel yanacağı üçün perspektivli əvəzedicidir. Belə ki, 65-70 °C alışma temperaturuna malik olan neft mənşəli dizel yanacağı ilə müqayisədə 120-150 °C alışma temperaturuna malik biodizel yanacağı daha az yanıcı və partlayıcı hesab olunur. Nəticədə, biodizelin istifadəsi, daşınması və saxlanması nisbətən daha asan və təhlükəsizdir. Əlavə olaraq, biodizel istehsalı inkişafda olan ölkələrdə qida yağlarının istehsalının artmasına və bununla da kənd təsərrüfatı sənayesinin inkişafına təkan verə bilər [3].

Biodizel yanacağının alınması üçün xammal. Bitki yağlarının spirtlərlə alkoqoliz prosesi onların biodizelə çevrilməsi üçün istifadə olunan ən geniş yayılmış və inkişaf etdirilmiş üsuldur.

Bu zaman biodizel istehsalı üçün əsas xammal kimi qida, qeyri-qida və heyvan mənşəli yağlar, eyni zamanda tullantı yağları istifadə olunur. Yeni xammal mənbələri tapmaq və nisbətən bahalı qida yağlarının istifadəsini azaltmaq məqsədilə bir sıra elmi araşdırmalar aparılmışdır [4].

Bir sıra tədqiqatlarda biodizel yanacağı kimi birbaşa bitki yağlarının istifadəsi tədqiq olunmuşdur. Məsələn, günəbaxan, pambıq, qarğıdalı və zeytun yağlarını neft mənşəli dizel yanacağı ilə qarışdıraraq laboratoriya şəraitində 4 gedişli, su ilə soyudulan, 6 silindrli dizel mühərrikində (Mercedes-Benz OM 366LA) sınaqdan keçirmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, bitki yağları ilə qarışdırılmış yanacağın istifadəsi tüstü qazlarının miqdarını azaldır, lakin dizel yanacağında bitki yağlarının faiz nisbəti artdıqca azot oksidlərinin (NO_x), karbon monoksidin (CO) və yanmamış karbohidrogenlərin miqdarı artır [5].

Məlum olduğu kimi, biodizel yanacağı müxtəlif bitki və heyvan mənşəli yağlar və sadə spirtlər əsasında alınır. Bu zaman istifadə olunan spirtlərin molekul çəkisi alınan biodizelin çıxımına və xüsusiyyətlərinə təsiri böyükdür. Belə nəticəyə gəlinmişdir ki, ən yüksək çıxım metanolla, ən aşağı çıxım isə propanol-2 ilə əldə olunur [6]. Bundan əlavə, şaxəli quruluşlu spirtlərdən istifadə isə alınan biodizelin donma temperaturunu azaldır. İstifadə olunan spirtlərdə karbon atomlarının sayının artması ilə biodizelin çıxımı azalır [7].

Biodizel yanacağıının alınması üçün katalizatorlar.

1. Qələvi katalizatorlar. Biodizel efirlərinin alınmasında katalizator mühüm rol oynayır. Ümumiyyətlə, bu prosesdə istifadə olunan katalizatorlar homogen və heterogen olmaqla iki qrupa ayrılabilir. Bu qrupların hər biri isə ayrılıqda turş, qələvi və qarışıq ikifunksiyalı katalizatorlar kimi təsnif olunur.

Homogen qələvi katalizator kimi ən geniş istifadə olunan katalizatorlar natrium və kalium hidroksidləridir. Bu katalizatorlar həm yüksək aktivliyə malik olduqlarından, həm də asan və ucuz əldə edildiyindən biodizel istehsalı üçün geniş miqyasda istifadə olunur. [8]

Bir sıra tədqiqatlarda soya, günəbaxan və tullantı yağlarının alkoqoliz prosesində NaOH və natrium metoksid (NaOCH_3) kimi natrium əsaslı katalizatorların kalium əsaslı katalizatorlardan daha yüksək katalitik aktivlik göstərdiyi aşkar olmuşdur. [9]

Lakin kalium hidroksidin də uğurla istifadəsi bir sıra tədqiqatlarda qeyd olunmuşdur. Məsələn, quş yağı və metanolun 65°C -də 1% (küt.) KOH katalizatorunun iştirakı ilə metanolun yağa nisbəti 6:1 olan transefirləşmə reaksiyasından 380 dəqiqə sonra 97% çıxımla biodizel alınması və balıq yağının 0.5% (küt.) KOH katalizatorun istifadəsində metanolun yağa nisbəti 6:1 olan 32°C -də aparılan çoxmərhələli transefirləşmə reaksiyasından 360 dəqiqə sonra 96% çıxımla biodizel alınmasında KOH katalizatorunun digər qələvi katalizatorlardan daha üstün olunması göstərilmişdir. [10]

2. Turş katalizatorlar. Aşağı keyfiyyətli xammaldan (tərkibində sərbəst yağ turşuları (SYT) olan) biodizel efirlərinin alınması üçün turş katalizatorlardan efirləşmə, daha sonra isə qələvi katalizatorlardan transefirləşmə prosesində istifadə etmək olar. Transefirləşmə re-aksiyası zamanı turşu katalizator da istifadə oluna bilər, lakin turşu katalizatoru ilə gedən transefirləşmə reaksiyasının sürəti çox zəif olur və yağın biodizelə çevrilməsi təxminən 24-48 saata baş verir [11]. Qeyd olunan katalizatorların arasında müvafiq olaraq sulfat turşusu, metansulfat turşusu və fosfat turşusu ən yüksək aktivliyə malik katalizatorlardan hesab olunur.

3. Heterogen katalizatorlar. Yüksək aktivliyinə və nisbətən ucuz qiymətinə görə homogen katalizatorların biodizel istehsalında geniş istifadə olunmasına baxmayaraq homogen katalizatorlar prosesdə yenidən istifadə oluna bilmir. Bu baxımdan, heterogen katalizatorlar iqtisadi və ekoloji cəhətdən daha əlverişli hesab olunur, çünki bu tip katalizatorlar həm məhsuldan asan ayrılmaqla təmizlənmə mərhələsini aradan çıxarır, həm də yenidən istifadə oluna bilirlər. Lakin heterogen katalizatorlar daha yavaş reaksiya sürətinə malikdirlər.

Biodizel yanacağıının alınmasında tədqiq olunmuş bərk katalizatorlar kimi müxtəlif daşıyıcılara hopdurulmuş qələvilər [12], polimer-gel katalizator [13], turşularla işlənmiş seolitlər [14], nano ölçülü metal oksidləri və onların qarışıqlarını misal gətirmək olar [15-17]. Qeyd olunan katalizatorların arasında yüksək qələvi aktivliyinə, az həll olmasına, istifadəsinin asanlığına və daha ucuz olmasına görə kalsium oksid diqqət mərkəzindədir.

Ucuz və aktiv kalsium əsaslı katalizatorların əldə olunması üçün bir sıra təbii və tullantı mənbələri araşdırılmışdır. Bu tipli kalsium birləşmələri qızdırılarkən biodizel istehsalında istifadə oluna bilən CaO birləşməsinə çevrilirlər. Müəyyən olunmuşdur ki, balıqqulağı qabıqlarının 120 dəqiqə ərzində 900°C -də kalsinasiyası nəticəsində CaO əmələ gəlir ki, bu da palma yağı və metanolun transefirləşmə prosesində katalizator kimi iştirak edə bilər. [18]

Yumurta və xərçəng qabıqlarından da CaO mənbəyi kimi istifadə olunmuşdur [32]. Əldə olunan katalizator günəbaxan yağı və metanol arasında gedən transefirləşmə prosesində istifadə olunub və 180 dəqiqə ərzində 60°C temperaturda spirtin yağa mol nisbəti 9:1 olan transefirləşmə prosesindən 94.10% çıxımla biodizel alınması təsdiq edilib.

CaO katalizatoru üçün daşıyıcı kimi NaY, KL və NaZSM-5 seolitləri istifadə olunub. NaY zeolit, metanol / soya yağı molar nisbəti 9:1, reaksiya temperaturu 65°C , reaksiya müddəti 3.0 saat və katalizator 30 % küt (yağa görə) olduqda biodizelin çıxımı 95% təşkil etmişdir. [31, 32]

4. İon mayeləri və amintərkibli katalizatorlar. Biodizel istehsalında bir sıra üzvi qələvi katalizatorlar da istifadə olunur. Pambıq yağı və qızardılmış tullantı yağlarının metanoliz prosesi

üçün tetrametil ammonium hidroksid (TMAH), benziltrimetil ammonium hidroksid (BTAH) kimi amin əsaslı maye katalizatorlar tətbiq olunmuşdur. Nəticələr göstərmişdir ki, qeyd olunan hər iki katalizator biodizel istehsalı üçün yüksək aktivliyə malikdir [20].

Pambıq yağı və qızardılmış tullantı yağlarından biodizel istehsalı üçün tərkibində qələvi metal olmayan 1,1,3,3-tetrametilquanidin (TMQ) katalizatoru da test edilmişdir [21]. Müəyyən olunmuşdur ki, yağdakı SYT-ın amin katalizatoru ilə reaksiyaya girməsi səbəbindən sabun əmələ gəlmir və reaksiyanı aşağı turşuluğa malik olan yağ turşularının amidlərinin və tetrametilquanidinin üzvi duzlarının yaranmasına yönəldir.

Bitki yağları və spirtlərdən alınan bioyanacaqların alınmasında ion mayeləri daşıyıcı kimi (köməkçi maddələr) və ya əsas katalizator kimi istifadə edilə bilər. Birinci halda triqliseridlərin transefirləşmə proseslərində ion mayələrindən istifadə prosesdə iki fazalı sistemin daha tez əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu halda tərkibində qliserin olan suda həll oluna bilən məhlulun çıxarılması transefirləşmə reaksiyasını tarazlığını sağa dövrü yönəldir, əsas məhsulun çıxımını artırır [22,23].

İon mayesi kimi xolin xlorid: $ZnCl_2$ ion mayesi, $[Sn(3\text{-hidroksi-2-metil-4-piron}[(H_2O)_2])]$ kompleksini 1-n-butil-3-metilimidazoliy tetraxloridat ([IMT] [InC14]) ion mayesini, qalayla 1-n-butil-3-metilimidazoliyheksaflüorofosfat ([IMT] $[PF_6]$) əsasında kompleksi ion mübadiləli qatranlara hopdurmaqla alınan katalizatorlar tədqiq olunmuşdur [24].

Lapis və başqaları biodizel yanacağı almaq üçün katalizator kimi [BMI] $[NTf_2]$, [BMI] $[BF_4]$ və [BMI] $[PF_6]$ ion mayələrini sınaqdan keçirmişlər. Ən yaxşı nəticə [IMT] $[NTf_2]$ -dən istifadə edərkən alınmışdır ki, bu da biodizel efirinin 98% çıxımını təmin etmişir [25].

5. Fermentlərin katalizator kimi iştirakında biodizelin alınması.

Biodizelin alınmasında yeni bir katalitik proseslər fermentlərin istifadəsilə həyata keçirilir. Belə yeni katalizatorlar kimi müxtəlif lipazlar sınaqdan keçirilib. Lipazların katalizator kimi üstünlükləri: daha aşağı temperatur ($20\text{-}50^\circ\text{C}$), təmizlənməmiş xammalın istifadəsi, sərbəst yağ turşularının istifadəsi, immobilizasiya olunmuş lipazların təkrar istifadəsi, məqsədli məhsulların asan yuyulması, Lipazların gen mühəndisliyi üsulları ilə modifikasiyasının mümkünlüyü. Lipazların katalizator kimi çatışmazlıqları: reaksiya uzun müddət aparılması və lipazların metanol-etanol və əmələ gələn qliserin mühitində deaktivasiya olunmasıdır [26].

Hal-hazırda sənayedə bir sıra lipazlar istifadə olunur. Onlardan ən geniş yayılmışı makroməsaməli polimetilakrilata immobilizə olunmuş Candida antarctica-dan alınmış Novozym 435, Rhizomucor miehe-dən alınmış və anionitə immobilizə olunmuş Lipozyme RM IM, Thermomyces lanuginosus-dan alınmış və qranula olunmuş silikagelə immobilizə olunmuş Lipozyme TL IM lipazlar istifadə olunur [27, 28].

Lipazların təkrar istifadəsi üçün onlar mütləq hansısa daşıyıcılara immobilizasiya olunmalıdır. Bu zaman daşıyıcılar iqtisadi nöqteyi-nəzərdən əlverişli olmalıdırlar. Ən ucuz daşıyıcılar kimi silikagel, diatomit və kaolinit [29,30] istifadə olunur.

Fiziki üsulların biodizel yanacağının alınmasında istifadəsi.

1. Mikrodalğalar təsirində biodizelin alınması.

Transefirləşmə reaksiyasının aktivləşdirilməsi üçün yağ və spirt təbəqələrinin daha yaxşı qarışmasını təmin etmək məqsədi ilə bir sıra metodlardan, o cümlədən mikrodalğalı isitmə, ultrasəsli kavitasiya və superkritiki metodlarından istifadə olunmuşdur.

Biodizel yanacağının alınmasında bitki yağlarının spirtlərlə katalitik transefirləşmə reaksiyalarında yüksək polyarlığa və mikrodalğaları udma qabiliyyətinə malik olan metanol istifadə olunur. Məsələn, Gude və başqaları [31] apardıqları tədqiqatlarda mikrodalğalar təsirində biodizelin alınması prosesinin müddətini ənənəvi üsulla müqayisədə 2 saatdan 6 dəqiqəyə dək azalmasını və eyni zamanda biodizelin daha yüksək çıxımının (adi üsuldən 4,1% daha çox) əldə edilməsini sübut etmişlər. Bundan əlavə, mikrodalğalar təsirində aparılan prosesin enerji istehlakı 288 kC, adi şəraitdə aparılan prosesdə isə 3150 kC təşkil edir və bu da birinci prosesin daha əlverişli olduğunu təsdiqləyir.

Bundan əlavə, mikrodalğalı təsir superkritik şəraitdə aparılan qeyri-katalitik transdofirləşmə reaksiyalarının təkmilləşməsi üçün də istifadə oluna bilər, xüsusən də tərkibində su olan xammallar üçün, çünki su molekulları dipol momentinə malikdirlər və elektrik sahəsinə həssasdırlar. Mikrodalğalar təsirində dipollar yüksək tezliklə dəyişən elektrik sahə üzrə yönəlməyə cəhd edir və nəticədə lokal qızmalar baş verir.

Bu istiqamətdə aparılan işlər kimi qurudulmuş və nəm mikroyosunlar yağının superkritik şəraitdə transefirləşmə proseslərini qeyd etmək olar. Məlum olduğu kimi, biodizel yanacağının super kritik şəraitdə qeyri- katalitik alınması prosesi 350 °C və 15 MPa təzyiq altında aparılır və mürəkkəb texniki şərait və qurğular tələb edir və iqtisadi nöqteyi nəzərindən əlverişli sayıla bilməz [32].

2. Ultrasəsli dalğalar təsirində biodizelin alınması.

2000-ci illərdən başlayaraq ultrasəsli dalğaların kimyəvi tədqiqatlarda istifadəsi daha çox genişləniib. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində aydın olmuşdur ki, ultrasəsli dalğaları kimyəvi reaksiyalara təsiri aşağıdakılardan ibarətdir: axının akustik qarışması, səs təzyiqinin təsiri altında maye sürətinin artması, kavitasiya qabarcıqlarının partlaması nəticəsində əmələ gələn təzyiqin təsirindən molekullarda kimyəvi əlaqələrin zəifləməsi. Əsas təsiri axırını göstərilmiş effekt göstərir.

İlk dəfə olaraq ultrasəsli dalğaların biodizel yanacağının alınması üçün [33] işin müəllifləri məlumat vermişlər və qeyd etmişlər ki, reaksiya müddətinin, istifadə olunan katalizatorun miqdarının azalması və spirtin daha az nisbətə istifadəsi bu növ aktivləşməni unikal edir və məhz buna görə də hal-hazırda bu tədqiqatlar azalmadan davam etdirilir.

Ultrasəs enerjisi katalizatorların daha kiçik hissələrə parçalanmasına səbəb olur və bu da öz növbəsində katalizatorun səthinin və onun reagenlərlə kontakt səthinin artırır və daha uzun müddət sabilliyinin saxlanılmasına gətirib çıxarır. Buna görə də bu prosesdə bərk katalizatorların istifadəsi məqsədə uyğundur [34]. Bu işin müəllifləri hətta biodizel efirlərinin alınmasında istifadə olunan Novozym 435 ferment katalizatorun aktivliyinin artması haqqında məlumat vermişlər.

Yuxarıdakıları nəzərə alaraq bu prosesin sənayeləşdirilməsi və çatışmazlıqları aradan qaldırmaq üçün əlavə texniki və elmi təkmilləşdirilmə tələb olunur.

Ultrasəsli dalğalar istifadəsində katalizatorlar öz aktivliklərini itirmir və yenidən istifadə oluna bilər.

3. Superkritik şəraitlərdə biodizelin alınması.

Biodizel efirlərinin daha effektiv alınma üsullarının işlənməsi hər zaman gündəmədədir və belə proseslər sırasında superkritik şəraitlərdə aparılan proseslər diqqət nəzərindədir. Qeyd etmək lazımdır ki, mayenin temperaturu kritik həddi aşanda o superkritik halda olur və demək olar ki, hər bir maddəni özündə həll etmə qabiliyyətinə malik olur. Bu effekt bir çox proseslərdə tətbiq olunub, o cümlədən biodizelin alınmasında [35].

Superkritik şəraitlərdə biodizel efirlərinin alınması prosesləri iki istiqamətdə gedə bilər. Birinci istiqamət üzrə katalizatorun istifadəsilə adi şəraitdə aparılan prosesdə məqsədli məhsulların sonradan superkritik karbon dioksidi ilə ekstraksiyası, digər bir prosesdə isə alqaqoliz prosesinin birbaşa superkritik halda olan metanolla ($T_{kp} = 513,0 \text{ K}$ $P_{kp} = 8,04 \text{ MPa}$) katalizatorsuz aparılmasıdır. İkinci istiqamət üzrə aparılarkən yağ/spirt fazalarının ayrılması müşahidə olunmur.

Bu proses bir sıra tədqiqat işlərində metanolun öncədən 350 °C -dək qızdırılması ilə 24-36 s ərzində spirt:yağ nisbəti 42:1-100:1 olduqda sınaqdan keçirilib [36].

Digər bir işdə lipazların istifadəsində superkritik CO₂ mühitində aparılan ekstraksiya prosesinin üstünlükləri və biodizel yanacağının bir- və iki mərhələli alınma prosesi tətbiq olunmuşdur .

Hal-hazırda sənayedə alınan biodizel yanacağı ənənəvi neft əsaslı dizel yanacaqlarından bir qədər bahadırlar və bunun səbəbi birbaşa istifadə olunan xammalın qiyməti ilə bağlıdır. Bitki yağlarının müxtəlif yağlı bitkilərin tumlarından superkritik şəraitdə aparılan ekstraksiya prosesi də alınan yağların kifayət qədər ucuzlaşmasına səbəb ola bilər [37].

Biodizel yanacağının qiymətinin münasib olması üçün onun alınma texnologiyaları təkmilləşməlidir. Belə təkmilləşmələr həm yeni katalizator növlərinin tapılması, həm də proseslərin aşağı enerjili dalğalar təsirində, məsələn, ultrasəs, mikrodalğalı şüalanma, maqnit dalğaları və s. bu kimi təsirlər vasitəsilə aparılmasından ibarət olmalıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. BP statistical review of World Energy, June 2013. <http://www.bp.com/statisticalreview> [accessed 19.02.15].
2. Рустамов М.И., Аббасов В.М., Мамедова Т.А., Пириев Н.Н. Экологическое состояние Земли и альтернативные источники энергии. Баку, 2008, 717 с.
3. Baskar G, Aiswarya R. Trends in catalytic production of biodiesel from various feedstocks. *Renew Sustain Energy Rev*, 2016, Vol. 57, pp. 496-504
4. Wang R, Hanna MA, Zhou W-W, Bhadury PS, Chen Q, Song B-A, et al. Production and selected fuel properties of biodiesel from promising nonedible oils: *Euphorbia lathyris* L., *Sapium sebiferum* L. and *Jatropha curcas* L. *Bioresour Technol*, 2014, Vol.102, pp.1194-1199
5. Rakopoulos DC, Rakopoulos CD, Giakoumis EG, Dimaratos AM, Founti MA. Comparative environmental behavior of bus engine operating on blends of diesel fuel with four straight vegetable oils of Greek origin: sunflower, cottonseed, corn and olive. *Fuel* 2011, Vol.90, pp.3439–3446
6. Vedharaj S, Vallinayagam R, Yang WM, Chou SK, Chua KJE, Lee PS. Experimental investigation of kapok (*Ceiba pentandra*) oil biodiesel as an alternate fuel for diesel engine. *Energy Convers Manag.*, 2013, Vol.75, pp. 773-779
7. Sánchez M, Bergamin F, Peña E, Martínez M, Aracil J. A comparative study of the production of esters from *Jatropha* oil using different short-chain alcohols: optimization and characterization. *Fuel* 2015, Vol.143, pp.183-198
8. Shahbazi MR, Khoshandam B, Nasiri M, Ghazvini M. Biodiesel production via alkali-catalyzed transesterification of Malaysian RBD palm oil - characterization, kinetics model. *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, 2014, Vol. 43, pp. 504-510
9. Keera ST, El Sabagh SM, Taman AR. Transesterification of vegetable oil to biodiesel fuel using alkaline catalyst. *Fuel*, 2014, Vol. 90, pp. 42-47
10. Chung K-H, Kim J, Lee K-Y. Biodiesel production by transesterification of duck tallow with methanol on alkali catalysts. *Biomass Bioenergy*, 2009, Vol.33, pp.155-158.
11. Farag HA, El-Maghraby A, Taha NA. Optimization of factors affecting esterification of mixed oil with high percentage of free fatty acid. *Fuel Process Technol.*, 2011, Vol. 92, pp.507-510
12. Pat. JP 2009297669 (Japan,2009)
13. Pat. EP2106853 (European ,2011)
14. Pat. CN101480619 (China,2009.)
15. Pat. CN101475822 (China,2012.)
16. Pat. CN101480609 (China ,2009.)
17. Patent US 307966 (USA,2009)
18. Suryaputra W, Winata I, Indraswati N, Ismadji S. Waste capiz (*Amusium cristatum*) shell as a new heterogeneous catalyst for biodiesel production. *Renew Energy*, 2013, Vol.50, pp.795-799
19. Correia L.M, Saboya R.M, Campelo N. S.& oth.,. Characterization of calcium oxide catalysts from natural sources and their application in the transesterification of sunflower oil. *Bioresour Technol.*, 2014, Vol. 151. pp. 207-213
20. Karavalakis G, Anastopoulos G, Karonis D, Stournas S. Biodiesel production using tetramethyl- and benzyltrimethyl ammonium hydroxides as strong base catalysts. *Fuel Process Technol*, 2010, Vol.91, pp.1585-1590
21. Karavalakis G, Anastopoulos G, Stournas S. Tetramethylguanidine as an efficient catalyst for transesterification of waste frying oils. *Appl Energy*. 2011, Vol. 88, pp. 3645-3650

22. Ramalho H. , Ferreira K. & oth. Production of Additives with Antimicrobial Activity via Tandem Hydroformylation-amine Condensation of Soybean FAME Using an Ionic Liquid-Based Biphasic Catalytic System J. Braz. Chem. Soc., 2016, Vol.27, N 2, pp. 236-244
23. Fang Z., Smith J.R., Qi X. Production of Biofuels and Chemicals with Ionic Liquids Biofuels and Biorefineries. Springer, 2014, p.216 .
24. Long T., Deng Y., Gan S., Chen J., Application of choline chloride.xZnCl₂ ionic liquids for preparation of biodiesel. Chinese Journal of Chemical Engineering, 2010, Vol. 18, pp. 322-327
25. Lapis A. A. M., Oliveira L. F., Neto B. A. D., Dupont J. Ionic liquid supported acid/base-catalyzed production of biodiesel. ChemSusChem. 2008, Vol. 1, № 8-9, pp.759-762
26. Watanabe Y., Pinsirodom P., Nagao T., Yamauchi A., Kobayashi T., Nishida Y., Takagi Y., Shimada Y. Enzymatic Conversion of Waste Edible Oil to Biodiesel Fuel in a Fixed-Bed Bioreactor J. Mol. Catal. B: Enzym. 2015. Vol. 44, № 3-4. pp. 99-105.
27. Luna D., Posadillo A., Caballero V. New Biofuel Integrating Glycerol into Its Composition Through the Use of Covalent Immobilized Pig Pancreatic Lipase Int. J. Mol. Sci. 2012. Vol. 13, N8, pp. 10091–10112.
28. Wang L., Du W., Liu D., Wang L., Li L., Dai N. Lipase-catalyzed biodiesel production from soybean oil deodorizer distillate with absorbent present in tert-butanol system J. Mol. Catal. B: Enzym. 2006, Vol. 43, № 1-4. pp. 29-32.
29. Soumanou M.M., Bornscheuer U.T. Methods to increase enantioselectivity of lipases and esterases// Enzyme Microb. Technol. 2003. Vol. 33, № 1. pp. 97-103
30. Hsu A.F., Jones K., Foglia T.A., Marmer W.N. Immobilized lipase-catalysed production of alkyl esters of restaurant grease as biodiesel Biotechnol. Appl. Biochem. 2002. Vol. 36, № 3, pp. 181-186
31. Patil P.D., Reddy H., Muppaneni T. & oth. Microwave-mediated non-catalytic transesterification of algal biomass under supercritical ethanol conditions. J. Supercrit. Fluids 2013, Vol.79, pp. 67-72
32. Patil P.D., Reddy H., Muppaneni T.&oth. In situ ethyl ester production from wet algal biomass under microwave-mediated supercritical ethanol conditions. Bioresour. Technol. 2013, Vol.139, pp.308-315
33. Salamatina B.H., Mootabadi S., Bhatia A.Z. Optimization of ultrasonic-assisted heterogeneous biodiesel production from palm oil: A response surface methodology approach. Fuel Process. Technol. 2010, Vol.91, pp.441-448
34. Yu D., L. Tian, H. Wu, S. Wang & oth. Ultrasonic irradiation with vibration for biodiesel production from soybean oil by Novozym 435. Process Biochem., 2010, Vol.45, pp. 519-525
35. He H., Sun S., Wang T., Zhu S. Transesterification kinetics of soybean oil for production of biodiesel in supercritical methanol Journal of the American Oil Chemists Society, 2007, Vol.84, pp. 399-404
36. Karne B. Supercritical methanol for fatty acid methyl ester production: A review Karne de Boer, Parisa A. Bahri Biomass and Bioenergy, 2011, Vol.35, pp. 983-991
37. Demirbas A. Thermal degradation of fatty acids in biodiesel production by supercritical methanol A. Demirbas Energy, Exploration & Exploitation Vol.25, 2007, pp. 63-70

РЕЗЮМЕ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Алиева З.М.

Ключевые слова: биотопливо, биодизель, растительные масла, продукты сгорания, трансэфир, эфирные масла, триглицериды, экологически безопасные дизельные топлива

В статье представлены существующие методы получения биодизельных топлив, современные тенденции производства и использования их с учетом современных стандартов. Показано, что основными тенденциями процесса получения сложных эфиров жирных кислот, используемых в качестве биодизеля, являются выбор доступного сырья, поиск активных катализаторов, определение условий использования этих катализаторов, а также разработка технологий получения их под влиянием различных физических воздействий. Рассмотрены варианты получения биодизельных топлив в процессах ультразвуковой кавитации, микроволнового излучения, доведением сырья до сверхкритических условий, отмечены положительное и отрицательное влияние этих процессов на критические кризисные условия, а также процессы под воздействием физических волн. На основании литературных источников было установлено, что основной тенденцией в получении алкиловых эфиров жирных кислот растительных масел является использование аминоксодержащих катализаторов под влиянием физических факторов.

SUMMARY

MAIN DIRECTIONS OF OBTAINING AND USING OF BIO-BASED DIESEL FUELS

Aliyeva Z.M.

Key words: biofuels, biodiesel, vegetable oils, combustion products, transephyr, essential oils, triglycerides, environmentally friendly diesel fuels

The article presents modern methods for producing and using biofuel diesel fuels, as well as current trends in the processes of acquiring biodiesel, taking into account modern standards for their use. It was shown that the main trends in the development of the process for producing alkyl fatty acid esters used as biodiesel are the selection of available raw materials, the search for active catalysts, the determination of the conditions for the use of these catalysts and various processes. The processes of using biodiesel fuel, such as ultrasonic cavitation, electromagnetic field, laser and microwave effects, as well as the effect of raw materials on critical crisis conditions, as well as processes under the influence of physical waves, are considered. Based on literature sources, it was found that aminocatalysts and the process are used under the influence of physical factors in the production of fatty acid alkyl esters.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.09.2019
	Son variant	14.10.2019

UOT 547.772.775

YENİ FUNKSIONALƏVƏZLİ PİRAZOLİNLƏRİN SİNTEZİ VƏ XASSƏLƏRİ

QARAYEVA AYNUR RAMİZ qızı

Azərbaycan MEA Polimer Materialları İnstitutu, e.i., doktorant

ipoma@science.az

Açar sözlər: 1,3,5-funksionaləvəzli pirazolinlər, monoxlorsirkə turşusunun metil efiri, etilenxlorhidrin, 1,2-dibrometan, allil bromid, antimikrob fəallıq

5-(Dialkilaminometil)-3-metilpirazolinlərin müxtəlif elektrofil reagentlərlə - ekvimolyar miqdarda trietilaminin iştirakı ilə sirkə və monoxlorsirkə turşularının xloranhidridləri ilə, qələvi mühitdə isə monoxlorsirkə turşusunun metil efiri, etilenxlorhidrin, 1,2-dibrometan və allilbromid ilə reaksiyaları aparılmış və yeni pirazolin törəmələri sintez edilmişdir. Alınan birləşmələrin tərkibləri, quruluşları və xassələri öyrənilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, sintez olunmuş 1,3,5-əvəzli pirazolinlər müxtəlif növ bakteriyalara qarşı yüksək antimikrob fəallıq göstərir.

Hal-hazırda həm tibdə, həm də sənayenin müxtəlif sahələrində mühüm əhəmiyyət kəsb edən xüsusi tərkibli funksional qruplara malik heterotsiklik azotüzvi birləşmələrin əlverişli sintezi üsullarının işlənilməsi və həyata keçirilən sintez reaksiyalarının tədqiqi olduqca böyük maraq doğurur. Bu sinif birləşmələr (məsələn, nikotin turşusu törəmələri, pirrollar, izoksazollar, pirazollar, pirazolinlər və s.) geniş tətbiq sahələrinə malikdir.

Müxtəlif funksionaləvəzli heterotsiklik azotüzvi birləşmələrin xassələri onların quruluşundan, molekulundakı funksional qrupların təbiətindən və sikldə vəziyyətindən asılıdır. Bu tip birləşmələr kimyəvi tərkibindən və quruluşundan asılı olaraq tibbdə dərman preparatı, korroziyaya qarşı inhibitor, kənd təsərrüfatında ziyanvericilərə qarşı mübarizədə xüsusi vasitələrin hazırlanmasında, polimer materialları istehsalında və lak-boya sənayesində geniş tətbiq edilir.

Qeyd etmək lazımdır ki, bu baxımdan heterotsiklik birləşmələrin maraqlı nümayəndələrindən olan pirazolin törəmələri diqqəti daha çox cəlb edir, belə ki, onlar ilk növbədə bioloji təsirə malikdir [1]. Pirazolin nüvələrinə bir çox təbii birləşmələrin tərkibində rast gəlinir. Məhz bu səbəbdən də son zamanlar bu sinif birləşmələrin sintezi və mühüm xassələrinin tədqiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Müxtəlif funksionaləvəzli pirazolinlərin bəzi nümayəndələri tibbdə qızdırmasalıcı, ağrıkəsici, şiş və soyuqdəymə əleyhinə, antidepressant, antidiabetik, antioksidant kimi və s. istifadə oluna bilən dərman maddələrinin alınmasında istifadə olunur [2-5].

Ədəbiyyatda pirazolin törəmələrinin sintezi istiqamətində müxtəlif elmi məlumatlara rast gəlmək mümkündür. Məsələn, bu tip birləşmələrin 3-furil-arilpropenilketonların fenilhidrazinlə kondensləşməsindən [6], xalkonlarla tiosemikarbazid və semikarbazidin [7], hidrazin hidratın [4] qarşılıqlı təsirindən, pentaflüorbenzasetofenonun fenilhidrazinlə reaksiyasından [8] və s. alınma yolları məlumdur. Bu qeyd olunanları nəzərə alaraq, 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolinlərin müxtəlif elektrofil reagentlərlə reaksiyaları həyata keçirilmiş, onların qanunauyğunluqları və alınan məhsulların tərkibləri, quruluşları və xassələri tədqiq olunmuşdur.

Ədəbiyyat araşdırmalarına istinad edilərək, doymamış ketonlar əsasında 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolinlər (I a,b) sintez olunmuşdur [9]. Alınmış 3,5-əvəzli pirazolin molekulunda mütəhərrik hidrogen atomu saxladığı üçün müxtəlif elektrofil reagentlərlə asanlıqla reaksiyaya daxil ola bilir. 5-(Dialkilaminometil)-3-metilpirazolinlərin (I a,b) sirkə və monoxlorsirkə turşusunun xloranhidridləri ilə qarşılıqlı təsiri ekvimolyar miqdarda trietilaminin iştirakı ilə susuz

efir mühitində $15\div 25^{\circ}\text{C}$ temperaturda 4-5 saat müddətində reallaşır. Nəticədə, 63-70% çıxımla 1-asetil- və 1-(2-xlorometilkarbonil)pirazolinlər (II, III a,b) alınır. Müəyyən olunmuşdur ki, 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolinlərin (I a,b) karbon turşularının xloranhidridləri ilə reaksiyası zamanı müəyyən miqdar qatran da alınır. Qatranın əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün əlverişli şərait müəyyən edilmişdir. Belə ki, müvafiq pirazolinin (I a,b) susuz efirdə məhluluna $0\div 5^{\circ}\text{C}$ temperaturda xloranhidridləri əlavə etdikdən sonra reaksiya kütləsini sirkə turşusunun xloranhidridi ilə reaksiya zamanı $15\div 20^{\circ}\text{C}$, monoxlorsirkə turşusunun xloranhidridi ilə reaksiya zamanı isə $20\div 25^{\circ}\text{C}$ temperaturda 4-5 saat müddətində qarışdırıldıqda qatranın alınması müşahidə edilmir və bu da əsas məhsulun çıxımına müsbət təsir göstərir.

Pirazolinlərin yeni törəmələrini almaq və onların çevrilmələrini həyata keçirmək məqsədilə 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolinin (I a,b) monoxlorsirkə turşusunun metil efiri ilə reaksiyası öyrənilmişdir. Efirin tərkibindəki aktiv metoksi qrup hesabına yenidən çevrilmələr aparmaq mümkün olduğu üçün qeyd olunmuş istiqamətdə müvafiq təcrübələr aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, ekvimolyar miqdarda kalium karbonatın və 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolinin (I a,b) suda suspenziyasına monoxlorsirkə turşusunun metil efiri ilə qarşılıqlı təsirdən 5-(dialkilaminometil)-1-(metoksikarbonilmetil)-3-metilpirazolinlər (IV a,b) alınır. Sintez reaksiyası $65\div 70^{\circ}\text{C}$ temperaturda 6 saat müddətində həyata keçirilmiş və nəticədə 60-65% çıxımla yeni pirazolin birləşmələri (IV a,b) sintez edilmişdir.

Elmi ədəbiyyatda funksional tərkibli pirazolinlərin sintezinə aid bir sıra məlumatlar olsada pirazolin əsasında azot tərkibli heterotsiklik spirtlərin sintezi istiqamətində məlumatlar azsaylıdır. Bu səbəbdən tədqiqatlar məhz bu istiqamətdə davam etdirilmişdir. Azot tərkibli heterotsiklik spirtləri almaqda məqsəd, onlar əsasında yeni pirazolin törəmələrini sintez etməkdir. Bununla əlaqədar olaraq, 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolinin (I a,b) etilenxlorhidrinlə reaksiyası öyrənilmişdir.

Aparılan eksperimental araşdırmalar göstərdi ki, ekvimolyar miqdarda 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolinlərin (I a,b) etilenxlorhidrinlə kalium hidroksidin sulu məhlulunda qarşılıqlı təsiri nəticəsində 1-vəziyyətindəki hidrogen atomunun hidroksietil qrupu ilə əvəz olunması ilə müvafiq olaraq 1-(2-hidroksietil)-5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolinlər (V a,b) əldə edilir. Bu yeni pirazolin törəmələrinin çıxımı 69-71% təşkil edir.

Məlumdur ki, bir molekulada uzlaşmış bis(pirazolin) həlqəsi saxlayan birləşmələr böyük elmi və praktiki maraq doğurur [10-11]. Bu tip birləşmələrin bioloji fəallığı monopirazolinlərlə müqayisədə çox yüksəkdir, həmçinin onlar çoxnüvəli komplekslərin alınması üçün əsas xammallardan hesab olunur.

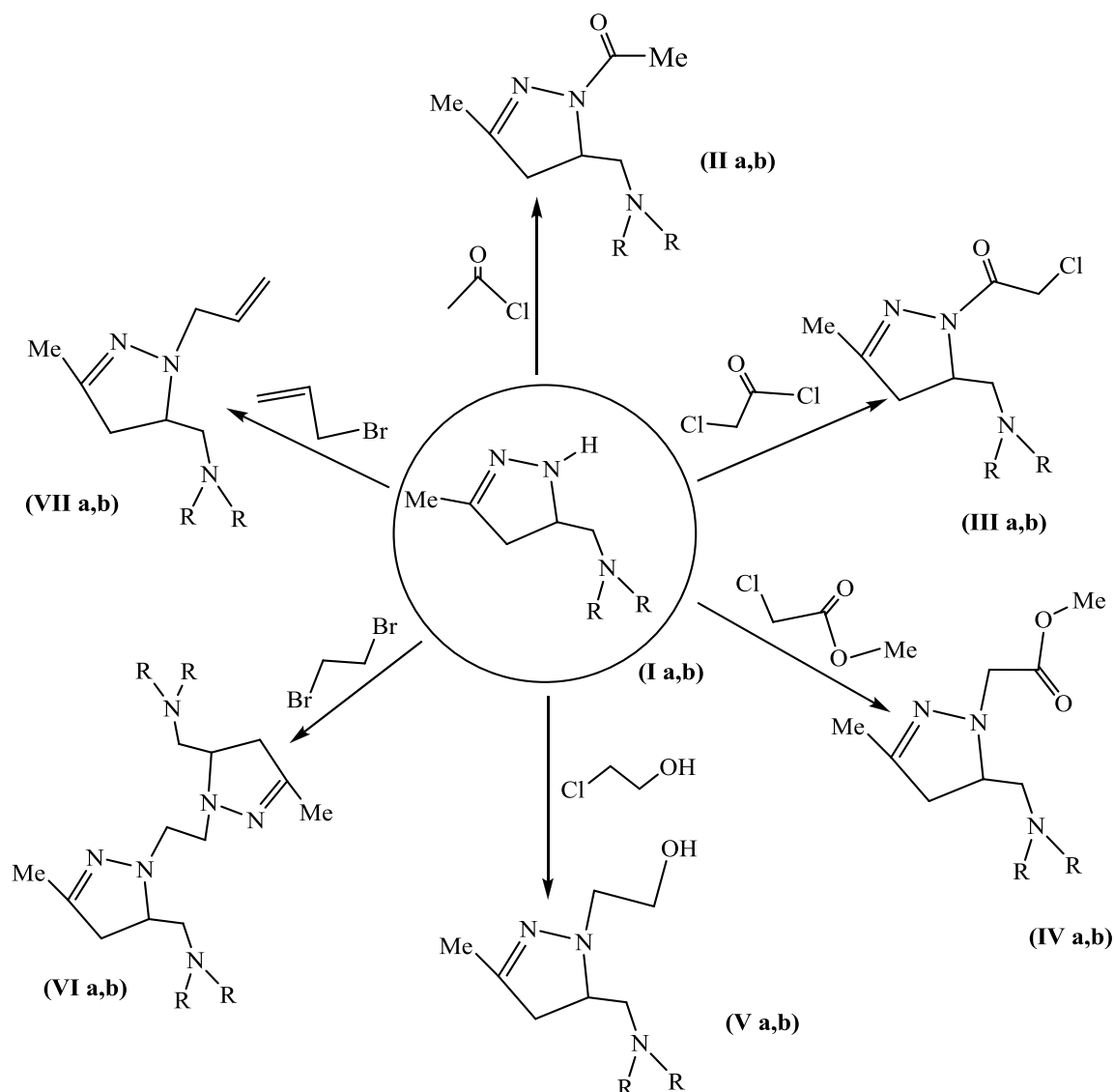
Yeni bis(pirazolin) birləşmələri almaq məqsədilə sintez olunmuş 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolinlə (I a,b) 1,2-dibrometanın reaksiyası həyata keçirilmiş və müəyyən edilmişdir ki, 1,2-dibrometana kalium hidroksid və dimetilsulfoksid mühitində ikiqat artıq miqdarda pirazolinlə (I a,b) təsir etdikdə 60-66% çıxımla 1,2-bis(5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolin-1-il)etan (VI a,b) alınır.

Molekulunda allil qrupu saxlayan yeni pirazolin törəmələrinin sintezi məqsədi ilə 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolinlə (I a,b) allil bromidin reaksiyası aparılmış və müəyyən olunmuşdur ki, ekvimolyar miqdarda pirazolinlə (I a,b) allil bromidin kalium hidroksidin artıq miqdarında suda məhlulunda qarşılıqlı təsiri nəticəsində 5-(dialkilaminometil)-1-allil-3-metilpirazolin (VII a,b) törəmələri alınır. Sintez reaksiyası $35\div 40^{\circ}\text{C}$ temperaturda, 2 saat müddətində aparılmış və 65-70% çıxımla yeni pirazolin birləşmələrinin (VII a,b) alınması ilə nəticələnmişdir.

Sintez olunmuş yeni funksionaləvəzli 1,3,5-pirazolinlərin (II-VII a,b) təmizlik dərəcəsi NTX-üsulu ilə, quruluşları isə İQ- və NMR ^1H -spektroskopiya ilə müəyyən olunmuşdur.

1,3,5-Əvəzli pirazolinlərin (II-VII a,b) İQ- və NMR ^1H -spektrlərindən aydın olmuşdur ki, sintez olunmuş pirazolinlərin (II-VII a,b) İQ- və NMR ^1H -spektrlərində ilkin maddənin (I a,b) İQ- və NMR ^1H -spektri ilə müqayisədə N-H fraqmentinə məxsus udma zolaqları itir. Belə ki, 1-asetil-5-(dietilaminometil)-3-metilpirazolinin [$R_f=0.69$ (benzol:etil spirti – 4:1)] (II a) İQ-spektrində ilkin

maddənin (I a,b) İQ-spektri ilə müqayisədə N-H fraqmentinə məxsus 3309 sm^{-1} sahədə müşahidə olunan udma zolağı itir və müvafiq udma zolaqları meydana çıxır (ν , sm^{-1}); 2967 (CH), 1743 (C=O), 1434 (C=N).

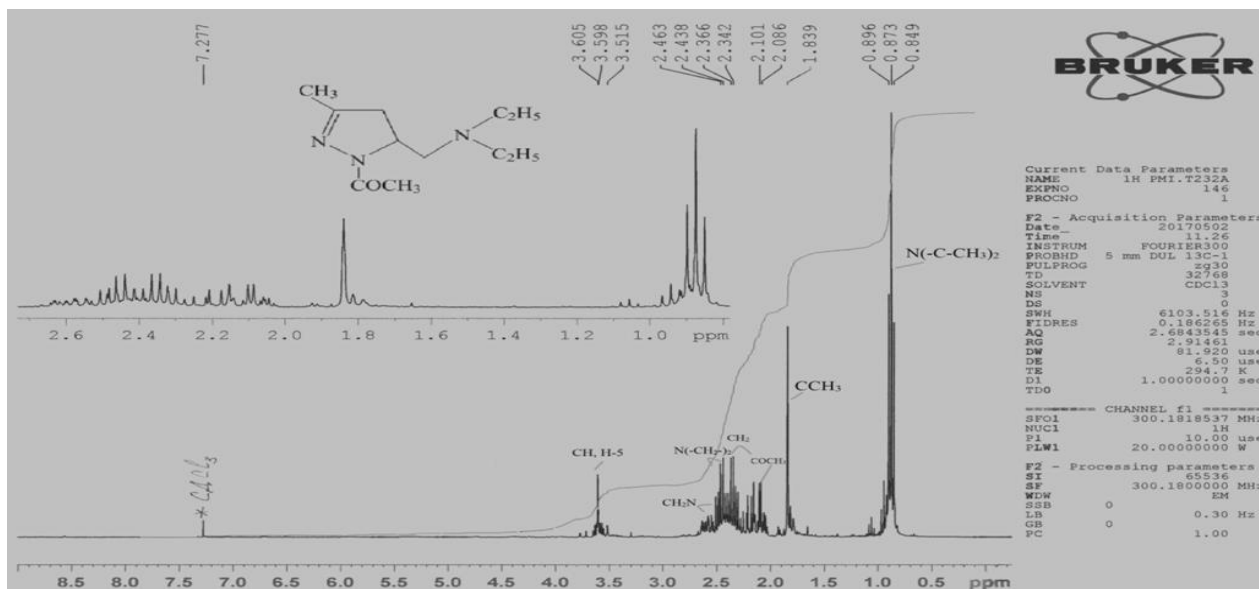


R=Et (a), R=(CH₂)₂O(CH₂)₂ (b)

1-Asetil-5-(dietilaminometil)-3-metilpirazolin birləşməsinin (II a) NMR ¹H-spektrində (CDCl₃, δ , m.h.) 0.87 t [6H, N(-C-CH₃)₂], 1.83 s (3H, CCH₃), 2.10 s (3H, COCH₃), 2.34-2.46 m [8H, (CH₂, H-4), N(-CH₂)₂, CH₂N] və 3.60 m (1H, CH, H-5) xarakterik qrupların siqnalları aşkar olunmuşdur (Şəkil 1).

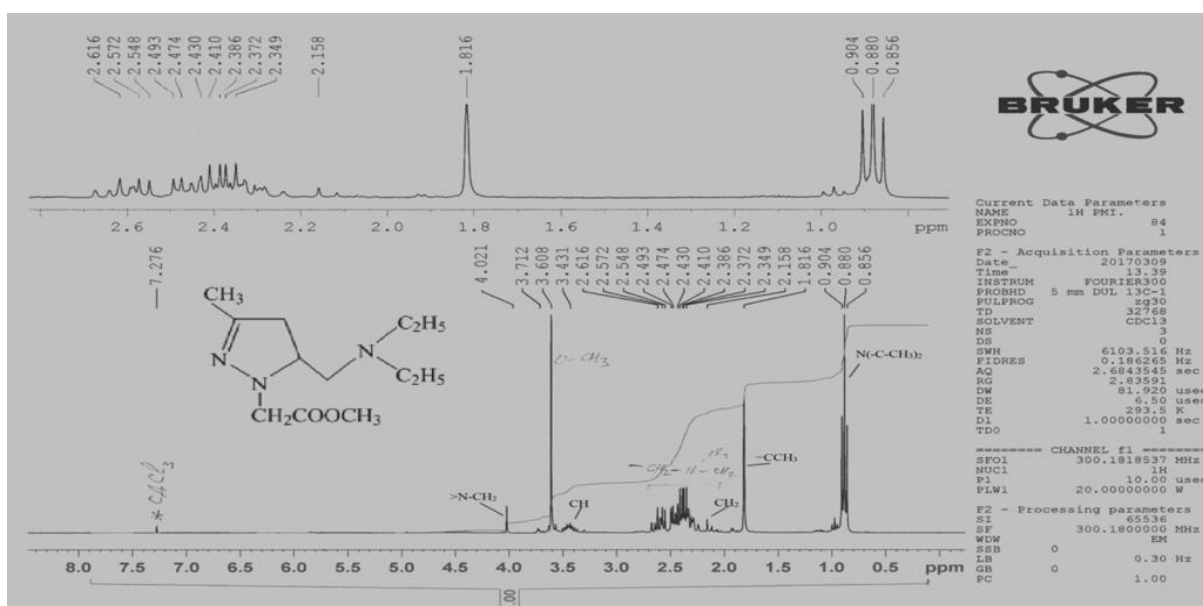
5-(Dietilaminometil)-1-(2-xlorometilkarbonil)-3-metilpirazolinin (III a) [$R_f=0.72$ (heksan:etil spirti– 4:1)] İQ-spektrində (ν , sm^{-1}) müvafiq CH (2978), C=N (1417) və C=O (1682) qruplarının udma zolaqları ilə birgə 760 və 710 sm^{-1} sahələrdə C-Cl rabitəsinin udma zolağı da aşkar olunmuşdur.

5-(Dietilaminometil)-1-(metoksikarbonilmetil)-3-metilpirazolin birləşməsinin (IVa) [$R_f=0.68$ (heksan:izopropil spirti – 1:3)] İQ-spektrində 2967 sm^{-1} pirazolin halqasının CH, 1713 və 1744 sm^{-1} karbonil qrupunun (C=O), 1658 və 1629 sm^{-1} heterotsiklik halqanın C=N rabitəsinin, 1151 və 1203 sm^{-1} sahədə isə C-O-C rabitəsinin udma zolaqları müşahidə olunmuşdur.



Şəkil 1. 1-Asetil-5-(dietilaminometil)-3-metilpirazolinin (II a) NMR ^1H -spektri.

(IV a) birləşməsinin NMR ^1H -spektrində (CDCl_3 , δ , m.h.) 0.88 t [6H, $\text{N}(\text{C}-\text{CH}_3)_2$], 1.81 s (3H, CCH_3), 2.15-2.61 m [8H, (CH_2 , H-4), $\text{N}(\text{CH}_2)_2$, CH_2N], 3.43 m (1H, CH, H-5), metoksikarbonilmetil radikalına məxsus singlet şəklində 3.60 (3H, OCH_3) və 4.02 (2H, $>\text{N}-\text{CH}_2$) qruplarının signalları aşkar olunmuşdur (Şəkil 2).

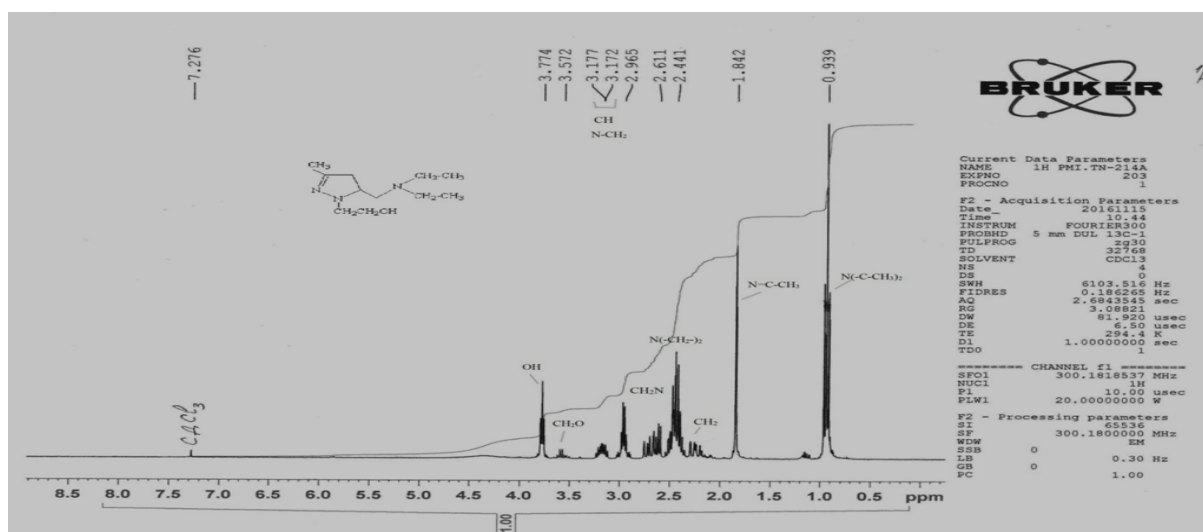


Şəkil 2. 5-(Diethylaminometil)-1-(metoksikarbonilmetil)-3-metilpirazolinin (IV a) NMR ^1H -spektri.

1-(2-Hidroksietil)-5-(dietilaminometil)-3-metilpirazolinin (V a) [$R_f=0.79$ (heksan:efir – 3:1)] İQ-spektrində aşağıda qeyd olunan qruplara xas udma zolaqları qeydə alınmışdır (ν , sm^{-1}): OH (3403), CH (2967, 2873), $\text{C}=\text{N}$ (1435, 1385), $\text{C}-\text{O}$ (1202), həmçinin, OH (1053) və pirazolin halqasının $\text{C}-\text{H}$ (873, 770) qrupunun deformasiya titrəyişi.

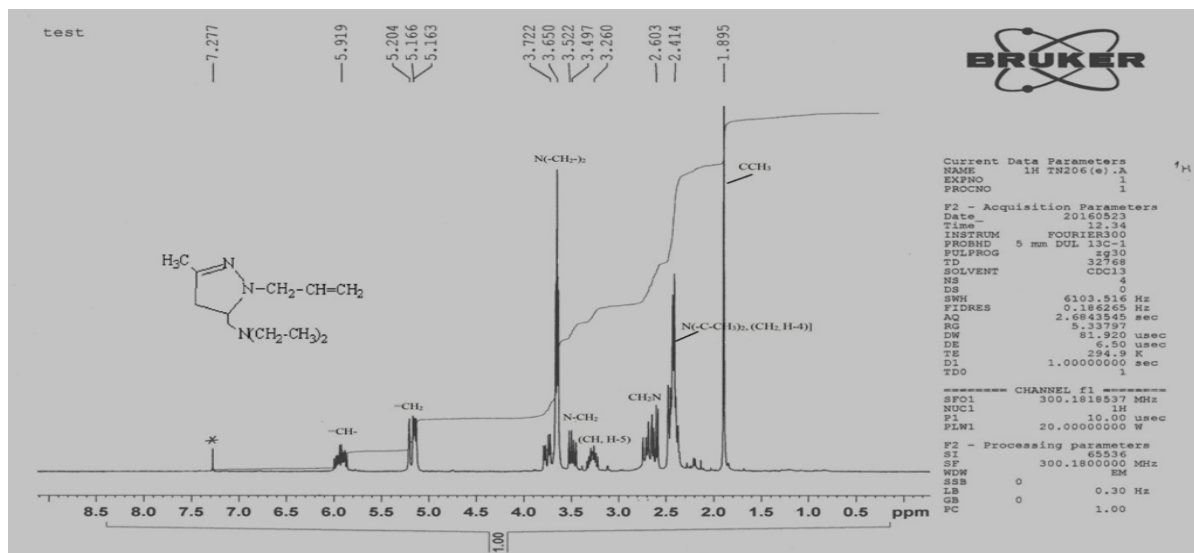
1-(2-Hidroksietil)-5-(dietilaminometil)-3-metilpirazolinin (V a) NMR ^1H -spektrində (CDCl_3 , δ , m.h.) dietil radikalına məxsus multiplət şəklində 0.93 [6H, $\text{N}(\text{C}-\text{CH}_3)_2$] və 2.61 [4H, $\text{N}(\text{CH}_2)_2$] fraqmentlərinin, 1.84 s (3H, $\text{N}=\text{C}-\text{CH}_3$), 2.96 m (2H, CH_2N), hidroksietil qrupunun ($>\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$

OH) 3.17 m [2H, N-CH₂], 3.57 s (2H, CH₂O) və 3.77 s (1H, OH) fraqmentlərinin, pirazolin halqasının 2.44 m (2H, CH₂) və 3.177 m (1H, CH, H-5) protonlarının siqnalları aşkar olunmuşdur (Şəkil 3).



Şəkil 3. 1-(2-Hidroksietil)-5-(dietilaminometil)-3-metilpirazolinin (V a) NMR ¹H-spektri.

1,2-Bis(5-dietilaminometil-3-metilpirazolin-1-il)etanın (VI a) [R_f=0.74 (heksan:izopropil spirti – 4:1)] İQ-spektrində 3-metil-5-dietilaminometilpirazolinin (I a) İQ-spektri (şəkil 2.16) ilə müqayisədə >N-H fraqmentinin udma zolağının əvəzinə, bis(pirazolinə) məxsus 2967, 2934 sm⁻¹ pirazolin halqasının CH qrupunun, 1632, 1577, 1438 halqanın C=N fraqmentinin valent titrəyişinə aid müvafiq udma zolaqları qeydə alınmışdır.



Şəkil 4. 5-(Dietilaminometil)-1-allyl-3-metilpirazolinin (VII a) NMR ¹H-spektri.

Sintez olunmuş 5-(dietilaminometil)-1-allyl-3-metilpirazolinin (VII a) [R_f=0.76 (heksan:izopropil spirti – 3:1)] İQ-spektrində aşağıda qeyd olunan xarakterik udma zolaqları müşahidə olunmuşdur, (ν, sm⁻¹); 2967, 2964 (pirazolin halqasının C-H qrupunun), 1673 (halqanın C=N rabitəsinin), 1629 (allyl qrupunun C=C rabitəsinin).

(VII a) pirazolin birləşməsinin NMR ¹H-spektrində (δ, m.h.) isə 1.89 s (3H, CCH₃), 2.41 m

[(8H, N(-C-CH₃)₂, (CH₂, H-4)] və 2.6 m (2H, CH₂N), 3.26 m [1H, (CH, H-5)], 3.65-3.72 m [4H, N(-CH₂-)₂], həmçinin allil qrupuna xarakterik olan 3.49 m (2H, N-CH₂), 5.21 s (2H, =CH₂) və 5.91 d (1H, =CH-) fraqmentlərinin müvafiq siqnalları aşkar olunmuşdur (Şəkil 4).

Təcrübi hissə.

5-(Dialkilaminometil)-1-asetil-3-metilpirazolinlərin sintezi (II a,b). 0.025 Mol 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolin (I a,b) 50 ml quru dietil efirində həll edilir. Duz-buz qarışığı vasitəsi ilə qarışiq 0÷5°C temperatura qədər soyudulduqdan sonra qarışıqə ekvimolyar miqdarda 0.025 mol sirkə turşusunun xloranhidridi, sonra isə 0.025 mol trietilamin damcı qıfı vasitəsi ilə əlavə edilir. Reaksiya kütləsi 4 saat müddətində 15÷20°C temperaturda qarışdırıldıqdan sonra 2%-li natrium karbonatın sulu məhlulu ilə yuyulur və efir qatı sudan ayrılır. Sulu hissə efirlə ekstraksiya olunur, əvvəlki sudan ayrılmış hissə ilə birləşdirilərək, MgSO₄ üzərində qurudulur. Həlledicini su nasosu vasitəsi ilə qovulur, qalan hissə vakuumda fraksiyalara ayrılır.

5-(Dialkilaminometil)-1-(2-xlormetilkarbonil)-3-metilpirazolinlərin sintezi (III a,b). 0.025 Mol 5-(dietilaminometil)-3-metilpirazolinin (I a,b) 50 ml quru efirdə məhlulu kolbaya yerləşdirilərək, üzərinə 0.025 mol trietilamin əlavə edilir. Reaksiya kütləsi 0÷5°C temperatura qədər soyudulur və 0.025 mol monoxlorsirkə turşusunun xloranhidridi damcı qıfı vasitəsi ilə əlavə edilir. Reaksiya kütləsi 1 saat müddətində həmin temperaturda, sonra isə 5 saat müddətində 25÷30°C temperaturda qızdırılmaqla qarışdırılır, soyudulduqdan sonra isə 5-(dialkilaminometil)-1-asetil-3-metilpirazolinin (II a,b) ekstraksiya üsuluna uyğun olaraq işlənir.

5-(Dialkilaminometil)-1-(metoksikarbonilmetil)-3-metilpirazolinlərin sintezi (IV a,b). 0.05 mol 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolin (I a,b), 30 ml etil spirti və 0.05 mol kalium karbonatın 20 ml suda məhlulu kolbaya yerləşdirildikdən sonra qarışdırıcı işə salınır və 35÷40°C temperaturda 0.05 mol monoxlorsirkə turşusunun metil efiri damcı qıfı vasitəsi ilə əlavə edilir. Reaksiya kütləsi 4 saat müddətində həmin temperaturda qarışdırılır. Soyudulduqdan sonra reaksiya məhsulu 50 ml su ilə yuyulur və üst təbəqə ayrılır. Alt təbəqə benzolla ekstraksiya olunur və benzol layları ayrılır və onlar layları öncədən ayrılmış üst təbəqə ilə birləşdirilərək, MgSO₄ üzərində qurudulur. Həllədici qovulduqdan sonra, reaksiya kütləsi vakuumda fraksiyalara ayrılır.

5-(Dialkilaminometil)-1-(2-hidroksietil)-3-metilpirazolinlərin sintezi (V a,b). 0.1 Mol 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolin (II a,b) kolbaya yerləşdirilir. Üzərinə 0.15 mol kalium hidroksidin 30 ml suda məhlulu əlavə edilərək, 30°C temperaturda 15-20 dəqiqə müddətində qarışdırılır. Damcı qıfı vasitəsi ilə 0.1 mol etilenxlorhidrin əlavə edilir. Bu zaman nəzarət etmək lazımdır ki, reaksiyanın temperaturu 35°C-dən yuxarı qalxmasın. Etilenxlorhidrini əlavə etdikdən sonra reaksiya kütləsi 30÷35°C temperaturda 1 saat müddətində qarışdırılır. Sonra qarışiq ayırıcı qıfı keçirilərək əsas təbəqə ayrılır. Sulu təbəqə isə iki dəfə benzolla ekstraksiya olunur, benzol layları əsas təbəqə ilə birləşdirilərək, K₂CO₃ üzərində qurudulur. Həllədici su şırnağı ilə qovulduqdan sonra qalan reaksiya kütləsi vakuumda fraksiyalara ayrılır.

1,2-Bis(5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolin-1-il)etanların sintezi (VI a,b). 0.06 Mol kalium hidroksid və 20 ml dimetilsulfoksid kolbaya yerləşdirilərək, qarışdırıcı işə salınır. Üzərinə 0.04 mol 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolin (II a,b) əlavə edilib 20÷25°C temperaturda 25 dəqiqə müddətində qarışdırılır. Sonra qarışığın üzərinə damcı qıfı vasitəsi ilə 0.06 mol 1,2-dibrometan əlavə edilərək 1 saat müddətində 25÷30°C temperaturda qarışdırılır. Reaksiya başa çatdıqdan sonra qarışığın üzərinə 10 ml su əlavə edilir və ayırıcı qıfı tökülərək əsas təbəqə ayrılır. Sulu hissə benzolla ekstraksiya edilir, ayrılmış benzol layları əsas təbəqə ilə birləşdirilib, K₂CO₃ üzərində qurudulur. Həllədici qovulduqdan sonra, qalan reaksiya kütləsi vakuumda fraksiyalara ayrılır.

5-(Dialkilaminometil)-1-allil-3-metilpirazolinin sintezi (VII a,b). 0.02 Mol 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolin (II a,b) və 0.03 mol kalium hidroksidin 20 ml suda məhlulu kolbaya yerləşdirilir. Sonra 0.02 mol allil bromid damcı qıfı vasitəsi ilə reaksiya kütləsinə əlavə edilərək 2 saat müddətində 35÷40°C temperaturda qarışdırılır. Soyudulduqdan sonra qarışığın üzərinə su əlavə edilir, əsas təbəqə ayrılır, su təbəqəsi isə benzolla ekstraksiya edilir. Benzol layı

ayrılıb əsas təbəqə ilə birləşdirilir və $MgSO_4$ üzərində qurudulur. Həlləddici qovulduqdan sonra, reaksiya kütləsi vakuumda fraksiyalara ayrılır.

Sintez olunmuş birləşmələrin fiziki-kimyəvi göstəriciləri cədvəldə göstərilmişdir.

Cədvəl.

№	Maddənin formulu	T_{qay} , °C/mm. c. süt.	n_D^{20}	d_4^{20}	Tapılmış,% Hesablanmış,%			Çıxım,%
					C	H	N	
II a	$C_{11}H_{21}N_3O$	125-127°/4mm	1.4830	0.9870	<u>62.53</u> 62.55	<u>9.79</u> 9.95	<u>20.35</u> 19.89	70
II b	$C_{11}H_{19}N_3O_2$	150-152°/4mm	1.5274	1.1108	<u>58.09</u> 58.67	<u>8.56</u> 8.44	<u>18.21</u> 18.67	68
III a	$C_{11}H_{20}ClN_3O$	160-162°/3mm	1.4950	1.0431	<u>54.63</u> 53.77	<u>8.02</u> 8.15	<u>17.48</u> 17.11	67
III b	$C_{11}H_{18}ClN_3O_2$	184-185°/3mm	1.5095	1.1497	<u>51.64</u> 50.87	<u>7.16</u> 6.94	<u>16.59</u> 16.18	65
IV a	$C_{12}H_{23}N_3O$	153-155°/3mm	1.5010	1.0485	<u>59.43</u> 59.75	<u>8.95</u> 9.54	<u>16.92</u> 17.42	65
IV b	$C_{12}H_{21}N_3O_3$	166-168°/4mm	1.5118	1.1042	<u>56.04</u> 56.47	<u>8.37</u> 8.23	<u>16.10</u> 16.47	62
V a	$C_{11}H_{23}N_3O$	140-141°/3mm	1.4850	0.9764	<u>62.48</u> 61.97	<u>11.21</u> 10.80	<u>20.38</u> 19.72	69
V b	$C_{11}H_{21}N_3O_2$	146-147°/3mm	1.5105	1.0026	<u>59.07</u> 58.15	<u>9.31</u> 9.26	<u>17.98</u> 18.50	71
VI a	$C_{20}H_{40}N_6$	124-126°/2mm	1.5087	1.9836	<u>65.94</u> 65.93	<u>10.99</u> 10.98	<u>23.30</u> 23.08	66
VI b	$C_{20}H_{36}N_6O_2$	160-162°/2mm	1.5105	1.0537	<u>62.07</u> 61.22	<u>9.68</u> 9.18	<u>22.09</u> 22.43	66
VIIa	$C_{12}H_{23}N_3$	137-139°/2mm	1.5065	0.9648	<u>67.75</u> 68.89	<u>11.17</u> 11.00	<u>19.85</u> 20.09	70
VIIb	$C_{12}H_{21}N_3O$	166-168°/2mm	1.5156	1.0226	<u>63.85</u> 64.57	<u>9.61</u> 9.42	<u>18.46</u> 18.83	68

Alınmış pirazolinlərin (II-IV a) antimikrob xassələrinin tədqiqi seriyalarla durulaşdırma üsulu ilə öyrənilmişdir. Test olaraq qrammüsbət orqanizmlərdən qızılı stafilokoklar (*St. aureus*), qrammənfi bakteriyalardan bağırsağ çöpləri (*E. coli*) və göy-yaşıl irin çöpləri (*Ps. aeruginosa*), həmçinin göbələklər (*C. albicans*) götürülmüşdür. Bakteriyaları becərmək üçün ətpentonlu aqar (ƏPA), göbələkləri becərmək üçün isə Saburo qidalı mühitindən istifadə edilmişdir.

Əkmələr təcrübələrdə istifadə olunan bakteriyalar üçün 37°C temperaturu termostatda 24 saat, göbələklər üçün isə 28°C temperaturu termostatda 48 saat müddətində saxlanılmışdır. Təcrübələr sınaq şüşələrinin hər birinə 1 ml-də 500 mln mikrob hissəciyi olan emulsiyadan 1-2 damla damızdırılmışdır. Hər bir sınaq şüşəsində hər 10, 20 dəqiqədən bir, 1 saat müddətində əkmə aparılmışdır.

Müəyyən olunmuşdur ki, maddələr 1:100 nisbətində durulaşdırıldıqda bütün sınaqdan keçirilmiş test-kulturlara qarşı güclü antimikrob fəallıq göstərirlər. Sınaqdan keçirilmiş maddələr 1:200 nisbətində durulaşdırıldıqda maddə (II a) və (IV a) göy-yaşıl irin çöplərinə qarşı 20 dəqiqə, bağırsağ çöplərinə qarşı 40 dəqiqə müddətində, maddə (III a) isə hər iki bakteriyalara qarşı 20 dəqiqə müddətində antimikrob təsir göstərir. Maddələr 1:400 nisbətində durulaşdırıldıqda maddə maddə (IV a) göy-yaşıl irin çöplərinə qarşı 40 dəqiqə, bağırsağ çöplərinə qarşı 60 dəqiqə müddətində, maddə (II a) və maddə (III a) isə göy-yaşıl irin çöplərinə qarşı 20 dəqiqə, bağırsağ çöplərinə qarşı 40 dəqiqə müddətində antimikrob fəallıq göstərir. Maddələr 1:800 nisbətində

durulaşdırıldıqda maddə (III a) qızılı stafilocokklara qarşı 60 dəqiqə, kandida göbələklərinə qarşı 40 dəqiqə müddətində, maddə (II a) qızılı safilokokklara və göbələklərə qarşı heç bir təsir göstərmədiyi halda, göy-yaşıl irin çöplərinə və bağırsaq çöplərinə qarşı 60 və 40 dəqiqə müddətində, maddə (IV a) isə qızılı stafilocokklara və göy-yaşıl irin çöplərinə qarşı 60 dəqiqə, kandida göbələyinə qarşı 20 dəqiqə müddətinə antimikrob təsir göstərir.

Göstərilənləri nəzərə alaraq, belə nəticəyə gəlmək olar ki, ümumilikdə sınaqdan çıxarılan 1-(2-xlorometilkarbonil)pirazolin (III a) və 1-(metoksikarbonilmetil)pirazolin (IV a) birləşmələri qızılı stafilocokk və Kandida göbələyinə qarşı yüksək antimikrob fəallıq göstərir. 1-Asetil-5-(dietilaminometil)-3-metilpirazolin (II a) birləşməsi isə bağırsaq çöplərinə və göy-yaşıl irin çöplərinə qarşı yüksək antimikrob fəallıq göstərir.

Beləliklə, 5-(dialkilaminometil)-3-metilpirazolinlərin sintezi və çevrilmələri istiqamətində aparılan təcrübi araşdırmalar nəticəsində onların ədəbiyyatda məlum olmayan yeni effektiv sintez üsulları işlənmiş və zərif üzvi sintezin tələbatını ödəyən yeni bioloji fəal maddələr alınmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Машковский М.Д. Лекарственные средства. т.1. М.: Новая волна, 2002, 544 с.
2. Özdemir Z., Kandilci B.H., Gümüşel B. et al. Synthesis and studies on antidepressant and anticonvulsant activities of some 3-(2-furyl)-pyrazoline derivatives // Eur. Jour. Med. Chem., 2007, vol. 42, pp. 373-379
3. Ruhogluo O., Ozdemir Z., Calis U. et al. Synthesis and pharmacological studies of antidepressant and anticonvulsant activity of some 1,3,5-trisubstituted pyrazolines // Arzneimittel-Forschung, 2005, vol. 55, pp. 431-436
4. Sharma S., Kaur S., Bansal T., Gaba J. Review on synthesis of bioactive pyrazolin derivatives // Chem. Sci. Trans. 2014, vol. 3, № 3, pp. 861-875
5. Kavitha N.V., Dovekar K. Synthesis and antimicrobial activities of some new pyrazoline derivatives // Der Pharma Chem., 2011, vol. 3, № 4, pp. 55-62
6. Sridhar S., Rajendraprasad Y. Synthesis and analgesic studies of some new 2-pyrazolines // Jour. Chem., 2012, vol. 9, № 4, pp. 1810-1815
7. Hamad Elgazwy A.S., Nassar E., Zaki M.Y. Synthesis, biological evaluation of some 2,3-dihydropyrazoles and thiazoles as anti-inflammatory and antibacterial agents // Organic Chem. Curr. Res., 2012, vol. 1, № 5, article 112.
8. Собалева Е.А., Орлова Н.А., Шелковников В.В. Синтез 1-[4-(1,3-диарил-4,5-дигидро-1H-пиразол-5-ил)-2,3,5,6-тетрафторфенил]пиперидин-4-олов и их акрилатов // ЖОрХ, т. 53, вып. 3, 2017, с. 400-407
9. Gadhili R.A., Azizov A.H., Zeynalova S.K., Karayeva A.R. Studies on synthesis, reactions and antimicrobial activities of 3-alkyl-5-dialkylaminomethyl pyrazolines // Eur. Chem. Bull., 2015, vol. 4, № 10-12, pp. 535-538
10. Левковская Г.Г., Боженков Г.В., Ларина Л.И. Новый путь получения и свойства 3-алкил-хлоралкил, перфторалкил, арил-1-метил-5-Н(Вг)(С1)пиразолов из хлор(бром)-винилкетонів и N,N-диметилгидразина // ЖОрХ, т. 38, вып. 5, 2002, с. 1554-1559
11. Домина Г.А., Потапов А.С., Хлебников А.И. Синтез 1,8-ди(пиразол-1-ил)-3,6-диоксактана // ЖОрХ, т. 45, вып. 8, 2009, с. 1232-1235.

РЕЗЮМЕ

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНОЗАМЕЩЕННЫХ ПИРАЗОЛИНОВ

Караяева А.Р.

Ключевые слова: 1,3,5-функциональнозамещенные пиразолины, метиловый эфир монохлоруксусной кислоты, этиленхлоргидрин, 1,2-дибромэтан, аллил бромид, антимикробная активность

Взаимодействием 5-(диалкиламинометил)-3-метилпиразолинов с различными электрофильными реагентами – хлорангидридами уксусной и монохлоруксусной кислоты в присутствии эквимольного количества триэтиламина, а в щелочной среде метиловым эфиром монохлоруксусной кислоты, этиленхлоргидрином, 1,2-дибромэтаном и аллил бромидом синтезированы новые 1,3,5-функциональнозамещенные пиразолины. Изучено содержание, структура и свойства синтезированных соединений и обнаружено, что синтезированные 1,3,5-замещенные пиразолины обладают высокой антимикробной активностью в отношении различных типов бактерий.

SUMMARY

SYNTHESIS AND STUDIES OF NEW FUNCTIONALLY SUBSTITUTED PYRAZOLINES

Garayeva A.R.

Key words: 1,3,5-functionally substituted pyrazolines, methyl ether monochloroacetic acid, ethylene chlorohydrine, 1,2-dibromethane, allylbromide, antimicrobial activity

By interaction of 5-(dialkylaminomethyl)-3-methylpyrazolines with various electrophilic reagents - with chloranhydrides of acetic and monochloroacetic acids in the presence of triethylamine in equimolar amounts, but in alkaline medium with methyl ether monochloroacetic acid, ethylene chlorohydrine, 1,2-dibromethane and allylbromide have been synthesized the new 1,3,5-functionally substituted pyrazolines. and their biological activity has been studied. The content, structure and properties of the synthesized compounds were studied and it was found that the synthesized 1,3,5-substituted pyrazolines have high antimicrobial activity against various types of bacteria.

Daxilolma tarixi:	Ilkin variant	18.07.2019
	Son variant	20.09.2019

UOT 504.61

REALİZƏ OLUNAN MƏHSULLARIN EKOLOJİ TƏHLÜKƏLİLİYİ

¹ƏSGƏROVA FİDAN ƏLİNAZİM qızı
²NƏSİROVA ZEMFİRA HƏTƏMXAN qızı

1-Odlar Yurdu Universiteti, i.f.d.

2-Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, dosent

rfidan23@mail.ru

Açar sözlər: ekoloji təhlükəsizlik, kimya məhsulları, sənaye tullantıları, beynəlxalq standartları, nəzarət

XXI əsrdə texnologiyanın inkişafı nəticəsində iqtisadiyyatın, xüsusilə məişət texnikası istehsalının və xidmət sferasının inkişafı insanların həyat və sağlamlıqlarının, həmçinin əmlaklarının təhlükəsizlik səviyyəsinin yüksəldilməsi kimi vacib məsələlərinin həllini zəruri edir. Bu da öz növbəsində bütün növ məhsulların ekoloji təhlükəsizliyinin yüksəldilməsini tələb edir.

İstehlak mallarının istehsalı, istismarı, saxlanması, daşınması, realizasiya və utilləşdirmə proseslərinin təhlükəsizliyi dedikdə vətəndaşların həyatı və sağlamlığına, əmlakına, dövlət əmlakına, ətraf mühitə, heyvan və bitkilərin həyat və sağlamlığına ziyan vura biləcək risklər olmamalı, yaxud onlara yol verilməməlidir. Bu cür təyin edilən təhlükəsizliyi bioloji, mexaniki, sənaye, yanğın, termiki, kimyəvi, elektrik, nüvə və radiasiya, partlayış təhlükəsizliyi qruplarına bölürlər.

Ətraf mühitdə insanın təhlükəsizliyini şərti olaraq 3 qrupa bölmək olar: həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi, əməyin təhlükəsizliyi, antropogen təsirlərdən ətraf mühitin mühafizəsi.

Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi bir tərəfdən xarici təbii şəraitlə bağlı (biosfer şəfəiti), digər tərəfdən insanın müasir texnika üzərində qurulmuş təsərrüfat-peşə fəaliyyəti ilə bağlı (texnosfer şərait) amillərlə müəyyənləşdirilir. Texnosfer maddi və sosial-iqtisadi tələbatların ödənməsi məqsədilə, insan tərəfindən biosferin birbaşa və ya dolayısı yolla dəyişdirilən sahəsidir.

Antropogen amillər, insanın təsadüfi və ya məqsədyönlü fəaliyyəti səbəbindən yaranan ətraf mühit amillərinin məcmusudur. Yaranma mənbələrindən asılı olaraq, antropogen amilləri fiziki (atom enerjisindən, avtomobil, dəmiryol, hava nəqliyyatından istifadə, küy, vibrasiya və s.), kimyəvi (müxtəlif texnogen proseslərdən yaranan kimyəvi çirkənləmələr), bioloji (qida məhsullarından, insanlardan yaşayış və qidalanma mənbəyi kimi istifadə edən viruslar, bakteriyalar və digər parazitlər), sosial (insanların qarşılıqlı münasibətləri və cəmiyyətdə birgə yaşayışla əlaqəli amillər) növlərinə bölürlər.

Son illər antropogen amillərin təbiətə təsiri kəskin artmışdır. Bu isə global ekoloji problemlərin yaranmasına gətirib çıxarmışdır: istixana effekti, çirkli yağışlar, meşələrin qırılması, ətraf mühitin zərərli maddələrlə çirkənləməsi, planetin bioloji müxtəlifliyinin azalması.

Təbiətə edilən təhlükəli təsirlər dedikdə, insanların sağlamlığının pisləşməsinə, əmək qabiliyyətinin azalmasına, hətta ölümə səbəb olan antropogen təsirlər başa düşülür.

Əmək prosesində təhlükəsizliyin təmin edilməsi, insanların sağlamlığı və əmək qabiliyyətli olması mühüm əhəmiyyətə malikdir. Məlum məsələdir ki, əmək təhlükəsizliyi istehsal amilləri ilə yanaşı, dolayısı yolla texnosfer amillərdən asılıdır. Əməyin təhlükəsizliyini təmin etmək üçün tələblərə, normalara və qaydalara malik olan qarışıq əlaqəli standartlar işlənib hazırlanmışdır.

Ətraf mühitin mühafizəsinə xidmət edən sistemin məqsədi ətraf mühitin idarə edilməsini yaratmaqla, təşkilatların fəaliyyətinin xüsusi sistemini yaradıb, təşkilatların fəaliyyətinin ətraf mühitə mənfi təsirini azaltmaq, yaxud aradan qaldırmaqdır. Ətraf mühitin idarə edilməsinin

səmərəli sisteminin yaradılmasını təmin edən müxtəlifkateqoriyalı, o cümlədən beynəlxalq standartlar işlənib hazırlanır və tətbiq olunur. Bu standartlar təşkilatların ekoloji və iqtisadi məqsədlərə çatmasına xidmət edir. Hazırlanan və istehlak edilən məhsullardan asılı olaraq, ətraf mühitin mühafizəsinin təşkili və ona mümkün təsirlərin qiymətləndirilməsi məhsulun həyat tsiklinin qiymətləndirilməsi ilə əlaqədardır.

Ətraf mühitin mühafizəsinin daha bir sistemi məhsulların və xidmətlərin məcburi sertifikatlaşdırılması ilə ətraf mühitin mühafizəsini nəzərdə tutur.

İnsanlara hər gün təhlükəli təsir edən mənbələrdən biri də, müxtəlif növ məhsullardır. Bu məhsullar bioloji, yaxud fiziki-kimyəvi mənşəli ola bilər. Odur ki, insanların həyatı, sağlamlığı, əmlakı, həmçinin məhsulların keyfiyyətindən, onların emal proseslərindən, müxtəlif işlərin görülməsi keyfiyyətindən asılı olur. Məhsulların (həmçinin işlərin və xidmətlərin) istehlakçının həyatı, sağlamlığı və ətraf mühit üçün təhlükəsizliyini təmin edən, o cümlədən istehlakçının əmlakının qorunub saxlanması üçün nəzərdə tutulan tələblər məcburi olur və müvafiq hüquqi sənədlərdə verilir [6].

Əgər məhsul insanların həyatı, sağlamlığı, əmlakı və ekoloji təhlükəsizliyi üzrə göstəricilərə malikdirsə, onlar məcburi sertifikatlaşdırmadan keçməlidir. İstehsal, daşıma, realizasiya və istismar zamanı insan üçün meydana çıxma biləcək təhlükələr, aşağıdakı əlamətlərə görə təsnifləşdirilə bilər:

- Yaranma mənbələrinə görə təhlükələri daxili və xarici olmaqla 2 qrupa bölürlər. Təhlükə mənbəyi dedikdə məhsulun bir və ya bir neçə təhlükəsizlik göstəricisinin qiymətinin dəyişməsinə səbəb ola bilən hadisə başa düşülür. Təhlükələrin daxili yaranma mənbələrinə məhsulun özündə olan potensial təhlükələr, yəni onların sxem-konstruktor həllindən, strukturundan, ilkin materiallar və komplektləşdirici elementlərdən irəli gələn, istehsal və istismar şəraitində üzə çıxan təhlükələr aiddir. Təhlükələrin yaranmasının xarici mənbələrinə xarici amillərin təsiri ilə meydana çıxan və məhsulun xassələrinin və parametrlərinin dəyişməsinə səbəb olan təhlükələr aiddir;

- İnsana təsir xarakterinə görə təhlükələr birbaşa və dolaylı təhlükələrə bölünür. Birbaşa təhlükələr məhsulun istehsalı və istehlakı zamanı yaranır. Dolaylı təhlükələr məhsulun reallaşdığı xarici mühitin süni yaradılmış sahəsi ilə üzə çıxır;

- Təhlükəli təsirlərin oxşarlığına görə.

Hüquqi və normativ-texniki sənədlərdə təhlükəsizliyin təmin edilməsi üçün aşağıdakı sınaq növləri nəzərdə tutulur:

- mexaniki, elektiriki, termiki, kimyəvi, yanğın, partlayış və şüalanma təhlükəsizliyi;
- mexaniki sınaqlar zamanı materialların aşağıdakı xassə parametrlərinin qiymətləri təyin edilir: sıxlıq, bərklik, elastiklik, möhkəmlik, kövrəklik, plastiklik, aşınmaya davamlılıq, yorulma, axma;

- elektrik təhlükəsizliyi sınaqlarında materialların elektrik keçiriciliyi, polyarlaşma, dielektrik çatışmazlıqları, elektrik izolyasiya xassələrinin qiymətləri təyin edilir;

- istilik təhlükəsizliyinin təmin edilməsi üçün materialların istilik keçiriciliyi, istilik tutumu, istidən genişlənməsi, istilikdən yorulma, yumşalma, ərimə temperaturları, qızmaya, soyuğa davamlılıq, konveksiya parametrləri, istilik şüalanması;

- yanğın təhlükəsizliyinin təmin edilməsi üçün materialların alışma temperaturu, yanma temperaturu, alovun yayılma indeksi, materialın yanma sürəti və tüstülənmə əmsalı kimi parametrlər qiymətləndirilir;

- kimyəvi təhlükəsizliyin təmin edilməsi üçün kimyəvi təsirlərin birbaşa və dolaylı ola bilməsi nəzərə alınır. Birbaşa kimyəvi təhlükəli təsirlər insana və ətraf mühitə bilavasitə təsir göstərir (məs: havaya qaz, buxar və ya aerozollar şəklində atılan təhlükəli kimyəvi maddələr). Dolaylı təhlükəli kimyəvi təsirlər korroziya və nəmlənmə proseslərində meydana çıxır;

- bioloji təhlükəli təsirlərin yaranma səbəbləri çox sayda amillərdən asılıdır. Bunlara müxtəlif məqsədli preparatların işlənib hazırlanması, torpağa və suya antropogen təsirlər, insanların

və heyvanların müalicəsi, müxtəlif göbələk növlərinin materiallara və məhsullara təsiri kimi bioloji amilləri aid etmək olar.

Məlumdur ki, bir sıra dielektriklərin temperaturunun yüksəlməsi və yanması insanların sağlamlığı və həyatı üçün təhlükəli olan qazşəkilli kimyəvi maddələrin ayrılmasına səbəb olur. Digər tərəfdən bəzi istehsal sahələrində işçi heyətə aerosollar və həlledicilərin buxarları təsir edir. Təhlükəsizlik nöqteyi-nəzərindən bu maddələrin konsentrasiyası buraxılan hədd normasından çox olmamalıdır [3, 5].

Məişət şəraitində insan sağlamlığı üçün təhlükə mənbəyi ola bilən kimyəvi məhsulların geniş çeşidi mövcuddur: boyaq materialları, həlledicilər, yapışqanlar, qatranlar, pigmentlər, plastmas məhsullar, qeyri-üzvi gübrələr və s. Bütün bu məhsullar kimyəvi təhlükəsizliyin qiymətləndirilməsi baxımından sertifikatlaşdırmadan keçməlidir.

Təhlükəli kimyəvi təsirlərin parametrlərinin qiymətləndirilməsi üçün müxtəlif ölçmə metodları mövcuddur:

- optik metodlar (kolorimetrik, fotometrik, fotoelektrometrik, elektrooptik, lüminessent);
- elektrokimyəvi ölçmə metodları (kondumetrik, kulonometrik);
- elektrofiziki metodlar (istilik, kalorimetrik, ionlaşdırma metodları);
- kombinə edilmiş metodlar (kütlə-spektrometrik, xromatoqrafik).

Yeri gəlmişkən, demək olar ki, müəyyən texnoloji proseslər baş verdikdə, yəni yanğınlar olduqda həlledicilərin buxarlanması, partlayışlar, alışıma və közərmələr kimi spesifik səbəblər nəticəsində insan və ətraf mühit üçün kimyəvi təhlükə yarana bilər. İnsan orqanizminə və ətraf mühitə metalların, qeyri-metalların, həmçinin onların birləşmələrinin qazları, buxarları, yaxud aerosolları şəklində təsir göstərə bilər. Kimyəvi maddələrin insan orqanizminə təsirinin xarakterinə görə aşağıdakı kimi qruplaşdırılır: toksiki, qıcıqlandırıcı, sensibilizasiyaedici, kanserogen, mutagen.

- Toksiki təsirlər – fiziki və kimyəvi xassələrlə xarakterizə olunan zəhərli maddələrin təsiri nəticəsində insanların, ümumilikdə bütün canlı orqanizmlərin zəhərlənməsinə gətirib çıxarır. Məsələn: mədə-bağırsaq traktında kəskin ağrılar, udma zamanı ağrılar, qanlı qusma turşu və qələvilərlə zəhərlənmənin əlamətləridir.

- Qıcıqlandırıcı təsirlər – gözün, tənəffüs yollarının və ağciyərlərin selikli qişasına təsir edir. Bəzi hallarda eyni zamanda toksiki təsirlərlə müşayiət edilir.

- Sensibilizasiyaedici təsirlər (sensibilizasiya-həssaslıq) – insan (heyvan) orqanizminin və ya onun ayrı-ayrı orqanlarının hər hansı qıcıqlandırıcıya həssaslığını artırır. Sensibilizasiya bir sıra allergik xəstəliklərin əsasını təşkil edir.

- Kanserogen təsirlər – insan orqanizminə təsir edən kimyəvi xassələr, müəyyən şəraitlərdə xərçəng və digər şişlərin yaranmasına səbəb olur.

- Mutagen təsirlər – genetik informasiyanın saxlanması, onun hüceyrədən-hüceyrəyə, nəsil-dən-nəslə ötürülməsinə cavab verən irsi strukturları dəyişdirən fiziki və kimyəvi amillərdir. İrsi informasiyanın maddi daşıyıcısı və vahidi gendir.

Gündəlik həyatımızda mütəmadi olaraq istifadə etdiyimiz kimyəvi məhsulların əksəriyyəti təhlükə mənbəyi hesab edilə bilər. Bu məhsulların bəziləri aşağıdakılardır:

- Otaq spreyləri: tərkibi çoxlu miqdarda təhlükəli kimyəvi maddələrlə zəngindir. Tərkibdəki formaldehid ağciyər və selik membranlarına zərər verərək, xərçəngə yol açar. Kiçik molekulları yandırıcı xüsusiyyətdə olub, gözə, dəriyə, ağciyərlərə zərər verir, həssas insanlarda ölümcül ağciyər şişlərinə səbəb ola bilər. Bəzi otaq spreyləri zəhərli allergik reaksiyalara səbəb olduğu kimi, bəziləri də tərkibində aerosol propelanları olduğundan tənəffüsü çətinləşdirir və sinir sisteminin pozulmasına səbəb ola bilər.

- Ağardıcılar: tənəffüs zamanı və dəri ilə təmasda olduqda dəridə problemlər yaranır, tənəffüs çətinləşir. Bəzi hallarda müxtəlif məqsədli ağardıcılar qarışdırılır ki, bu zaman da zəhərli xüsusiyyətli qazlar əmələ gələ bilər.

- Paltaryuyan vasitələr: ağıza düşükdə və ya kiçik tozcuqların buruna getməsi ilə ürək bulanması, qusma, sıxılma, hətta komaya düşə bilər. Yuyucularda olan boya və ətilərə qarşı həssaslıq da mümkündür.

- Naftalin: zəhərli tərkibə malikdir. Başgicəlməsi, başağrısı, gözdə, dəridə, tənəffüs sistemində korlayıcı təsirə malikdir. Naftalinli mühitdə uzun müddət qalmaq, qaraciyər kataraktına səbəb olur.

- Tənəffüs orqanlarına və ağciyərlərə, mədə-bağırsaq traktına, dəri örtüyünə, selikli qışalara, qan-damar sisteminə (ümumilikdə insan orqanizminə) olan təsirlər təhlükəli və zərərli təsirlərə bölünür. Tez-tez rastlaşdığımız və müxtəlif şəraitdə insan orqanizminə təsir edən qaz, həlledici və aerosollar mövcuddur, onlardan bəziləri aşağıdakılardır:

- Dəm qazı (CO) – daxili oksigen çatışmamazlığı yaradır, qandakı hemoqlobini parçalayır. İnsanda başağrıları, qulaqlarda küy, başgicəllənməsi, ürəkbulanma, qusma, son nəticədə, qıcolma, şüurun itməsi və hətta ölümə nəticələnir.

- Karbon qazı 4-5% olduqda tənəffüsdə çətinlik yaranır, 10% olduqda isə narkotik xarakterli təsir başlanır və ölümə nəticələnə bilər.

- Kükürd qazı və hidrogen-sulfid qazı tənəffüs yollarının selikli qışasını qıcıqlandırır, yüksək dozada olduqda qıcolmalara və ani ölümə səbəb olur.

- Benzol-yüksək konsentrasiyası mərkəzi sinir sistemini dağıdır, qanda dəyişiklik yaradır, maye benzol eritemaya və ekzemaya səbəb olur.

- İstehsalat və məişət şəraitində aseton və benzin kimi həlledicilər istifadə edilir ki, onların buxarları insan sağlamlığına mənfi təsir göstərir. Aseton kumulyativ təsirə malikdir, xroniki zəhərlənməyə səbəb ola bilər. Benzinin natamam yanmasından dəm qazı ayrılır ki, bu da toksiki xarakter alır.

- Bir sıra istehsalat sahələrində insan orqanizminə qeyri-metalların, metalların və onların birləşmələrinin aerosolları təsir edir. Qeyri-metal aerosollarına silisium, selen və tellur oksidlərinin aerosolları aid edilir. Bu aerosollar tənəffüs yollarının və ağciyərin işini çətinləşdirir.

- Metallar və onların havada birləşmələrinin aerosollarına və buxarlarına aşağıdakılar aiddir: berillium, vanadium, kobalt, civə, qurğuşun, uran və digər metalların aerosolları [1, 2].

- Berillium və onun birləşmələrinin buxarları və aerosolu ağciyərləri, dərinə ağır zədələyir, gözü qıcıqlandırır, yüksək toksiki xassəyə malikdir, kəskin və xroniki xəstəliklər törədənə bilər.

- Vanadium birləşmələri qan dövranını dəyişdirir, tənəffüs yollarını və dərinə qıcıqlandırır.

- Civə buxarları kəskin xroniki zəhərlənmələrə səbəb olur, belə xəstəliklərin simptomları əl barmaqlarının, dilin və ümumilikdə bütün bədənin titrəməsidir.

- Kobalt toksikidir, təngənəfəslik yaradır, mədə-bağırsaq traktına təsir edir, dəridə kəskin dermatitlər yaradır.

- Nikel duzlarının dəri xəstəlikləri törətdiyi məlumdur. Qurğuşunun birləşmələri zəhərlidir, sinir sisteminə və qana təsir göstərir, böyrəklərdə, sümüklərdə toplanır, xroniki zəhərlənməyə səbəb olur.

- Tallium – mərkəzi sinir sistemini, mədə-bağırsaq traktını, böyrəkləri ağır zədələyir, saç tökür.

- Uran – böyrəklərin xroniki xəstəliklərini və orqanizmin şüa xəstəliyini törədir.

- Xrom – dəri və burunda selikli qışanı zədələyir.

Bütün bunları ümumiləşdirsək, deyə bilərik ki, təhlükəli təsirlərə texnogen təhlükənin tərkib hissəsi kimi baxılmalıdır.

Son zamanlar antropogen amillərin təbiətə təsirinin kəskin artması nəticəsində yer kürəsinin quru sahəsinin 97 min km² ərazisi antropogen təsirə məruz qalmışdır, 52 min km² ərazisi isə hələlik öz halını saxlamaqdadır. Bu isə global ekoloji problemlərin yaranmasına gətirib çıxarmışdır.

Ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində əhəlinin və ictimai birliklərin iştirakını və beynəlxalq əməkdaşlığı gücləndirmək lazımdır.

ƏDƏBİYYAT

1. “Standartlaşdırma haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanunu. Biznesmen bülleteni. 1996, №48(108).
2. Малинский В.Д. Испытание продукции на безопасность. М.: ФГУП «Стандартин Форм», 2008, 326 с.
3. Məmmədov N.R., Seyidəliyev İ.M., Aslanov Z.Y. Sınaq və sınaq avadanlıqları. Dərs vəsaiti. Bakı: İqtisad Universiteti, 2011, 148 s.
4. Həsənov Ə.P., Osmanov T.R., Həsənov N.N., Nəsirova Z.H. və b. Qeyri-ərzaq mallarının ekspertizasının praktikası. Dərslik. Bakı: İqtisad Universiteti, 2014, 543 s.
5. Həsənov Ə.P., Osmanov T.R., Həsənov N.N., Nəsirova Z.H. Qeyri-ərzaq mallarının ekspertizasının nəzəri əsasları. Bakı: İqtisad Universiteti, 2010, 514 s.
6. Həsənov A.H., Babayev Ə.İ., Həsənov Ə.P. və b. Əmtəəşünaslıq və kimya. Dərslik. Bakı, Elm, 2006, 540 s.

РЕЗЮМЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ РЕАЛИЗУЕМЫХ ПРОДУКТОВ

Аскерова Ф.А., Насирова З.Г.

Ключевые слова: *экологическая безопасность, химическая продукция, промышленные отходы, международные стандарты, контроль*

В XXI веке для развития экономики широко используются химические продукты и новые технологии в быту. Это ставит жизнь и здоровье людей под угрозу. Поэтому в современный период требуется повышение экологической безопасности всех видов химической продукции. В нефтегазодобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности в большом количестве образуются многоэтапные отходы. Эти специфические вещества в некоторых жидкостях и газах представляют серьезную опасность для экологической среды. Таким образом, для обеспечения экологической безопасности необходимо постоянное обновление международных стандартов и усиление контроля за их внедрением.

SUMMARY

ENVIRONMENTAL HAZARD OF PRODUCTS SOLD

Asgarova F.A., Nasirova Z.H.

Key words: *environmental safety, chemical products, industrial waste, international standards, control*

In the XXI century, chemical products and new technologies in everyday life are widely used for economic development. It also puts people's lives and health at risk. Therefore, in the modern period, it is necessary to improve the environmental safety of all types of chemical products. In the oil and gas and oil refining industry, multi-stage waste is generated in large quantities. These specific substances in some liquids and gases pose a serious environmental hazard. Thus, in order to ensure environmental safety, it is necessary to constantly update international standards and strengthen control over their implementation.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	31.07.2018
	Son variant	14.01.2019

УДК 591.69

ПЛОДОВИТОСТЬ И ФЕНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ *T. TURKESTANI* НА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ И ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА АЗЕРБАЙДЖАНА

¹МУРАДОВА ЭЛЬМИРА АЖДАР ГЫЗЫ²АЛИЕВА МАХЛУГА ГАХАД ГЫЗЫ³КАДЫРЗАДЕ ФИРУЗА ИМРАН ГЫЗЫ

Бакинский государственный университет, Азербайджан

1-доцент, 2-ст. преподаватель, 3-магистрант

sudaba_mamedova@mail.ru**Ключевые слова:** Апишерон, клещ, вредитель, растения, фенология

На основании проведенных исследований было выявлено, что паутинный клещ в начале своего появления на растениях огурца и баклажана поселяется на нижних листьях. Наблюдения показали, что интенсивность питания клещей при сравнительно низкой температуре (ниже 17-18⁰) протекает очень медленно и поэтому отнятие небольшими порциями сока растений в процессе питания клещей в заметных повреждениях проявляется не сразу. Увеличение численности клещей и поражение растений во время их вегетации в природных условиях Апишерона протекает более интенсивно с июня, когда среднесуточная температура стабильно составляет 22-24⁰С. В условиях Апишерона, где господствует климат сухих субтропиков, за вегетационный сезон указанный вид клеща - *T. turkestanii* развивается в 15-ти поколениях. Численность клещей и темп их поражения в процессе вегетации растений в природных условиях Апишерона протекает более интенсивно с июня, когда среднесуточная температура стабильно составляет 22-24⁰С. Изучение фенологии развития клеща проводилось в условиях инсектария.

Паутинные клещи – широко распространенные вредители, паразитирующие на всех видах растений, кроме тех, которые произрастают в водной среде.[7] Для человека они безопасны. Питаются растительным соком на протяжении всей жизни, тем самым принося вред. Не выносят высокой влажности.

Паутинные клещи семейства *Tertanychidae* приносят серьезный ущерб многим сельскохозяйственным культурам.[1,2,4,5] Это относится и к *T. turkestanii*, который известен как серьезный вредитель, особенно хлопчатника, как в Азербайджане, так и в Средней Азии. Характерными признаками поражения хлопчатника клещами являются: отставание в росте, отмирание и опадение листьев и бутонов и др. [3,6]. У растений, пораженных клещами, уменьшается количество воды, угнетается фотосинтез, уменьшается количество углеводов и азотистых веществ, повышается осмотическое давление.

Материал и методика исследования. Опыты для определения размеров вредоносности в естественных условиях северо-восточного Азербайджана на огурцах и баклажанах проводились в овощеводческих хозяйствах Апишерона, а также в условиях эксперимента в инсектарии на растениях фасоли, томата и огурца.

В естественных условиях были подобраны два типичных для зоны участка, находящихся, по возможности, в одинаковых почвенно-климатических условиях. Развитие растений на обоих участках протекало приблизительно одинаково. Для обследований, проводимых в первой декаде мая, было подобрано два участка – опытный и контрольный размером по 100 м². Здесь на растениях были отмечены единичные экземпляры клещей: контрольный же участок был свободен от них. Однако, для исключения случайностей, на контрольном участке в тот же день растения были опрысканы акарицидным препаратом. На

каждом участке было выбрано и заэтикетировано по 50 растений огурца и баклажана. Один раз в декаду на опытном и контрольном участках у растений регистрировались: темп роста, цветение, плодообразование, созревание, динамика заражения листьев, а также определение массы урожая.

Результаты исследования. Анализ результатов наблюдения показывает, что клещи в начале своего появления на растениях огурца и баклажана поселяются на нижних листьях. В первый период заражения растения (в течение 25-30 дней при среднесуточной температуре 17-18⁰С) на заселенных клещами листьях не заметны следы повреждений, хотя при экспериментальном заражении растений огурца двумя самками клеща при среднесуточной температуре 27⁰С, повреждения на листьях хорошо заметны даже невооруженным глазом уже через 24 часа. Это указывает на то, что интенсивность питания клещей при сравнительно низкой температуре (ниже 17-18⁰) протекает очень медленно и поэтому отнятие небольшими порциями сока растений в процессе питания клещей в заметных повреждениях проявляется не сразу. Возрастание численности клещей на листьях растений приходится на первую декаду июня. В это время у зараженных растений появляются пожелтевшие листья, листья со следами повреждений. При сравнении степени повреждения этими клещами двух видов растений – огурца и баклажана можно твердо указать на то, что растение огурца более подвержено влиянию этих клещей, чем растения баклажана. Если в хозяйственных условиях на одном листе огурца при сильном заражении имелось в среднем 30-40 взрослых клещей, то на растении баклажана этот показатель никогда не превышал 15-20 экземпляров. В соответствии с этим, пораженные участки на листьях огурца превышали 50,0% листовой пластинки, тогда как на растениях баклажана – лишь 10,0-20,0% от общей площади.

Результаты наблюдений на исследуемых участках над состоянием зараженных клещами и контрольных растений, свободных от них, приведены в таблицах 1 и 2. Как видно из этих материалов, численность клещей и темп их поражения в процессе вегетации растений в природных условиях Апшерона протекает более интенсивно с июня, когда среднесуточная температура стабильно составляет 22-24⁰С. При этом численность клещей на листьях огурца в отдельных случаях достигает массовой численности (свыше 100 особей на лист), тогда как на листьях баклажана численность клещей не превышает 50 экз. на лист. Вследствие этого опадение листьев на растениях огурца начинается с середины июня, а у баклажана – в конце июня, и наблюдалось это после увеличения численности клещей. Интенсивность опадения листьев у растений огурца была выше (табл. 1, 2), чем у растений баклажана. В целом количество опавших листьев у зараженных клещами растений начинается на 15-20 дней раньше, количество же опавших листьев у зараженных растений в 8-10 раз больше, чем у контрольных. В таком же порядке происходит опадение плодоорганов у зараженных и здоровых растений огурца и баклажана.

В первый период развития у зараженных и здоровых растений огурца и баклажана рост и развитие протекают нормально. Однако после начала опадения листьев у зараженных растений начинается отставание в росте. В результате зараженные растения отстают в росте более чем на 12 см. (Табл.2). При этом было выявлено, что у зараженных растений баклажана и огурца сокращается длина междоузлий, стволы становятся тоньше, а к концу августа рост их почти останавливается, тогда как у здоровых растений баклажана в условиях Апшерона, хотя и медленно, но продолжается рост до конца октября.

Процесс питания этих клещей на растениях огурца и баклажана оказывает влияние и на их урожай. В условиях Апшерона у зараженных клещами растений плоды по размерам и массе были меньше, чем у здоровых растений. Однако это касается лишь плодов, появившихся во второй период плодоношения.

Изучение клещей в северо-восточном Азербайджане, являющихся вредителями овощных культур, показало, что в этом регионе широко и повсеместно распространен лишь *T.turkestanі*. В этом регионе изучение фенологии развития клеща проводилось в условиях инсектария при естественных климатических условиях. Клещи воспитывались на листьях огурца.

Таблица 1.

Влияние I. Tigkectani на растения баклажана в природных условиях Ашиерона

Время учета	Май (декады)			Июнь (декады)			Июль (декады)			Август (декады)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Зараженные растения												
% зараженных листьев	2,5±0,7		7,8±0,9	±	±	±	±	±	±	±	±	±
Численность клещей	+		+	++	++	++	+++	+++	++	++	++	++
% опавших листьев	0,0		0,0	0,0	0,0	2,0±0,7	3,5±0,5	7,5±0,9	10,9±0,6	21,4±0,29		
% опавших плодоорганов	0,0		0,0	0,0	0,0	1,6±2,1	2,1±0,9	4,0±0,5	5,6±0,8	8,6±0,9		
Здоровые растения												
% опавших листьев	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5±0,9	1,4±0,8	2,0±0,8		
% опавших плодоорганов	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15±0,9	1,5±0,9		

Таблица 2

Влияние I. Tigkectani на растения огурца в природных условиях Ашиерона

Время учета	Май (декады)			Июнь (декады)			Июль (декады)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Зараженные растения									
% зараженных листьев	2,9±0,6	4,1±0,8	9,5±0,9	14,1±1,5	21,2±1,4	37,2±0,9	38,5±1,2	42,4±0,7	43,5±0,6
Численность клещей	±	±	±	±	±	±	±	±	±
% опавших листьев	0,0	0,0	1,5±0,9	2,5±0,7	3,6±1,4	7,5±0,9	10,5±1,5	1,4±0,4	24,1±0,5
% опавших плодоорганов	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5±0,8	3,2±0,9	6,8±0,7	8,7±1,1	9,5±1,4
Здоровые растения									
% опавших листьев	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1±0,9	2,5±1,5	2,1±0,9	1,8±0,9	1,7±0,4
% опавших плодоорганов	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8±0,7	2,1±1,2	2,2±0,8

Зимующие самки клеща были взяты в природе с листьев ежевики в конце февраля, когда на листьях были обнаружены только малоактивные самки клеща. В начале марта в 10 чашек Петри на чистые листья огурца, выращенные в лаборатории, были помещены по одной особи перезимовавшей самки. Наблюдение за развитием клеща и смена листьев проводились регулярно. Отложенные яйца систематически просматривались под лупой и отмечалось время появления личинок, нимф и имаго. Из появившихся имаго, после их копуляции, снова отсаживалось по одной самке и весь процесс повторялся заново. Эти опыты продолжались до наступления понижения среднесуточной температуры ниже 10°C , которая в условиях Апшерона приходится на конец ноября-начало декабря. Результаты наблюдений приведены в таблице.

Из приведенных данных видно, что в условиях Апшерона, где господствует климат сухих субтропиков, за вегетационный сезон указанный вид клеща развивается в 15-ти поколениях. Весеннее пробуждение их начинается с конца февраля – первой половины марта. В это время года на Апшеронском полуострове в отдельные периоды дневная температура атмосферного воздуха достигает $15-20^{\circ}\text{C}$. Все это приводит к кратковременной активизации клещей, а это в свою очередь приводит к тому, что уже 22 марта были отложены первые яйца, эмбриональное развитие которых при температуре $13,6^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 69% протекало медленно и завершилось через 28 дней. При данном температурном режиме развитие первого поколения клещей завершается лишь через 44 дня.

В условиях северо-восточного Азербайджана с начала сентября снова увеличивается как продолжительность отдельных стадий развития, так и общая продолжительность развития клещей. В районе наших исследований активность этих клещей продолжается до последней пятидневки ноября. В ноябре на листьях баклажана и подорожника можно встретить самок с зимней окраской и молодых самок светло-зеленого цвета. В середине октября на овощных растениях (баклажан и поздние посадки томата) и травянистых растениях повсеместно в значительных количествах отмечены яйца этих клещей. Таким образом, установлено, что на Апшероне туркестанский клещ размножается с марта по ноябрь и за это время имеет 15 поколений.

В Худат-Хачмасской зоне, расположенной в северном Азербайджане, активность этих клещей в весенний сезон наступает значительно позже, вследствие чего яйцекладка их была обнаружена лишь 9-10-го апреля, то есть, на 18-20 дней позже, чем на Апшероне. В этом регионе уход на зимовку начинается в пределах 18-20 октября, когда клещи впадают в зимнюю диапаузу. Туркестанский паутинный клещ в зоне низменных лугов может практически развиваться в II поколениях, а в зоне предгорных и среднегорных лугов Кубинского и Кусарского районов периоды активности клеща начинаются с последней декады апреля и продолжаются лишь по первую декаду октября. В этой части региона максимальная численность клеща приходится на июль. В августе клещи многочисленны, но здесь среди них доминируют самки с зимней окраской и клещи менее активны.

На равнинных лугах в районе Худат-Хачмасской низменности максимальный пик численности падает на июль и август месяцы и к этому времени здесь завершается развитие трех поколений, тогда как на юге региона Апшерона пик численности клещей приходится на июнь, июль и август месяцы, а до этого завершается развитие 4-х генераций клеща.

Таким образом, регулярными исследованиями установлено, что в разных природно-климатических зонах северо-восточного Азербайджана периоды активности этих клещей протекают в разные сроки и регулируются они климатическими условиями, вследствие чего в разных климатических зонах клещи развиваются по разному и дают различное количество поколений. Так, в зоне полупустынь с жарким климатом сухих субтропиков клещ развивается в 15-ти поколениях; в зоне низменных лугов с умеренным теплым климатом – в 11-ти, а в зоне предгорных и низменных лугов с умеренным климатом – в 9-ти поколениях.

Изучение фенологии развития клещей в указанных природных зонах и определение периодов их активности в каждой из этих зон дало возможность определить и пик их численности в каждом из этих регионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко Н.В. Клещи – вредители овощных культур. Л.: Колос, 1972, 73 с.
2. Иванов Е.Н. Перезимовка хлопкового паутинного клеща: Сб. науч. раб. Вредители и болезни хлопчатника и других культур, Ташкент. 1951. с.23-32
3. Курбанов Г.Г. Паутинный клещ как вредитель хлопчатника в Ширванской зоне Азербайджана / Труды Инс-та зоологии АН Азерб.ССР. Баку, 1955, т.18, с.17-107
4. Мурадова Э.А., Алиева М.Г. Годичный цикл развития и количество поколений у красного плодового клеща в течение года (*Panonychus ulmi* Koch.) // Advances in Biology Earth Sciences. Vol. 2. № 2. 2017, pp.242-246
5. Мурадова Э.А., Алиева М.Г. Паутинный клещ (*Tetranychus Urticae*) как вредитель овощных культур в Шемахинском районе // Advances in Biology Earth Sciences. Vol. 2, № 3, 2017, pp.333-337
6. Раздобурдин В.А. Поведение паутинного клеща при питании на различных сортах огурца // В кн: Пути дальнейшего совершенствования защиты растений в республиках Прибалтики и Белоруссии. Тез. докл., ч.3, Рига, 1983, с.135-137
7. Попов С. Я. Растительноядные клещи в защищённом грунте// Защита растений. №1. 1988, с.46-47

XÜLASƏ

AZƏRBAYCANIN ŞİMAL-ŞƏRQ BÖLGƏSİNDƏ TƏRƏVƏZ BİTKİLƏRİNDƏ VƏ OTLUQLARDA YAYILMIŞ *T.TURKESTANI* NÖVÜNÜN NƏSİL MƏHSULDARLIĞI VƏ İNKİŞAF FENOLOGİYASI

Muradova E.Ə., Əliyeva M.Q., Qadırzadə F.İ.

Açar sözlər: *Abşeron, bitkilər, gənə, zərərverici, fenologiya*

Aparılmış tədqiqatlar əsasında müəyyən edilmişdir ki, hörümçək böcəyi əmələ gəlməsinin əvvəlində xiyar və badımcan bitkilərində aşağı yarpaqlarda məskunlaşır. Müşahidələr göstərir ki, nisbətən aşağı temperaturda gənələrin qidalanmasının intensivliyi (17-180-dən aşağı) çox yavaş-yavaş baş verir və buna görə də gənələrin qidalanması prosesində bitkilərin şirəsinin kiçik porsiyalarından uzaqlaşdırılması gözəçarpan zədələrdə dərhal görünür. Gənələrin sayının artması və bitkilərin vegetasiyası zamanı Abşeronun təbii şəraitində məğlubiyyəti iyun ayından etibarən daha intensiv şəkildə baş verir, orta gündəlik temperatur sabit 22-240S təşkil edir. quru subtropik iqlimin hökm sürdüyü Abşeron şəraitində vegetasiya mövsümünə görə gənənin göstərilən növü - *T. turkestanii* 15 nəsildə inkişaf edir. Gənəgərçəklərin sayı və Bitkilərin təbii şəraitində vegetasiya prosesində onların məğlubiyyət tempi iyun ayından etibarən daha intensiv şəkildə davam edir, sutkalıq orta temperatur sabit 22-240S təşkil edir. Gənənin inkişaf fenologiyasının öyrənilməsi insektariya şəraitində aparılmışdır.

SUMMARY

FERTILITY AND DEVELOPMENT PHENOLOGY *T.TURKESTANI* ON VEGETABLE PLANTS AND HERBACEOUS PLANTS IN NORTH-EASTERN CONDITIONS OF AZERBAIJAN

Muradova E. A., Aliyeva M. G., Qadirzade F. I.

Key words: *Absheron, plants, mite, pest, phenology*

On the basis of the conducted research it was revealed that spider mite at the beginning of its appearance on the plants of cucumber and eggplant settle on the lower leaves. Observations have shown that the intensity of feeding ticks at a relatively low temperature (below 17-180) is very slow and therefore the

removal of small portions of plant juice in the process of feeding ticks in noticeable damage is not immediately apparent. The increase in the number of mites and plant damage during their vegetation in the natural conditions of Absheron occurs more intensively since June, when the average daily temperature is stable at 22-24° S. In the conditions of Absheron, where the climate of dry subtropics dominates, during the growing season, the specified type of mite - *T. turkestani* develops in 15 generations. The quantity of claws and rate of their defeat in the process of vegetation of plants in the environmental conditions of Absheron flow more intensively from June, when an average daily temperature makes 22-24°C stably. The study of phenology of development of tick was conducted in the conditions of insectarium at under artificial lighting.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	22.10.2018
	Son variant	14.01.2019

UOT 575:631.527

**TAENIA HYDATIGENA HELMINT NÖVÜNÜN ABŞERON BÖLGƏSİ ÜZRƏ
YAYILMASININ ÖYRƏNİLMƏSİ**¹AĞAYEVA AYSEL NUHBALA qızı²İSAYEVA KƏMALƏ KƏMALƏDDİN qızı³AXUNDOVA SEVİL MƏHƏRRƏM qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2,3 – baş müəllim

aysel.agayeva83@gmail.com

Açar sözlər: *teniidoz, invaziya, hündürlük qurşaqları, kaproloji müayinə, tam helmintoloji yarma.*

Azərbaycanda, xüsusilə şəxsi və fermer təsərrüfatlarının geniş inkişaf etdirildiyi Abşeron-Xızı iqtisadi rayonunda teniidozun öyrənilməsi üzrə bəzi məlumatların olmasına baxmayaraq, son illərə qədər bu problem, demək olar ki, öyrənilməmiş qalmışdır. Bu məqsədlə tədqiqatlara başladıq, adı çəkilən ərazilərdə teniidozun öyrənilməsini qarşımıza məqsəd qoyduq. Tədqiqatlar zamanı ilk olaraq həmin ərazilərdə məntəqələr üzrə yoluxmanı öyrəndik. *Taenia hydatigena* növü invaziyanın yüksək ekstensivliklə Altıağac (16,3%), Qızıldərə (12,9%), Küdar (12,5%), nisbətən aşağı ekstensivliklə isə Hövsan (5,4%), Zirə (8,8%) və digər kəndlərdə qeydə alınmışdır. Daha sonra *T. hydatigena* növünün qoyunlar arasında yayılması hündürlük qurşaqları üzrə öyrənilmişdir. *T. hydatigena* növü invaziyanın həm ekstensivliyinə (13,7%), həm də intensivliyinə (1-34 qovuş) görə alçaq dağlıq zonada düzənlik və dağətəyi zonalar nisbətən üstünlük təşkil etmişdir.

Giriş. Azərbaycanca, xüsusilə şəxsi fermer təsərrüfatlarının geniş inkişaf etdirildiyi Abşeron-Xızı iqtisadi rayonunda teniidozun öyrənilməsi üzrə bəzi məlumatların olmasına baxmayaraq, son illərə qədər bu problem, demək olar ki, öyrənilməmiş qalmışdır. Aparılan tədqiqatlar isə 40-50 il bundan əvvəl aparıldığından tarixilik baxımdan köhnəlmişdir və hazırkı təsərrüfat sisteminin mənzərəsini tam əks etdirmir [6]. Bu məqsədlə adı çəkilən ərazilərdə teniidozun öyrənilməsini qarşımıza məqsəd qoyduq, şəxsi fermer qoyunçuluq təsərrüfatlarında kaproloji və tam helmintoloji müayinələr apardıq [2]. Ümumiyyətlə, parazit aralıq sahibi əhli və vəhşi cütdırnaqlılar, insandır. Deməli qoyunlar da bura daxildir. Axırncı sahib isə əhli və vəhşi yırtıcılardır. Lokalizasiyası: axırncı sahiblərdə nazik bağırsaq; aralıq sahiblərdə piylik, mığqı, plevra, təsadüfi hallarda başqa orqanlarda- ağciyərlərdə, qida borusunun selikli qişasında, dalaqda, sidik kisəsində, diqraqmada, öd kisəsində, öd axarında, balalıqda, yumurtalıqda parazitlik edir. Yayıldığı yerlər: hər yerdə yayılmışdır [1].

Material və metodlar. Həmin ərazilərdə teniidoz törədiciyini öyrənmək məqsədilə elmi-tədqiqat işlərinə 2016-2017-ci illərdə başlanmışdır. Yoluxmanın intensivliyi helmintoloji yarma üsulu ilə müəyyən edilmişdir. Teniidozun diaqnostikasında tam helmintoloji yarma üsulundan istifadə etdik [3]. Yarma zamanı ayrı-ayrı orqanlar əzilərək xırdalandı, yuyuldu, helmintlər tapılaraq yığıldı və 70 faizli spirt məhlulunda konservləşdirilərək saxlanılmışdır [4]. Tədqiqat işləri həmin ərazilərin müxtəlif məntəqələrindəki qoyunçuluq təsərrüfatlarında və Baytarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Parazitologiya laboratoriyasında aparılmışdır.

Alınan nəticələr və onların müzakirəsi. *Taenia hydatigena* növü Abşeron yarımadası və Xızı rayonun müxtəlif kənd və qəsəbələri üzrə tədqiq edilmişdir. Nəticələr cədvəldə verilmişdir.

Cədvəldən görünür ki, *T. hydatigena* növü ilə yoluxmaya ən yüksək Altıağac kəndində rast gəlinir- 16,3%, ən zəif yoluxma isə Hövsan kəndində aşkar edilmişdir- 5,4%. Tədqiqat zamanı *T. hydatigena* növünün qoyunlar arasında yayılması hündürlük qurşaqları üzrə də öyrənilmişdir.

Cədvəl..

Taenia hydatigena növünün Abşeron yarımadası və ona bitişik Xızı rayonu ərazilərində
tədqiqat məntəqələri üzrə yayılması

Tədqiqat məntəqələri	Tədqiq edilmişdir	Yoluxub, baş hesabı ilə	İnvaziyanın ekstensivliyi, %-lə	İ.İ., ədədlə
Zirə	79	7	8,8	3-14
Hövsan	55	3	5,4	2-7
Maştağa	42	-	-	-
Müşviqabad	29	-	-	-
Fatmayı	48	-	-	-
Novxanı	84	11	13,1	2-24
Mehdiabad	20	-	-	-
Xırdalan	17	-	-	-
Ceyranbatan	21	2	9,5	2-23
Z. Tağıyev	69	7	10,1	1-10
Yeni Yaşma	29	-	-	-
Qobu	36	3	8,3	1-9
Sulutəpə	33	-	-	-
Güzdək	24	2	-	1-12
Şurabad	12	-	-	-
Müşviqabad	20	-	-	-
Altağac	43	7	16,3	1-34
Qızıldərə	62	8	12,9	1-15
Tudar	48	6	12,5	-
Cəmi:	771	56	7,3	1-34

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, *T. hydatigena* növü invaziyanın həm ekstensivliyinə (13,7%), həm də intensivliyinə (1-34 qovuc) görə alçaqdağlıq zonada düzənlik və dağətəyi zonlara nisbətən üstünlük təşkil edir. Bizim fikrimizə görə, bu, alçaq dağlıq zonada qoyunçuluqla məşğul olan təsərrüfatların sayının çox olması və bundan irəli gələrək *T. hydatigena* növünün axırıncı sahiblərindən olan çoban itlərinin çox olması ilə əlaqədardır. Həm də alçaq dağlıq zonada vəhşi itkimilərin (çaqqal, canavar, tülkü) də sayı çoxluq təşkil edir [5].

ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədov A.Q., Hacıyev Y.Q., Şirinov N.M., Ağayev A.A. Baytarlıq parazitologiyası. Bakı, 1986. s. 7-12
2. Məmmədov A.Q. Azərbaycanda kənd təsərrüfatı heyvanlarının helmint və helmintozlarının zonalar üzrə yayılması və helmintozlarla mübarizənin gücləndirilməsi üçün təkliflər. Bakı, 1975, s. 76-78
3. Асадов С.М. Гельминтофауна жвачных животных СССР и ее эколого-географический анализ. Баку, 1960, 511 с.
4. Барабаш А.Ф., Лукьянова Г.А. Профилактика домашних животных. М.: Асткер, 2005, 32 с.
5. Ивашин В.М., Орипов А.О., Сопин М.Д. Определитель гельминтов мелкого рогатого скота. М.: Наука, 1990, 242 с.

РЕЗЮМЕ
ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГЕЛЬМИНТА *TAENIA HYDATIGENA*
НА ТЕРРИТОРИЯХ АБШЕРОНА

Агаева А.Н., Исаева К.К., Ахундова С.М.

Ключевые слова: тениодоз, инвазия, высотные пояса, капронологическое обследование, полное гельминтологическое вскрытие.

Несмотря на то, что есть некоторые данные по изучению тениодоза в Азербайджане, особенно в экономическом регионе Абшерон-Хызы, где широко развиваются частные и фермерские хозяйства, эта проблема до недавнего времени почти не изучалась. Исследования же, проведенные 40-50 лет назад, устарели с исторической точки зрения и не полностью отражают картину нынешней хозяйственной системы. В статье поставлена задача изучить тениодоз в указанных областях. Авторами проведены капрологические и полные гельминтологические исследования в частных и фермерских овцеводческих хозяйствах, по пунктам изучены заражения на этих территориях. *T. hydatigena* характеризуется высокой экстенсивностью инвазии в Алтагач (16,3%), Гызылдере (12,9%), Кюдар (12,5%), а относительно низкой экстенсивностью в Говсан (5,4%), Зира (8,8%) и других деревнях. По высотным поясам было изучено распространение разновидностей *T. hydatigena* среди овец. Как видно, по экстенсивности (13,7%), так и по интенсивности (1-34 пузыря) инвазии разновидности *T. hydatigena* в плоскогорьях преобладают над равнинными и предгорными зонами.

SUMMARY
STUDY OF THE SPREAD OF HELMINTH SPECIES *TAENIA HYDATIGENA*
ON REGION ABSHERON

Agayeva A.N., Isaeva K.K., Ahundova S.M.

Key words: taeniasis, invasion, high-altitude zones, capronological examination, full helminthological autopsy

Despite the fact that there are some data on studying of a taeniasis in Azerbaijan, especially in Absheron-Khizi economic region where private and farmer farms are widely developed, this problem has not almost been studied until recent years. Studies conducted 40-50 years ago are outdated from a historical point of view and do not fully reflect the picture of the current economic system. With this intention, we set out to study taeniasis in the indicated areas, carried out caprological and complete helminthological studies in private and farmer sheep farms. Initially, we have studied the points of infection in these areas. Type *T. hydatigena* is characterized by high extensiveness of invasion in Altiaghach (16.3%), Gyzyldere (12.9%), Kudar (12.5%), and relatively low extensiveness in Hovsan (5.4%), Zira (8.8%) and other villages. Then, the distribution of *T. hydatigena* species among sheep was studied in the high-altitude zones. Both in extensivity (13.7%) and in intensity (1-34 bladders) invasions of *T. Hydatigena* species in plateaus prevail over lowland and foothill zones.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	30.04.2019
	Son variant	21.05.2019

UOT 658.5.012

MÜRƏKKƏB MAŞINQAYIRMA ELEMENTLƏRİNİN AVTOMATLAŞDIRILMIŞ LAYİHƏLƏNDİRMƏ PROSESİNƏ PATTERN SİSTEMİN TƏTBİQİ

¹HÜSEYNOV AQİL HƏMİD oğlu

²TALİBOV NATİQ HƏSƏN oğlu

³EYYUBOV KAMİL KAVUS oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-t.e.d.professor, 2-t.f.d.dosent, 3-doktorant

aqil55@mail.ru

Açar sözlər: patternlər metodologiyası, maşınqayırmanın mürəkkəb məmulatlarının layihələndirilməsi, parametrləşdirilmiş model, ALS, avtomatlaşdırılmış layihələndirmə.

Patternlər vasitəsilə maşınqayırma məmulatlarının avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemi. Maşınqayırmanın mürəkkəb məmulatlarında-parametrik asılılığın yaradılması, izlənilməsi və modifikasiya edilməsi tələb olunan hissələr və quraşdırmaların sayı çoxdur, ALS tərəfindən verilən vasitələr isə kifayət qədər işin rahatlığını təmin etməyə imkan vermir. Maşınqayırma məmulatları modellərinin təhlili göstərmişdir ki, başa çatdırılmış layihə özünə mühəndis tərəfindən modelin dəyişdirilməsi üçün üzünməli və redaktə olunmalı minlərlə parametrləri daxil edir. Parametrik modelin səmərəsi və dəqiq planlaşdırılması zamanı rabitələrin sayını bir-neçə yüzlüklərə qədər azaltmaq olar [1]. Ancaq mütəxəssislərin tədqiqatlarına əsasən layihəçi əsas məsələyə ziyan vurmadan fikrində 50 parametrdən artıq tuta bilməz [2,3].

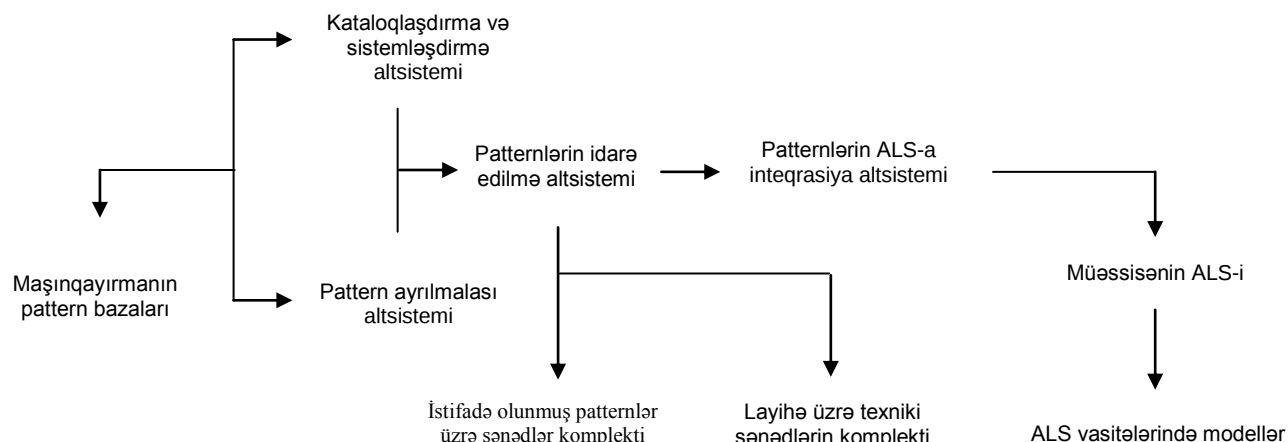
Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, tək pattern maşınqayırma məmulatlarının parametrləmə prosesində yaranan bütün məsələləri tam həll etməyə qadirdir. Qeyd etmək lazımdır ki, pattern dillərinin iyerarxik strukturu çərçivəsində tətbiq edilməsi alınan həllərin effektivliyini xeyli yüksəldir. Beləliklə, pattern dilləri parametrləşdirmə mexanizmlərinin inkişafı yolunda növbəti addım olur. Patternlərin köməkliyi ilə layihələndirmə metodikalarının tətbiqi maşınqayırmanın mürəkkəb məmulatlarının layihələndirilməsinin avtomatlaşdırılmasına yeni tərəfdən baxılmasına, qovşaqlar və qrafik birləşdirilmələr səviyyəsində parametrləşmədən funksional bağlılıq səviyyəsində parametrləşməyə keçməyə imkan yaradır. Patternlər iyerarxiyası onların arasındakı üfüqi və şaquli rabitə ilə səciyyələnir və burada şaquli rabitələr həllərin tətbiqinin ardıcılığını və daha aşağı səviyyəli patternlərdən daha yüksək patternlər səviyyəsinin alqoritminin formalaşdırılmasını göstərir. Üfüqi rabitələr birsəviyyəli patternlərin qarşılıqlı bağlılığını təmin edir və eləcə də həllin modifikasiyası üçün bir patternin digəri ilə əvəz edilməsinə imkan yaradır.

Maşınqayırma sahəsində avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemində qoyulan tələblərin öyrənilməsinin nəticələrinə və patternlərin vasitəsilə işlənmiş metodların təhlilinə əsasən ixtisaslaşdırılmış avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemi “Pattern System” yaradılmışdır. Sistemin ümumiləşdirilmiş struktur sxemi şəkl.1-də təqdim olunmuşdur.

Sistemin quruluşu maşınqayırma patternləri bazasını, patternlərin ayrılması altsistemini, patternlərin integrasiyası altsistemini və patternlərin sistemləşdirilməsi və kataloqlaşdırılması altsistemini özündə cəmləyir.

Sistemin arxitekturası kimi klassik arxitektura olan “Kliyənt - Server” seçilmişdir. O, toplanmış informasiyanın mərkəzləşdirilmiş formada saxlanması, son istifadəçilərin işçi stansiyalarına düşən hesablanma yükünün azaldılması və çoxistifadəçilik rejimində sistemin iş

şəraitində verilənlər bazası bütövlüyünün təmin edilməsinə sərf olunan xərclərin azaldılması haqqında analiz aparmağa əsas verir.



Şək.1. Patternlərin tətbiqi ilə layihələndirmə sisteminin quruluş sxemi

Sistemin layihələndirilməsi mərhələsində ona işlənən layihə və orada istifadə olunan patternlər üzrə sənədlər komplektinin yaradılması imkanı daxil edilmişdir. Eləcə də maşınqayırma sahəsində istifadə olunan bir çox ALS-lərin əksəriyyəti ilə onun sonrakı inteqrasiyası imkanı daxil edilmişdir. Bu, pattern proqramlaşdırılmasının tətbiqi və ALS-in xarici qoşulma vasitələri olan universal interfeys hesabına əldə olunur.

Belə sistemin tətbiqi ilə maşınqayırmanın mürəkkəb məmulatlarının layihələndirmə metodikasını bir neçə mərhələyə ayırmaq olar:

1. Layihələndirmə sisteminin başlanğıc iş mərhələsini pattern kitabxanasının konkret layihələndirmə sahəsi üçün lazım olan standart həllərlə doldurulması hesab etmək olar. Patternləri işləyib hazırlayan altsistemin xüsusi aydınlaşdırma və kataloqlaşdırma alətləri ilə layihədən ən uğurlu həlli seçib pattern bazasına toplamaqdır.

2. Layihələndirmə işləri yerinə yetirilərkən bazada toplanmış həllər layihəyə daxil edilir və patternləri idarə edən altsistemin vasitələri ilə konkret məsələnin ehtiyaclarına uyğunlaşdırılır. Bu altsistemin alətləri həlli formalaşdıran parametrlərin pozisiyalaşdırılması, hesablanması və düzəldilməsi məsələlərinin həllinə yönəldilmişdir.

3. Müəssisədə istifadə edilən ALS-in patternlərin inteqrasiyası altsistemi layihəyə tətbiq etmək üçün uyğunlaşdırılmış pattern alır, onu daha yüksək səviyyəli yığma hissəsinə çevirir və verilmiş parametrlərə uyğun sazlayır;

4. Layihə üzərində işin gedişində bilavasitə layihəçinin üzərinə uğurlu həllərin qeyd edilməsi və onların pattern bazasında saxlanması vəzifəsi düşür. Beləliklə, "Pattern System" sistemi ilə iş prosesi 2-ci mərhələyə qaydır.

"Pattern System"-in tətbiqi ilə patternlərin ayrılması alqoritm. Təklif edilən alqoritmə əsasən tətbiq sahəsindən patternlərin ayrılması prosesini aşağıdakı addımlar şəklində təqdim etmək olar:

1. Layihələndirmə prosesində təkrar olunan ardıcılıqların tapılması;
2. Həllin təkrar tətbiq olunması ehtimalının proqnozlaşdırılması;
3. Verilmiş konkret məsələnin həlli üçün patternlərin tətbiqinin effektivliyinin təhlili (analizi).
4. Patternə uyğun sənədin formalaşdırılması üçün lazım olan informasiyaların toplanması;
5. Pattern haqqında informasiyanın saxlanması üçün xüsusi vasitələrin tətbiq edilməsi.

Layihənin pattern formatına salınması əlavə vaxtın sərf olunmasını tələb edir və müvafiq olaraq, bu sərfələr həmişə özünü doğrultmur. Patternin yaradılmasının məqsədəuyğunluğu haqqında qərar qəbul edilərkən həllin sonrakı layihələrə tətbiq edilməsi imkanının təyini olduqca vacibdir.

Patternin yaradılmasının məqsədəuyğunluğunu təyin etmək üçün onun işlənməsinə sərf olunan vaxtın və onun gələcəkdə tətbiq olunmasından alınan qazancın qiymətləndirilməsi zəruridir. Bunun üçün patternin tətbiqinin effektivlik əmsali aşağıdakı kimi verilə bilər:

$$K_{t.e.} = \frac{T_p \times (N+1)}{T_p N + T_n N \times N} \quad (1)$$

burada N – həllin təkrar tətbiq edilməsinin ehtimal edilən sayıdır;

$T_{p.n}$ – patternin və layihənin işlənməsinə sərf olunan zaman;

$T_{n.n}$ – patternin köməkliyi ilə layihələndirmə zamanı; T_p – layihənin işlənməsinə sərf olunan zamandır.

Patternlərin saxlanması və kataloqlaşdırılması qaydası. Maşınqayırmanın mürəkkəb məmulatlarının patternlərinin sistemləşdirilməsi və kataloqlaşdırılması altsisteminin işlənməsi zamanı onların saxlanması metodikasının işlənməsi zərurəti meydana çıxır [3,4].

Sistemləşdirmə və kataloqlaşdırma altsistemi həllərin verilənlər bazasında saxlanmasını nəzərdə tutduğuna görə patternlərin verilənlər bazasında saxlanması üçün iki yanaşma işlənmişdir:

- **Parametrləşdirilmə - deklarativ yanaşma.** Bu zaman verilənlər bazasında patternlərlə təsvir edilən hazır qovşaqlar (düynələr) və onun saxlanmasına imkan verən funksional asılılıqlar saxlanılacaqdır;

- **Parametrləşdirilmə - prosedur yanaşma.** Bu zaman verilənlər bazasına qovşağın formalaşdırılması alqoritmləri daxil ediləcəkdir.

Bu yanaşmaların təhlili göstərir ki, parametrləşdirilmə - deklarativ yanaşma daha üstündür, çünki patternlərin layihəyə tətbiq edilməsinin tezliyinin, etibarlılığının və sürətinin daha yaxşı xarakteristikalarını təmin edir. Seçilmiş saxlanma metodu üçün patternlərin saxlanması yanaşmasına daha çox uyğun olan verilənlər bazası strukturu işlənmişdir [4,5].

Maşınqayırma üçün pattern strukturunun və onların əsas layihələndirmə alqoritmlərinin işlənməsindən sonra [6], pattern dillərində pattern yerinin təyin edilməsi, patternin yeri haqqında informasiyanın saxlanması və onun istifadəçi üçün necə çıxarılması haqqında suallar yaranmışdır.

Digər sahələrin analizinin nəticələrinə görə, maşınqayırma üçün patternlər aşağıdakı kateqoriyalar üzrə təsnif edilməlidir:

- əhatə sahələrinə görə (tam layihə, ayrı-ayrı funksional qovşaqlar, qovşaqların komponentləri);

- tətbiq obyektinə görə;

- reallaşdırılan funksiyalara görə;

Ayrı-ayrı patternlərin vizuallaşdırılmasının mümkün variantlarının və pattern dillərinin ümumi strukturunun tədqiqi nəticəsində iki kateqoriyada informasiyanın ayrılmasına əsaslanan yanaşma yaxşı hesab edilir.

Sistemdə saxlanan obyektlərdən formalaşdırılmış patternlərin tam siyahısını iyerarxik ağac şəklində təsvir etmək çox rahatdır. Bu vizual komponentin iyerarxik strukturu istifadəçiyə qarşılıqlı əlaqə yaratdığı patternin ümumi pattern dili strukturunda yerini daha tez aşkar etməyə köməklik göstərəcək.

Mövcud olan patternlərin təsviri üçün ağacşəkilli strukturun tətbiq edilməsi pattern dili çərçivəsində onların bir-biri arasında integrasiyasını təqdim etməyə, bir patterni digəri ilə əvəzetmə metodikasının işlənməsinə müvafiq daha yüksək səviyyəli patternlərin daxili strukturunun formalaşdırılmasını aparmağa imkan verir. Ancaq bu, o şərtlə ola bilər ki, əvəzlənən və əvəz edən pattern bir iyerarxik səviyyəyə malik olsun.

Patternlərin effektiv kataloqlaşdırılması üçün şəraitin formalaşdırılması zamanı patternlərin saxlanması üçün artıq işlənmiş baza verilənlərinə bir sıra xüsusiyyətlər əlavə olunmuşdur. Bu, o məqsədlə edilir ki, yeni verilən bazası patternlər əsasında yığımın formalaşdırılmasının rahatlığını təmin etsin, direktoriyanın fiziki ünvanını patternin fayl komponentləri ilə birmənalı təyin etsin.

Nəticə. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, patternlər vasitəsilə layihələndirmə metodologiyasının tətbiqi parametrləşdirilmənin aparılması zamanı funksional rabitə səviyyəsinə keçməyə imkan verir və beləliklə maşınqayırmanın mürəkkəb məmulatlarının layihələndirmə zamanını və eləcə də onların ilkin layihələndirmə zamanını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Baxılan sistem maşınqayırmanın mürəkkəb məmulatlarına aid texniki sənədlərin düzgün komplektini almağa, yeni daha rahat və əyani şəkildə layihələrin parametrik modelləşdirilməsini həyata keçirməyə və bütövlükdə layihənin yerinə yetirilməsi zamanını azaltmağa imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Шишкин В.В., Кандулов В.М. Анализ механизмов параметризации с точки зрения паттернов проектирования // Тез. док. 43-й науч.-тех. конф. Ульяновск, 2009, с.262.
2. Губич Л., Прочорова А. Подходы к автоматизации проектирования на базе средств параметризации CAD/CAM – систем // САПР и трафика. № 12. 2000, с.60-64
3. Жигулин В. О том, как твердое тело может быть слишком твердым, или Взгляд на параметризацию сбоку // САПР и графика. №1. 2000, с.87-90
4. Гусейнов А.Г., Талыбов Н.Г. Разработка средства автоматизации моделирования интеллектуальной системы управления гибкой производственной системой // Проблема сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов, № 2, 2017, с.104-110
5. Huseynov A.H. Informing knowledge control of computing design of flexible manufacturing system // Journal of MODERN TECHNOLOGY and ENGINEERING, vol. 1, №1, 2016, pp.39-43
6. Huseynov A.H. Agent technology at computing option of flexible manufacture system element and composed structure // Advanced Mathematical Models and Applications, vol. 1, №1, 2016, pp. 20-27

РЕЗЮМЕ

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА БАЗЕ ПАТТЕРНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Гусейнов А.Г., Талыбов Н.Г., Эйюбов К.К.

Ключевые слова: методология паттернов, проектирование сложных машиностроительных изделий, параметризованная модель, САПР, автоматизированное проектирование.

В статье рассмотрена система автоматизированного проектирования сложных машиностроительных изделий, основанная на инновационной методологии паттернов проектирования для области машиностроения. Рассмотрены основные принципы проектирования с использованием паттернов, преимущества такого подхода, а также структура, функции и реализация системы автоматизированного проектирования с помощью паттернов.

SUMMARY

APPLICATION OF PATTERN SYSTEM ON AUTOMATED DESIGN PROCESS OF COMPLEX MACHINE-BUILDING PRODUCTS

Huseynov A.H., Talibov N.H., Eyyubov K.K.

Key words: pattern methodology, design of complex machine-building products, parameterized model, CAD –systems, computer-aided design.

The article considers the computer-aided design system for complex engineering products based on the innovative methodology of design patterns for the field of engineering. The basic principles of designing using patterns, the advantages of this approach, as well as the structure, functions and implementation of computer-aided design using patterns are considered.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	25.11.2019
	Son variant	24.12.2019

UOT 681.518

DİSKRET DİNAMİKİ SİSTEMLƏRİN İMITASIYA MODELLEŞDİRİLMƏSİ İLƏ TƏDQIQI VƏ İMITASIYANIN NƏTİCƏLƏRİNİN ANİMASIYASININ MÖVCUD VƏZİYYƏTİNİN ANALİZİ

XƏLİLOV ELNUR OKTAY oğlu*Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan, Mingəçevir ş., baş müəllim, doktorant*elnur_29@hotmail.com***Açar sözlər:** imitasiya, animasiya, 3D modelləşdirmə, kompüter modelləşdirilməsi*

Məqalədə diskret xarakterli dinamik mürəkkəb sistemlər kateqoriyasına aid edilən müasir çevik istehsal sistemlərinin yaradılması və tətbiqində çoxsaylı mexatron qurğulardan təşkil edilmiş çevik istehsal modulları “kollektiv”lərinin layihələndirmə mərhələlərində modelləşdirilməsi, kompüter eksperimentləri ilə tədqiq olunması və real obyektə fəaliyyətində paralellik və asinxronluq prinsipləri gözlənilməklə qarşılıqlı əlaqədə idarəetmə alqoritmlərinin işlənməsinin həlli məsələlərinə baxılmışdır. Robototexniki kompleksləri layihələndirən mütəxəssislərin fəaliyyətlərinin prioritet istiqamətləri tədqiq edilmiş, proseslərin dinamik imitasiya modelləşdirilməsi və 3D modelləri üçün xüsusilaşdırılmış proqram təminatlarının işi analiz edilmişdir. İmitasiya modelləşdirilməsi proqram komplekslərinin işlənməsinin mövcud vəziyyətinin analizi yerinə yetirilmiş və imitasiyanın nəticələrinin animasiya üsullarından istifadə etməklə kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi məsələlərinə baxılmışdır.

Diskret xarakterli dinamik mürəkkəb sistemlərin layihələndirilməsi mərhələləri çoxiterasiyalı proses olmaqla, ixtisaslı, müxtəlif təyinatlı mütəxəssislərin kollektiv fəaliyyəti ilə yerinə yetirilən bir prosesdir. Layihələndirmə təcrübəsi göstərir ki, əksər hallarda layihələndirmənin ilkin mərhələlərində (sistemotexniki layihələndirmə – yəni texniki tapşırıq, eskiz və texniki layihələndirmə mərhələləri) nəzərdə tutulan nəzəri və təcrübi ideyalar son nəticədə, xüsusən də sınaq və tətbiq mərhələlərində özlərini doğrultmur ki, bu da öz növbəsində nəzərdə tutulmamış çatışmazlıqları aradan qaldırmaq üçün əlavə vəsaitlər tələb edir və layihələndirmə müddətinin süni şəkildə uzadılması ilə müşayiət olunur.

Problemin əsaslı həlli üçün geniş yayılmış üsullardan - müasir modelləşdirmə aparatları bazasında kompüter modelləşdirilməsindən, informasiya-kommunikasiya texnologiyalarına əsaslanan avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətlərindən, layihələndirmənin bütün mərhələlərində geniş istifadə edilməsi mühüm istiqamət hesab edilir.

Diskret xarakterli dinamik mürəkkəb sistemlər (DDMS) kateqoriyasına aid edilən yeni avtomatlaşdırma vasitələri – sənaye robotu (SR), avtomatik idarə olunan nəqliyyat sistemləri (NS), proqramla idarə olunan dəzgahlar, anbar sistemləri və s. bazasında yaradılan, iki və üçölçülü fazada qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərən çevik istehsal sistemlərinin (ÇİS) layihələndirilməsində, modelləşdirilməsində və idarə edilməsində də müasir informasiya texnologiyalarının istifadəsi aktualıq kəsb edir. Müasir ÇİS-lərin yaradılması və tətbiqində çoxsaylı mexatron qurğulardan (MQ) təşkil edilmiş çevik istehsal modulları (ÇİM) “kollektiv”lərinin layihələndirmə mərhələlərində modelləşdirilməsi, kompüter eksperimentləri ilə tədqiq olunması və real obyektə fəaliyyətində paralellik və asinxronluq prinsipləri gözlənilməklə qarşılıqlı əlaqədə idarəetmə alqoritmlərinin işlənməsi məsələlərinin həlli, robototexniki kompleksləri layihələndirən mütəxəssislər kollektivlərinin prioritet istiqamətlərindən biridir.

Qeyd edək ki, ÇİS-in əsas komponentləri olan ÇİM-lər öz daxillərində bir-biri ilə ortaq işçi zonalarda qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərən MQ-lar toplusundan təşkil olunur və asinxron avtomatlar kimi digər ÇİM-lərlə sinxronlaşdırma şərtləri gözlənilməklə ÇİS-in idarəetmə sistemi (İS) ilə koordinasiyalı idarə olunur. ÇİM-lərin MQ-ları əksər hallarda qeyri-müəyyənlik şəraitində

qeyri-səlistlik şərtləri çərçivəsində fəaliyyət göstərir. Göstərilən hala situasiyalardan asılı olaraq ÇİM-lərin bir-biri ilə son məqsədə nail olmaq üçün qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyətlərində də rast gəlinir. Odur ki, onların koordinasiyalı idarə olunması üçün ənənəvi üsullar özünü doğrultmadığından, biliklərə və süni intellekt elementlərinə əsaslanan yanaşmaların, model və alqoritmlərin işlənməsi tələb olunur.

ÇİM-lərin ayrı-ayrılıqda və ÇİS-in fiziki modellərinin sınaq və tətbiq mərhələlərində tədqiqi çətin və bəzi hallarda mümkün olduğu üçün onların layihələndirilməsinin bütün mərhələlərində kompüter modelləşdirilməsi metodlarının tətbiqi mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

İcmalda, DDMS-in, o cümlədən həmin kateqoriyaya aid edilən ÇİS-in layihələndirmə mərhələlərində kompüter modelləşdirilməsi üsulları ilə tədqiqinin müasir vəziyyətinin təhlili və mövcud üsulların, işlənmiş model və alqoritmlərin müqayisəli analizi məsələlərinə baxılır.

Məlum olduğu kimi kompüter modelləşdirilməsi fərdi kompüterlərin yaranması ilə geniş istifadə sahəsi tapdı. Bu onunla əlaqədardır ki, fərdi kompüterlər qrafiki displey və proqram təminatı əsasında müasir vizual modelləşdirmə alətinin meydana çıxmasını təmin etdi. Kifayət qədər tam analitik və alqoritmik modellərin ciddi riyazi yazılışı əvəzinə, vizual modelləşdirmə modelin yazılışında qrafiki formadan istifadə edir və tədqiqatın nəticəsini görünüşlə təsvir etməyə imkan yaradır.

Modelləşdirilən sistemin qrafiki təsvirinin əsas elementi bir-biri ilə funksional əlaqə ilə birləşdirilən və ayrı-ayrı komponentlərin obrazlarından qurulmuş struktur sxemdir. Nəticələrin təsviri üçün riyazi qrafika, eyni zamanda iki və üçölçülü animasiyadan istifadə olunur.

İstənilən obyektin sistemli analiz üsulları ilə tədqiqində obyektin modelini qurmaq lazımdır. Modelləşdirmə yaradıcı proses olmaqla, onu yerinə yetirəndən riyazi biliklərə, praktiki vərdislərə və əvvəlcədən tədqiqatların nəticələrini görmək bacarığına malik olmağı tələb edir.

[1]-də mürəkkəb dinamik sistemlərin vizual modelləşdirilməsində müasir kompüter texnologiyalarından istifadə edilməsi məsələlərinə baxılır. Bu məqsədlə hibrid sistemlər anlayışı müzakirə edilməklə, müxtəlif fiziki xassələrə malik olan çoxkomponentli sistemlərin layihələndirilməsində müxtəlif yanaşmalara baxılır. Müasir modelləşdirmə dilləri və vizual modelləşdirmə üçün yaradılmış qrafiki proqram vasitələrinin xüsusiyyətləri göstərilmişdir. UML universal modelləşdirmə dilinin əsas anlayışları öz şərhini tapmışdır. UML, Simulink, Model Vision Studium və Anylogic dillərindən istifadə etməklə, məsələlərin həlli metodikası verilmişdir.

[2]-də kompüter modelləşdirilməsinə daha geniş mənada baxılır. Göstərilir ki kompüter modelləşdirilməsi (KM) müxtəlif növ modellərin və uyğun modelləşdirmə üsullarının proqram realizasiyası əsasında yaradılmışdır: riyazi anlayışlarla qurulmuş və tədqiq edilən riyazi modellər; fiziki modelləşdirmə – eksperimental tədqiqat üsulları; imitasiya modelləşdirilməsi (İM). Bu halda modelin davranışı vaxt intervalında tədqiq edilir, yəni obyektin fiziki və riyazi modelləri əsasında: həndəsi modelləşdirmə – kompüterdə həndəsi obyektin tədqiqi və nəticələrin monitorda təsviri (vizualizasiya modelləri). Göstərilir ki, KM-in istifadəsinin əsas üstünlüyü ondadır ki, onunla aparılan eksperimentlər real obyektlərdə çox baha başa gəlir və olduqca mürəkkəbdir. Kompüter eksperimentlərinin həndəsi modellərlə vizualizasiyası nəticələrin daha əyani olmasını və reallığa yaxınlığını təmin edir.

Robototexniki komplekslərin işlənməsində proseslərin dinamik imitasiya modelləşdirilməsi və 3D modelləri üçün xüsusilaşdırılmış proqram təminatları tələb olunur [3]. Göstərilir ki, robotun hərəkət trayektoriyasını “offline” proqramlaşdırma (OLP) üsulu ilə yaradılması bir neçə mərhələdə yerinə yetirilir: birinci mərhələdə robotlaşdırılmış sahənin bütün qovşaqlarının – detallar, texnoloji mühit, robot, alət və s.-nin dəqiq CAD modeli (Computer Aided Designed – avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemi) yaradılır; ikinci mərhələdə vizual 3D mühitində texnoloji sahə modelləşdirilir; növbəti mərhələdə robot-manipulyatorun detala tərəf hərəkətinin və texnoloji əməliyyatın yerinə yetirilməsi üçün hərəkət trayektoriyasının dayaq nöqtələri hesablanır. Hərəkət trayektoriyası müəyyən tələbləri ödəməlidir: toqquşmaların olmaması; mövqeləşdirmənin keyfiyyətinin təmin edilməsi; robotun hərəkət sürətinin təmin edilməsi və s. Hərəkət

trayektoriyasının hesablanması və yoxlanışından sonra istehsalat şəraitində robotun tətbiqinin realizasiyasını təmin etmək üçün idarəedici kontrollerin alqoritmi işlənilməlidir.

Müasir kompüter texnikasını sənaye və texnikada layihələndirmə, imitasiya və sınaq vasitəsi kimi istifadə etmək olar [4]. Bu yanaşma kompüter sistemlərinin, o cümlədən stolüstü fərdi kompüterlərin məhsuldarlıqlarının yüksələn sürətlə artması nəticəsində aktuallaşmış və mümkün olmuşdur. Eyni zamanda yeni bir istiqamətin – kompüter simulyasiyasının yaranması stimullaşdırılmışdır. Ümumiyyətlə, simulyator dedikdə hər hansı bir prosesin, aparat və texniki vasitənin mexaniki və ya kompüter imitatoru (imitasiyalı idarə edilməsi), daha dəqiq desək reallığa uyğun situasiyaların imitasiyasında kompüterin istifadə edilməsi nəzərdə tutulur. Göstərilən üsul diskret xarakterli dinamik sistemlərin, o cümlədən robototexniki sistemlərin tədqiqində geniş istifadə edilir. Robototexniki simulyatorun əsas obyektı virtual robotdur, yəni virtual mühitdə yaradılan real robotun imitatorudur.

3D modelləşdirmə layihələndirilən obyektin həyat dövrünün bütün layihələndirmə mərhələlərində istifadə edilməlidir. Bu istiqamətdə çoxlu kompaniyaların 3D modelləşdirmə paket kompleksləri mövcuddur. Məsələn, metalkəsən dəzgahların layihələndirilməsində üçölçülü modellərin qurulma problemləri və tədqiqi məsələlərinə KOMPIAC-3D ALS mühitində baxılmışdır. Autodesk kompaniyasının təklif etdiyi və geniş yayılmış 3D Max paketi mühitində 3D modelləşdirmə məsələlərinə baxılır və s. [5].

3D modelləşdirmə və animasiya üsullarının sonrakı inkişafı 1955-ci ildən başlayaraq dinamik sistemlərin tədqiqi metodologiyası kimi İM-in yaranması ilə sıx əlaqədardır. Məlum olduğu kimi İM-in əsas çatışmayan cəhətlərindən biri eksperimentin gedişi müddətində prosesin izləmə bilinməməsidir, yəni nəticə ancaq proses qurtarandan sonra məlum olur. Odur ki, prosesin gedişini dinamikada izləmək üçün 3D modelləşdirmə əsasında yaradılan animasiya modelləşdirilməsi üsulları İM ilə paralel inkişaf etməyə başladı [6].

Göstərilir ki, ilk İM baza kimi FORTRAN və ALQOL universal proqramlaşdırma dilləri və onların müxtəlif versiyaları əsasında yaradılmış xüsusişəkililmiş İM dilləri istifadə edilmişdir. Sonrakı mərhələdə proses yönümlü İM dilləri və imitasiya eksperimentlərinin nəticələrinin vizual təsviri üçün animasiya proqram kompleksləri (Proof Animation) yaradıldı. Keçən əsrin 90-cı illərindən başlayaraq qeyri-proqramçı istifadəçilər üçün interfeysli, İM-in animasiyası imkanlı İM mühitli proqram kompleksləri yaradıldı.

Ümumiyyətlə, İM-in inkişaf tarixi 1960-cı ildən başlayaraq onların proqram vasitələrinin evolyusiyası əsasında bir-birini əvəzləyən altı nəsəl kimi təsniflənir və göstərilir ki, hər on ildən bir İM-in yeni, daha geniş imkanlara malik olan versiyaları yaradılmışdır. Qeyd etmək kifayətdir ki, XXI əsrin əvvəllərinə kimi xüsusişəkililmiş İM dili olan GPSS-in 20-yə qədər versiyası yaradılmışdır [7,8,9].

Müasir İM proqram vasitələri süni intellekt elementlərindən, yeni informasiya texnologiyalarından geniş istifadə etməklə yaradılır. Belə ki, modelin qurulduğu müxtəlif komponentlərdən, eyni zamanda qrafiki interfeysdən istifadə etməklə modelin yaradılması prosesi avtomatlaşdırılır və modeldə eksperimentlər təşkil edilir. Bu halda xüsusişəkililmiş kompüter mühiti (məs. Arena, Anylogic, GPSS World və s.) yaradılır ki, o da proqramlaşdırmanı komandalardan ardıcılıq şəklində yerinə yetirilməsini tələb etmir və istifadəçilər qrafiki model kitabxanasından istifadə etməklə, standart formaları doldurmaqla modeli tərtib edirlər [10].

Göstərilir ki, geniş yayılmış GPSS versiyaları ilə bərabər Rusiyada XJ Technologies kompaniyası tərəfindən eyni bir modeldə diskret hadisə, sistem dinamikası və agenti özündə əks etdirən Anylogic modelləşdirmə sistemi işlənmişdir. Bu növ çoxşaxəli yanaşma mövcud İM-ləri üçün xarakterik deyildir və agent modelləri hətta geniş istifadə olunan GPSS World versiyasında da yaradılmamışdır. Xüsusişəkililmiş kompüter mühiti imitasiya prosesinin vizualizasiyasını, optimal həllinin axtarışını təmin etməklə, İM vasitələrini standart riyazi kompüter sistemlərinə - Simulink paketinə, Matlab, Matematika sistemlərinə və s. daxil etmək imkanına da malikdir. Bu isə öz

növbəsində həmin sistemlərin imkanlarından istifadə etməklə İM-in funksional imkanlarını genişləndirir.

Robototexniki komplekslərin modelləşdirilməsi və tədqiqi üçün müasir İM proqram komplekslərinin yaradılmasında əsas tendensiyalardan biri onların geniş təyinatlı kitabxanalarının yaradılması və İM proqram komplekslərində layihələndirilmiş komponentlərdən öz məqsədlərinə çatmaq üçün istifadə etmək imkanlarına malik olmasıdır. ABB RobotStudio modelləşdirmə proqramında bu problemin həlli öz əksini tapmışdır. Belə ki, bu proqram kompleksi özünəməxsus geniş təyinatlı kitabxanaya malik olmaqla bərabər, həmin kitabxanayı yeni CAD modellər ilə zənginləşdirə bilir [11, 12, 13].

ÇİS-in İM-də məsələnin həllinə yönümlü universal proqramlaşdırma dillərindən və proseslərin proqramlaşdırılmasına yönümlü xüsusişədirilmiş İM dillərindən istifadə etməklə kompüter eksperimentləri mürəkkəbləşdiyindən, səmərəli hesab edilmədiyindən bu məqsədlə süni intellekt üsullarına əsaslanan problemyönümlü İM sistemlərinin işlənməsi aktualdır. Ancaq əksər proqramlar proqramçıya deyil, sistem analitiklərinə yönümlü olduğundan istifadəçidən modelləşdirilən obyekt haqqında biliklərdən başqa kompüter elmləri sahəsində də biliklərə malik olmağı tələb edir. Digər tərəfdən bu növ İM proqram kompleksləri qeyri-müəyyənlik şəraitində fəaliyyət göstərən dinamiki sistemlərin İM və tədqiqi üçün səmərəli hesab edilmir. Problemin həlli konkret predmet sahəsinin modelləşdirilməsi üçün lokal İM sistemlərinin yaradılması perspektiv istiqamət hesab edilir.

İM-in müxtəlif tətbiq sahələrində tələbatın artmasına baxmayaraq, həmin sahələrin potensial istifadəçilərinin İM, kompüter modelləşdirilməsi və animasiya üsullarının nəzəri və praktiki əsasları barədə əsaslı biliklərinin məhdudluğu, onların İM proqram komplekslərindən geniş istifadə edə bilməməsi ilə nəticələnir. Süni intellekt elementləri əsasında yaradılan İM-in intellektual vasitələri olan G2, ReThink, Arena, RDO və başqa intellektual sistemlər İM-də müəyyən məsələlərin həllini yerinə yetirirsə də bu istiqamətdə hələ də həlli tələb olunan məsələlər mövcuddur. Uğurlu yanaşma kimi Bauman adına MDTU-da RDO dilində İM-nin işlənməsi və sazlanması üçün yaradılmış RAO Studio proqram kompleksini göstərmək olar [14, 15].

ÇİS-in çoxsaylı spesifik xüsusiyyətləri mövcuddur ki, analitik modellərdə onları nəzərə almaq əksər hallarda mümkün olmur və ÇİS-in dinamikada tədqiqinə imkan vermir. Odur ki, ÇİS-in xüsusiyyətlərini nəzərə alan, qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərən alt sistemlərinin texnoloji, nəqliyyat-tutum idarə sistemi və s., vahid model şəklində tədqiq etmək lazımdır. Bu halda ÇİS-in layihələndirilməsi onun komponentlərinin ayrı-ayrılıqda və ÇİS-in kompleks şəkildə bütövlükdə təsvirlərinin yaradılmasından ibarətdir. Odur ki, ÇİS-in tam tədqiqi kompüter modelləşdirməsinə əsaslanan istehsal sistemlərinin İM-dir və imitasiyanın nəticələrinin animasiya üsulları ilə təsviridir.

Göstərilir ki, ÇİS-in layihələndirilməsində texnoloji, təşkilati və idarəetmə xarakterli yanaşmadan yararlanmaq lazımdır. ÇİS-in strukturu iyerarxiyalı olduğundan onun idarəetmə sistemi də iyerarxiyalı struktura malik olur və altsistemlərin qarşılıqlı əlaqəsi mərkəzi idarəedici kompüter vasitəsilə yerinə yetirilir. Bu halda idarəetmə sistemi paralel fəaliyyətli komponentlərin işini yüksək sürətli müasir kompüterlərin psevdoparalellik xassəsindən istifadə etməklə təmin edir. Psevdoparalellik prinsipinin əsas çatışmamazlığı ondan ibarətdir ki, mərkəzi kompüterdə yaranan problemlər bütün idarəetmə sistemini, o cümlədən ÇİS-in fəaliyyətini iflic vəziyyətə salır. Bu problemi həll etmək üçün robot və ya ÇİM “kollektiv”lərini idarə etmək üçün multiagent idarəetmədən istifadə etmək aktuallaşır [16].

Son vaxtlar robotların “kollektiv” davranışını modelləşdirmək və tədqiq etmək üçün yeni bir istiqamət – qrup, “sürü” texnologiyası üsullarından istifadə etməklə idarəetmə sistemlərinin yaradılması aktuallaşır. Özü-özünü təşkil etmə, adaptasiya və etalogiya prinsipləri əsasında davranışlarını həyata keçirən obyektlər aşağıdakı kimi təsnif olunur: mobil robotlar (sualtı, suüstü, yeraltı, yerüstü və s.); canlı orqanizmlər (həşəratlar, quşlar, heyvanlar, insanlar); virtual obyektlər (proqram agentləri, informasiyalar, psixoloji, sosial və siyasi hadisələr). Göstərilir ki, bu texnologiyanın inkişafı mürəkkəb xarakterli diskret dinamiki sistemlərin də tədqiqində perspektivli istiqamət hesab olunacaqdır [17].

Diskret dinamiki sistemlərin, xüsusən də bu kateqoriyaya aid edilən ÇİS-in modelləşdirilməsi və kompüter eksperimentləri ilə tədqiqinin mövcud vəziyyətinin araşdırılması, bu məqsədlə istifadə edilən modelləşdirmə üsullarının inkişafı mərhələləri və müqayisəli analizi, bu sahədə görülməli nəzəri elmi-tədqiqat və praktiki işlərin aşağıdakı prioritet istiqamətlərinin həyata keçirilməsini stimullaşdırır.

1. Mürəkkəb xarakterli diskret dinamiki sistemlərin layihələndirilməsinin bütün mərhələlərində, xüsusən də sistemotexniki layihələndirmə mərhələsində, layihələndirilən obyektin yaradılmasının məqsədəuyğunluğunu qiymətləndirmək üçün kompüter modelləşdirilməsi prinsiplərinə əsaslanan imitasiya modelləşdirilməsi proqram komplekslərindən istifadə etmək və imitasiyanın nəticələrinin animasiya üsulları ilə iki və üçölçülü fəzada tədqiqi səmərəli yanaşma olmaqla daha da təkmilləşdirilməlidir.

2. İmitasiya modelləşdirilməsi və onun nəticələrinin dinamikasının təsvirləri üçün istifadə edilən animasiya proqram kompleksləri 1960-cı ildən başlayaraq hər on ildən bir evolyusiya - bir-birini əvəzləmə yolu ilə altı nəsillik bir həyat dövrü – universal proqramlaşdırma dilləri əsasında İM-dən, süni intellekt elementləri əsasında yaradılan intellektual İM-nə kimi, keçmişdir. Göstərilən İM proqram kompleksləri peşəkar İM mütəxəssislərinə yönümlü olmaqla, demək olar ki, potensial istifadəçilər, yəni konkret predmet sahələrinin mütəxəssisləri üçün əlverişli deyildi və onlardan əlavə olaraq kompüter biliklərinə yüksək səviyyədə nail olmaları tələb olunurdu.

3. İM-in növbəti nəsillərinin yaradılması müasir informasiya texnologiyalarından, süni intellekt elementləri və multiagentli idarəetmə əsasında potensial istifadəçiyə yönümlü intellektual interfeysli İM və animasiya komplekslərinin işlənməsi istiqamətində inkişaf edəcəkdir.

4. İM və animasiya proqram komplekslərinin inkişafında digər konsepsiya mövcud yüksəkfunksional imkanlara malik modelləşdirmə sistemləri mühitində fəaliyyət göstərmək imkanına malik və öz predmet sahələrinin yüksəkixtisaslı mütəxəssisləri olan potensial istifadəçilərə yönümlü lokal İM və animasiya üsulları proqram komplekslərinin işlənməsidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Бенькович Е.С., Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Практическое моделирование динамических систем. СПб.: БХВ–Петербург, 2002, 464 с.
2. Горбатов В.А., Федоров Н.В., Аристов А.О. Проектирование и исследование динамических моделей горных машин на основе скриптов трехмерных графических редакторов // ГИАБ, № 6, 2010, с. 199-205
3. Лобарева Л.А. Программное обеспечение OLP промышленных роботов-манипуляторов // Вестник Полоцкого государственного университета, серия С, 2018.
4. Частиков А.П., Глушко С.П., Тотухов К.Е. Компьютерная симуляция программного управления виртуальным роботом: монография // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012, 145 с.
5. Курышкин Н.П. Основы робототехники: учеб. пособ. / Н.П.Курышкин, ФГБОУ ВПО «Кузбас. Гос. Техн. Ун-т им. Т.Ф. Горбачева», Кемерово: КузГТО, 2012, 168 с.
6. Конюх В.Л., Игнатьев Е.Я., Зиновьев Я.Б. Развитие средств имитационного моделирования / Имитационное моделирование. Теория и практика. ИММОД-2005 :сб. докл. 2-й всерос. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 19-21 окт. № 1. СПб., 2005, с.122-126
7. Markowits H. "SIMSCRIPT", Encyclopedia of Computer Science and technology, Eds: Belzer I., Holzman A.G. and Kent A., Marcel Dek Ver, Inc. 1971.
8. Прицкер А. Введение в имитационное моделирование и язык SLAM II, М.: Мир, 1987, 646 с.
9. Богдан В.Б. Становление и развитие имитационного моделирования на Украине / Богдан В.Б., Гусев В.В., Марьянович Т.П., Сахнюк М.А.
<http://www.gpss.ru/immod03/011.html>
10. Боев В.Д. Исследование адекватности GPSS и Anylogic при моделировании дискретно-событийных процессов: монография, СПб.: ВАС, 2011, 404 с.

11. www.autodesk.ru
12. www.mscsoftware.com
13. www.abb.com
14. Əhmədov M.A., Əhmədov S.M., Məhəmmədli H.M., Xəlilov E.O. Çevik istehsal sistemlərinin imitasiya modelləşdirilməsində süni intellekt üsullarının tətbiqinin müqayisəli analizi // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi, c. 13, № 2, 2013, s. 35-42
15. Емельянов В.В., Ясиновский С.И. Имитационное моделирование систем. Учеб. пособ. М.: МГТУ им. Баумана, 2009, 584 с.
16. Рыжова Т.П. Система управления коллективом мобильных роботов: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, 2013.
17. Бубин А.Р., Бурдин И.Е. Краткий обзор исследований и разработок в области моделирования стайных робототехнических систем. www.intelonics.com

РЕЗЮМЕ

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИМИТАЦИОННЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ И АНИМАЦИЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИИ.

Халилов Э.О.

Ключевые слова: имитация, анимация, 3D моделирование, компьютерное моделирование

Статья посвящена вопросам создания современных гибких производственных систем, относящихся к категории динамических сложных систем дискретного типа, и вопросам решения разработки алгоритмов управления с учетом моделирования на этапе проектирования «коллектива» гибких производственных модулей, состоящих из многочисленных мехатронных устройств, исследования на основе компьютерных экспериментов и с соблюдением принципов параллелизма и асинхронности в деятельности реального объекта. Показаны приоритетные направления исследований коллектива специалистов в области робототехнических комплексов. Проведен анализ динамического имитационного моделирования процессов и рассмотрена работа специализированного программного обеспечения для 3D моделей. Проведен анализ современного состояния процесса разработки комплекса программ имитационного моделирования, с использованием методов анимации, на основе компьютерных экспериментов рассмотрены задачи исследования результатов имитации.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE EXISTING CONDITION OF RESEARCH OF DISCRETE DYNAMIC SYSTEMS BY IMITATION MODELING AND ANIMATION OF THE IMITATION RESULTS

Khalilov E.O.

Key words: imitation, animation, 3D modeling, computer modeling

The article is devoted to the creation of modern flexible production systems belonging to the category of dynamic complex systems of discrete type, and the solution of developing control algorithms taking into account the modeling at the design stage of the “team” of flexible production modules consisting of numerous mechatronic devices, research based on computer experiments and observance of the principles of parallelism and asynchrony in the activity of a real object. The priority research directions of the team of specialists in the field of robotic complexes are shown. The analysis of dynamic simulation modeling of processes was carried out and the work of specialized software for 3D models was considered. The analysis of the current state of the process of developing a set of simulation programs using the methods of animation based on computer experiments, the problems of studying the results of imitation are considered.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	15.07.2019
	Son variant	25.09.2019

UOT 62.50(075.08)

THE SYNTHESIS METHOD OF FUZZY REGULATORS FOR DYNAMIC OBJECTS WITH UNCERTAINTY

ALIYEVA ADILE SAYEDDIN*Institute of Control System of ANAS, Baku, Azerbaijan*c_adile@yahoo.com

Key words: tables of linguistic rules (TLR), dynamic object, fuzzy controller, membership function, fuzzy term sets.

In the paper an analytical method for synthesizing the knowledge base described as tables of linguistic rules (TLR) of fuzzy controllers for dynamic object with uncertainty, illustrated in the table of fuzzy linguistic rules, has been proposed and on the bases of its application intelligent systems were developed and their mathematical and computer modeling were conducted. The simulation results showed the practical effectiveness for the TLR of the fuzzy regulator synthesized by the proposed method.

Introduction. A design engineer synthesizing technological processes, mechatronic devices, and robotic control systems is facing various types of uncertainties. As an example, the nonlinearity of the object is, lack of adequate modeling, and information, difficulty in forming factors affecting the quality of control system could be shown. In add, in some cases (analytic or heuristic-logical) consideration of human experience in the formulation of control makesto be possible of simplicity and to be satisfactory of the system efficiency [1-7].

Although, there are numerous approaches to application the development of synthesis of such devices, robots, technological process control systems based on Zad's fuzzy set theory [1-6], synthesis of fuzzy linguistic regulators for poorly formed complex dynamic objects did not work well enough. Therefore, this area is very relevant for the development of fuzzy control principles and algorithms.

The experience of creating and using automatic control systems (ACSs) for complex objects under uncertainty conditions has shown synthesized ACSs based on simplified model of the object (A, PI, PI, PID, etc.) do not meet the criteria of robustness and stability [1,6]. It should be noted that in the controlling of non-stationary objects, [6,7] known fuzzy regulatos did not theoretically and practically adequately work in the use of the basic or adaptation contours.

In some cases, if a mathematical model (i.e. differential equation) of a dynamic object is known, then the fuzzy regulator is positioned as a relay. If such approximation is possible, then in the class of nonlinear systems the analysis and synthesis of the control system analytically is not problematic. However, such approach (i.e. replaced by a fuzzy linguistic nonlinear relay characteristic) creates a problem (question). There is a point ($\mu_i(.) = \mu_{i+1}(.)$) for the two fuzzy terms given in the same universium, which include both of the same membership functions, i.e. the values of the membership functions in two neighboring fuzzy sets are the same, then the question of what linguistic rules should be used arises.

Except for the above, if to some extent it is possible to apply the linguistic synthesis [5 - 6] for first order dynamic objects, then it is not possible to apply the linguistic synthesis methods for the second order dynamic objects.

When measuring the input variable at the current time, an membership function, different from the original membership function, must be created. In this case, the membership of the measured $x(t)$ input variable must be maximum at t point, i.e. $\mu(x(t) \cong 1.0$. in this moment the question of

selection control value is arisen. The present paper is devoted to the development of synthesis method for the fuzzy linguistic regulators, taking into account the above problems.

The Analytically Synthesis Method of TLR for Fuzzy Regulators with Two-Input and Single output. Let us assume, the dynamic object with uncertainty can be characterized by a state variable and its rate of change (in other words, by derivative), i.e.

$$\dot{x} = f(x(t), u(t)).$$

However, the exact mathematical model-differential equation of the object is not known, but the changeable areas, namely universums $U, X, \dot{X}$ are known: $x \in X, \dot{x} \in \dot{X}, u \in U$. As it is known, for the synthesis of any automatic control system the mathematical model of the object must be synthesized after the establishment (identification) the differential equation of the object. Let's, taking into account the latter and expert's initial knowledge about the object, establish a fuzzy linguistic model of the object

Therefore, as the initial information, let's divide the corresponding universums of the state variables -input, output, and its rate of change (in this respect, the time step $\Delta t = const$) into $U, X, \dot{X}$ nine fuzzy sets :

$$x_{iL} = \tilde{X}_i, \quad \dot{x}_{jL} = \dot{\tilde{X}}_j, \quad u_{rL} = \tilde{U}_r, \quad i, j, r = \overline{1, 9}; \quad (1a)$$

$PBx_{iL} = \tilde{X}_i \in T(x)$
NB, NM, NS, NZ, Z, PZ, PS, PM PB

$\dot{x}_{jL} = \dot{\tilde{X}}_j \in T(\dot{x})$
NB, NM, NS, NZ, Z, PZ, PS, PM PB

The fuzzy terms for each variable are defined by their corresponding membership functions, such as triangles (or gauss) are selected:

$$\begin{aligned} x_{iL} = \tilde{X}_i &= \{x, \mu_i(x) | x \in X\}; \mu_i(x) \in [0, 1], \tilde{X}_i \subseteq X, \quad i = \overline{1, 9} \\ \dot{x}_{jL} = \dot{\tilde{X}}_j &= \{\dot{x}, \mu_j(\dot{x}) | \dot{x} \in \dot{X}\}, \mu_j(\dot{x}) \in [0, 1], \dot{\tilde{X}}_j \subseteq \dot{X}, \quad j = \overline{1, 9} \\ u_{rL} = \tilde{U}_r &= \{u, \mu_r(u) | u \in U\}; \mu_r(u) \in [0, 1], \tilde{U}_r \subseteq U, \quad r = \overline{1, 9} \end{aligned} \quad (1b.)$$

The first letter of the linguistic term set N- is negative, P is positive, and the second letters, respectively, S-smol - small, M-medium - medium, B-big and Z- mean zero.

The geometric description of fuzzy linguistic term sets can be described as follows.

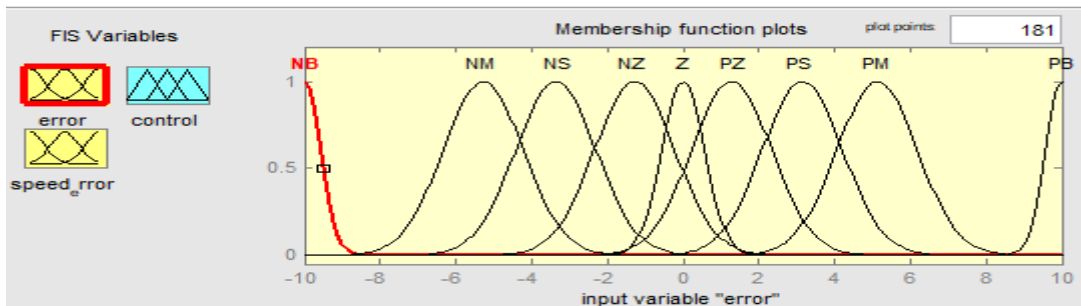


Fig 1. Geometric description of the membership functions for the fuzzy linguistic term sets.

Parameters for the membership functions of fuzzy term sets $\mu_i(\cdot), \mu_j(\cdot), \mu_r(\cdot)$ are chosen so that at the intersection of adjacent curves(ex. triangular wings) $\mu(\cdot) = \alpha$ (for example, $\alpha \simeq 0.5$)

In order to use the fuzzy approach based on the initial judgments, for the input variable during implementation of the logical extract operation based on the composite operation it is necessary to construct the membership function so that $\mu(\cdot) \simeq 1$, for example in $u = U(t)$ value $\mu(u(t)) \simeq 1$.

Let's assume, TLR for the dynamic model of the object controlled according to initial knowledges can be described as follow (ObTLR).

ObTLR

$x_{iL} \backslash u_{rL}$	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB
NB	Z	NS	NM	NB	NB	NB			
NM	PS	Z	NS	NM	NM	NM			
NS	PM	PS	Z	NS	NS	NS			
NZ	PB	PM	PS	Z	NZ	NZ	NS	NM	NB
Z	PB	PM	PS	PZ	Z	NZ	NS	NM	NB
PZ	PB	PM	PS	PZ	PZ	Z	NS	NM	NB
PS				PS	PS	PZ	Z	NS	NM
PM				PM	PM	PS	PS	Z	NS
PB				PB	PB	PM	PM	PS	Z

$\dot{x}_{jL} = \dot{\tilde{X}}_j$ –term sets for change of rates of output.

The ObTLR is a dynamic model showing the dependence of the object output speed $\dot{x}_{jL}$ on output variable x_{iL} and controlling input linguistic variables u_{rL} , reflects the following statements – claims:

If control $u_{rL} = \tilde{U}_r$ is **positive big** (PB) and output of the object $x_{iL} = \tilde{X}_i$ is **positive small** (PS), **Then** change of rates of the output $\dot{x}_{jL} = \dot{\tilde{X}}_j$ is **positive medium** (PM), otherwise

If control $u_{rL} = \tilde{U}_r$ is **positive big** (PB) **and** output of the object $x_{iL} = \tilde{X}_i$ is **positive medium**(PM), **Then** change of rates of the output $\dot{x}_{jL} = \dot{\tilde{X}}_j$ is **positive small** (PS), otherwise

(2)

The model written by the expression (1.2), i.e. the TLR is designed on the basis of the reaction of the object with steering-leap-changing effects:

Let us assume, the task g effect of the closed system is given to the the positive input of the comparison element, and output of the object x to the negative input, then control error in output of the comparison element

$$e = g - x \quad (3)$$

is formed. Then linguistic output of the comparative element could be described by the folowing expression:

$$e_{iL} = \tilde{E}_{iL} = \Phi^L(\tilde{X}_{iL}, \tilde{G}_{iL}) \quad (4)$$

according to (1) let's select nine fuzzy term sets for the linguistic variables $\tilde{E}_L, \tilde{X}_L, \tilde{G}_L$ in the last expresion

$g_{iL} = \tilde{G}_i \in T(\tilde{G}_{iL})$ NB, NM, NS, NZ, Z, PZ, PS, PM	$e_{iL} = \tilde{E}_j \in T(\tilde{X}_{iL}, \tilde{G}_{iL})$
$PBx_{iL} = \tilde{X}_i \in T(x)$ NB, NM, NS, NZ, Z, PZ,	NB,NM, NS ,NZ, Z, PZ, PS, PM, PB

(5)

The membership functions of fuzzy term sets in (5) expression are analogically constructed as triangle (guassian) functions in the corresponding universums analogically to (1.1), i.e.

$$g_{iL} = \tilde{G}_i = \{g, \mu_i(g) | g \in G\}; \mu_i(g) \in [0,1], \tilde{G}_i \subseteq G, \quad i = \overline{1,9} \quad (6)$$

$$e_{jL} = \tilde{E}_j = \{e, \mu_j(e) | e \in E\}; \mu_j(e) \in [0,1], \tilde{E}_j \subseteq E, j = \overline{1,9}$$

Note that (3.) error is often defined by linguistic terms depending on the sign of the task effect and the sign of the output of the object.

Analogically to (1) in the TLR of the comparison element the fuzzy linguistic term sets of the control task effect- $\tilde{G}_{iL}$ and $\tilde{E}_{jL}$ error are defined as follows:

CeTLR

$\begin{matrix} g_{iL} \\ x_{rL} \end{matrix}$	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB
NB	Z	PZ	PS	PM	PB	PB	PB	PB	PB
NM	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB	PB	PB	PB
NS	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB	PB	PB
NZ	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB	PB
Z	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB
PZ	NB	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM
PS	NB	NB	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS
PM	NB	NB	NB	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ
PB	NB	NB	NB	NB	NB	NM	NS	NZ	Z

e_{iL} - fuzzy term sets of the error.

Note: The following statements are valid for logical comparison of fuzzy linguistic terms in the same universium:

NB- NB=Z; NB- NM=NZ; NB- NS=NS; NB- NZ=NM;NB-Z=NB; **NB-PZ=NB;NB-PS=NB; NB-PM=NB; NB-PB=NB; PB-NB=PB ; PB-NM=PB;PB-NS=PB;PB-NZ=PB;PB-NZ=PB; PB-Z=PB; PB-PZ=PM;PB-PS=PS;PB-PM=PZ;PB-PB=Z.**

Since, the error derivative for aforementioned and the fixed (ie g = cont) value of the task effect is

$$\dot{e}(t) = -\dot{x}(t),$$

fuzzy term sets of error derivatives $\dot{e}_{jL} = \tilde{\dot{E}}_j$ are defined by the opposite output sign of the object:

$\dot{e}_{jL} = -\dot{x}_{jL} \in T(\dot{x})$
PB, PM, PS, PZ, Z, NZ, NS, NM, NB

$$\dot{e}_{jL} = \tilde{\dot{E}}_j = \{\dot{e}, \mu_j(\dot{e}) | \dot{e} \in \dot{E}\}, \mu_j(\dot{e}) \in [0,1], \tilde{\dot{E}}_j \subseteq \dot{E}, j = \overline{1,9}$$

Thus, if the schedule of desired switching process for the closed-loop control system is presented, then designed on the bases of it the desired table of linguistic rules (i.e. dynamic model $\dot{x}_{jL} =$

$\dot{\tilde{X}}_j = T_{ars}(\tilde{X}_{iL}, \tilde{G}_{jL})$) of the system with quality indexes will be as follows:

Table of Linguistic Rules for the desired system (Des TLR)

$x_{rL} \backslash g_{iL}$	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB
NB	Z	NZ	NS	NM	NB	NB			
NM	PZ	Z	NZ	NS	NM	NB			
NS	PS	PZ	Z	NZ	NS	NM			
NZ	PM	PS	PZ	Z	NZ	NS	NM	NB	NB
Z	PB	PM	PS	PZ	Z	NZ	NS	NM	NB
PZ	PB	PB	PM	PS	PZ	Z	NZ	NS	NM
PS				PM	PS	PZ	Z	NZ	NS
PM				PB	PM	PS	PZ	Z	NZ
PB				PB	PB	PM	PS	PZ	Z

$\dot{x}_{jL}$ - fuzzy terms of output derivatives.

Suppose, on the bases of the desired switching process of the closed-loop control system depending on error or task, a dynamic model, i.e. TLR is constructed: $\ddot{E}_L = F_{ars}^L(E^L, G^L)$. In other words, the FarsTLR of the desired system depending on the task and task of the closed-loop control system, , will be as follows according to directly conversion of DesTLR :

DesTLR

$e_{iL} \backslash g_{iL}$	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB
NB	NB	NM	NS	NZ	Z	NZ			
NM		NB	NM	NZ	Z	NZ	NS/PS		
NS			NS	NZ	Z	NZ			
NZ				NZ	Z				
Z					Z				
PZ					Z	PZ			
PS				NZ	Z	PZ	PS		
PM			NS/PS	NZ	Z	PZ	PM	PB	
PB				NZ	Z	PZ	PS	PM	PB

$\dot{e}_{jL}$ – fuzzy term setss of error derivatives.

The linguistic synthesis problem can be formulated as follows: **it is needed to define TLR for the fuzzy regulator that** the ObTLR could provide the presented fuzzy dynamic object with the shift from starting state $x_{bL}, \dot{x}_{bL}$ to the final state $x_{sL}, \dot{x}_{sL}$ with the desired quality (DesTLR)

The solution of theproblem -the analytically TLRsynthesis of a fuzzy regulator is defined with the following schema-logical formula.

(TLR of fuzzy object) * (TLR of fuzzy comparison element) *(TLR of desired fuzzy closed-loop system) $\Rightarrow$ -----> (TLR of fuzzy regulator)

The TLR of the fuzzy regulator, analytically synthesized linguistically, is as in the following table.

Table of Linguistic Rules of Fuzzy Regulator (TLRFR).

$\begin{matrix} E^L \\ \hline E^L \end{matrix}$	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB
NB	PB	PM		NB	NB	NM			Z
NM			NB	NB	NM	NS		Z	PZ
NS		NB	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS
NZ	NB	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM
Z	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB
PZ	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB	PB
PS	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB	PB	
PM	NZ	Z		PS	PM	PB	PB		
PB	Z			PM	PB	PB		PB	PB

$u_{rL} = \tilde{U}_r$ - Fuzzy term set of controls.

Technical realization of fuzzy control system. For the purpose of illustrating the effectiveness of the above synthesis method, according to Fuzzy Logic Toolbox and Simulink packages in the MATLAB, Computer modeling of the control system constructed with the simplified transfer function model of a fuzzy dynamic object and TLR of linguistically synthesized fuzzy regulator was implemented (Figure 2) [7].

A graph of an experiment-switching process of computer simulation of a fuzzy control system is presented in Figure 3.

According to Quality Indicator of close-loop control System (Analytic Synthesis) proposed PTLR and in [7] presented PTLR the quality of control was evaluated by integral squared errors $Q = \int_0^T e^2(t)dt$. The past PTLR presented in [7] $Q_{ke} = 31.46$, but in the new synthesized system (13.69 in Display block) $Q_{yeni} = 13.69$. Quality - Q has improved almost three times. As you can see, the movement of the system is quite stable, but also provides the quality indicators - dynamic accuracy. The linguistic synthesized PTLR also provides an astatic feature for regulating error in a fuzzy control system, i.e. $e(t = T) \cong 0$.

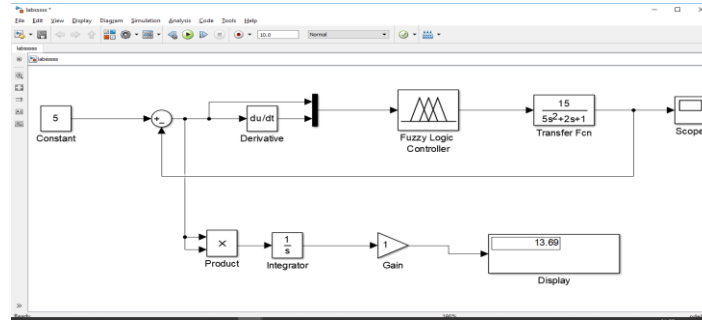


Fig. 2. “S” model of fuzzy control system and $Q = \int_0^T e^2(t)dt$ evaluation

Note: In order to properly understand the dynamics of an object, it is necessary to pay attention to the time unit of the output change rate and the approximate value of the object's time constant. If there is no information about TLR of the object, but its structure and data (measurements) about its activity is known, then black box model of the object i.e. identifying via the neural network (Neural Networks Toolbox), Intelligent Control (IC) is realized with the TLR of above synthesized Fuzzy Regulator [7]. The results of the neural IC are comparable to that fuzzy IC.

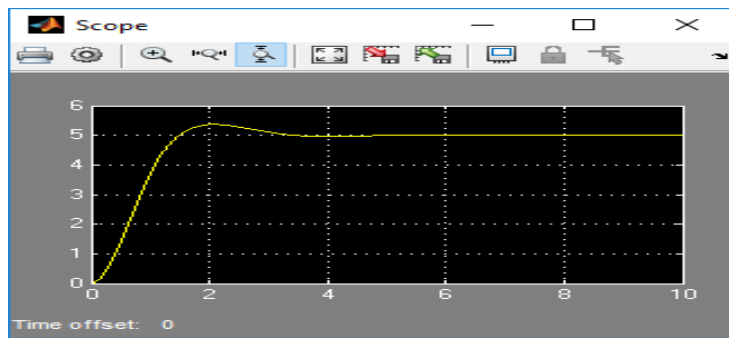


Fig 3. Graph of the transition process of fuzzy control system (one experiment)

Final result. According to the method proposed in the article the application of linguistic synthesized fuzzy regulators for intelligent control of dynamic objects with uncertainty has shown that high quality indicators in the control systems: dynamic accuracy (see Figure3.1., 3.2), stability and error accuracy are provided. The results of the modeling conducted for several types of dynamic objects have been proven to be sufficiently universal for the proposed **TLRFR**.

REFERENCES

1. Jafarov P.S, Zeynalov E.R, Jafarov S.M. Synthesis of Fuzzy Controllers for Astatic Objects, Described by Differential Equations with Fuzzy Coefficients. Proceedings Fourth intern. Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System. Antalya, Turkey, August 27-28, 2007, pp.316-324
2. Jafarov P.S, Zeynalov E.R, Jafarov S.M . Fuzzy Controllers analitic synthesis and modelling for the objects with fuzzy dynamic models. Eighteens intern. Conference on Application of Fuzzy System and Soft Computing. Helsinki, Finland, September 1-3, 2008, pp.290-295
3. Zeynalov E.R, Jafarov P.S., Jafarov S.M.and oth. The Method of Analytical Synthesis of Controllers for dynamic objects described by fuzzy differential equations. Tenth international Conference on Application of Fuzzy System and Soft Computing. Lisbon, Portugal, August 29-30, 2012, pp.85-94
4. Jafarov P.S., Zeynalov E.R., Jafarov S.M., Mustafayeva A.M. The Analytical Method of Synthesis of Control with a Fuzzy TS model for control of Flexible Joint Robot Arm. Sixth intern. Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control. Turkey, Antalya 1-2 September, 2011, pp.107-113
5. Kudinov U.I., Dorokhov IN, Pashchenko FF Fuzzy regulators and control system. Issue 3, 2004, pp.2-14
6. Onishenko O.F. Universal fuzzy regulator // Electrotechnical-computer systems. №7(83), 2012.
7. Aliyev R.A., Jafarov S.M. and ozer. Principles of construction and design of intelligent systems. Baku: Nargiz, 2005, 368 p.

XÜLASƏ
DİNAMİK OBYEKTlər ÜÇÜN QEYRİ-SƏLİS TƏNZİMLƏYİCİLƏRİN
ANALİTİK SİNTEZİ ÜSULU

Əliyeva A.S.

Açar sözlər: qeyri- səliss tənzimləyici, lingvistik qaydalar cədvəli (LQC), dinamik obyektin LQC modeli, mənsubiyyət funksiyası, qeyri- səliss term çoxluq.

Təqdim edilmiş məqalədə qeyri müəyyənliyə malik qeyri-səliss lingvistik qaydalar cədvəli (LQC) ilə təsvir olunan dinamik obyektlər üçün intellektual-qeyri səliss tənzimləyicilərin LQC şəklindəki biliklər bazasının sintez olunmasının analitik üsulu təklif olunmuş və onun tətbiqi əsasında intellektual idarəetmə sistemləri layihələndirilərək onların riyazi və kompüter modelləşdirilməsi aparılmışdır. Modelləşdirilmənin nəticələri təklif olunmuş üsul əsasında sintez olunmuş qeyri-səlissnzimləyicinin universallığı və səmərəliliyi MATLAB mühitində aparılmış eksperimentlərlə praktiki olaraq isbat edilmişdir.

РЕЗЮМЕ
МЕТОД СИНТЕЗА НЕЧЕТОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ
ОБЪЕКТОВ С НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ

Алиева А.С.

Ключевые слова: нечеткий регулятор, таблицы лингвистических правил (ТЛП), динамический объект, функция принадлежности, нечеткие терм множества.

В представленной статье представлен аналитический метод синтеза базы знаний в форме ЛГК интеллектуально-нечетких регуляторов для динамических объектов, описанных в таблице нечетких лингвистических правил (ЛГК), имеющих неопределенность, и на основе его применения были разработаны системы интеллектуального управления и проведено их математическое и компьютерное моделирование. Результаты моделирования практически доказали универсальность и эффективность синтезированного на основе предложенного метода несимметричного регулятора экспериментами в среде MATLAB.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	04.11.2019
	Son variant	05.12.2019

UOT 681.51

UNİFİKASIYALI MODELLEŞDİRMƏ DİLİNİN TƏTBİQİ İLƏ MULTIAGENT SİSTEMLƏRİN LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİNİN BƏZİ ASPEKTLƏRİ

SƏLİMOVA MEHRİBAN RƏŞİD qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent

mehriban_mr@mail.ru

Açar sözlər: *unifikasiyalı modelləşdirmə dili, agent, multiagent sistem, arxitektura, reaktiv agent, avtonom agent.*

Proqram agentləri (PA) texnologiyaları son illərdən süni intellekt və informasiya texnologiyaları sahəsinin ən vacib və aktual konsepsiyalarından birini təmsil edir ki, bu da mürəkkəb kompüter sistemlərinin konseptualizasiya və qurulma üsullarını əsaslı olaraq dəyişir.

Multiagent sistemlərin əsaslı tətbiqi qərar qəbulunu dəstəkləyən informasiya sistemlərində, əsasən aktual və etibarlı informasiya təqdim etməyi bacaran mürəkkəb funksional mühit olan idarəetmə sistemlərində ifadə olunur.

Hal-hazırda elə sosial-iqtisadi sistemlər mövcuddur ki, onların multiagent texnologiyaların (MAT) köməyi ilə layihələndirilməsi aktual məsələdir, belə ki, çoxlu sayda müasir sistemlərin və təşkilatların mürəkkəbliyi elə səviyyəyə çatır ki, onlarda nəhəng informasiya axınının mövcudluğu mərkəzləşdirilmiş idarəetməni səmərəsiz edir. Bu isə agent texnologiyasının tətbiqini aktuallaşdırır.

Agent müəyyən mühitlərdə fəaliyyət göstərən və öz məqsədlərinə uyğun olaraq avtonom davranma bilən hesablama sistemidir. Burada avtonomluq dedikdə, adətən, agentin insanların (və ya başqa agentlərin) birbaşa müdaxiləsi olmadan öz fəaliyyətinə və daxili vəziyyətinə nəzarəetmə qabiliyyətinin olması başa düşülür. Agentlərdən istifadə edən proqramlaşdırma sahəsindəki avtonomluq anlayışı ilə obyektəyönü proqramlaşdırmadakı inkapsulasiya arasında müəyyən oxşarlıq vardır [1]. Obyekt bəzi vəziyyətləri inkapsulyasiya edir, yəni elə nəzarət edir ki, ona giriş yalnız özünün təqdim etdiyi metodlarla mümkün olur. Bundan fərqli olaraq, agent yalnız müəyyən vəziyyəti deyil, davranışı da inkapsullaşdırır. Agent-çevik davranışlı obyektədir. Yəni obyekt aşağıdakılara malik olmalıdır [2]:

1. Yuxarıda deyilən mənada avtonomluq;
2. Həssaslıq, yəni öz mühitini öz sensorları ilə qəbul etmək və buradakı dəyişikliklərə vaxtında cavab vermək;
3. Fəallıq, yəni öz mühitindəki hərəkətlərə sadəcə təsir etmək deyil, hadisələri qabaqcadan görə bilmək, qabaqlayıcı və məqsədyönlü hərəkət etmək, lazım gəldikdə, təşəbbüsü ələ almaq;
4. Sosiallıq – öz tapşırığını yerinə yetirmək üçün digər agent və insanlarla ünsiyyət qurmaq və partnyora öz tapşırığını yerinə yetirməkdə kömək etmək.

Multiagent sistemlər (MAS) – bir-birləri ilə qarşılıqlı fəaliyyət göstərə bilən agentlər çoxluğundan ibarət olan sistemdir.

Agentyönlü sistemlərin (AYS) qurulmasında iki yanaşmanı fərqləndirmək olar: vahid avtonom agentin realizasiyası və ya MAS-ın işlənməsi.

Avtonom agent yalnız istifadəçi ilə qarşılıqlı fəaliyyət göstərir və agentyönlü proqramlar çərçivəsində lazım olan bütün funksional imkanları həyata keçirir. Buna qarşı MAS – biliklərə əsaslanan və müəyyən mühitlərdə fəaliyyət qabiliyyətinə malik olan, eyni zamanda bir-birilə müəyyən münasibətlərdə və qarşılıqlı təsirdə olan, müəyyən tapşırıqları formalaşdıran, fərdi və birləşmiş fəaliyyətlər toplusuna malik olan ayrı-ayrı altsistemlərin (agentlərin) birləşməsi kimi qurulur.

MAS-ın işlənmə prosesi çətin və zəhmətli prosesdir, belə ki, layihəçi üçün dəqiq formalaşdırılmalı və bəzi müəyyən standartlara əsaslanmalıdır [3].

AYS-in layihələndirilməsinin metodologiyası hələ ilkin inkişaf mərhələsindədir [3-7]. Məlum yanaşmaları 4 əsas sinfə bölmək olar [4]:

-obyektyönlü proqramlaşdırma (OYP) metodları və uyğun genişlənmələrdən istifadə edən texnologiyaya əsaslananlar;

-mühəndis biliklərin ənənəvi metodlarından istifadə edənlər;

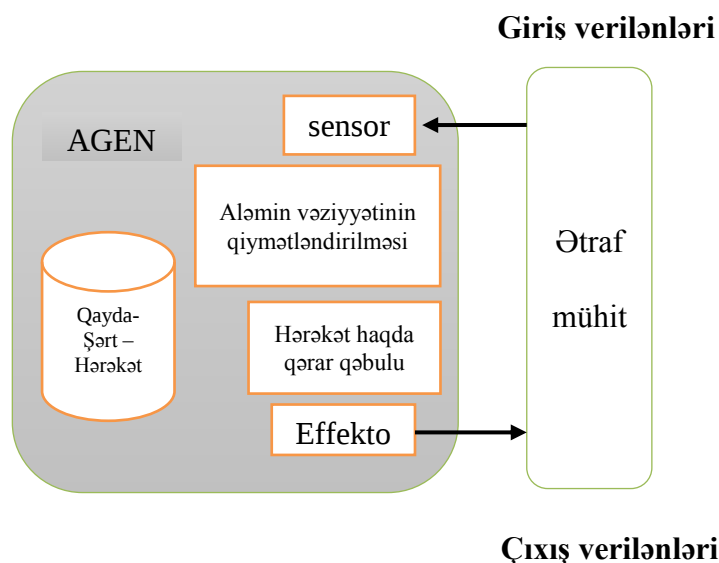
-təşkilatyönlü məlumatlara əsaslananlar;

- bu üç sinfin metodlarını müxtəlif dərəcədə kombinə edənlər.

Bu məqalədə obyektyönlü analiz və unifikasiyalı modelləşdirmə dilindən (UML) istifadə etməklə, agentlərin layihələndirilməsi prosesinin bəzi aspektlərinə baxırıq.

Proqram agentlərində irəli sürülmüş tələbatlar toplusu ilə OYP-dəki xüsusiyyətləri müqayisə etdikdə aydın olur ki, OYP texnologiyası MAS-ların proqram realizasiyası üçün daha əlverişlidir. Belə yanaşmadan agentlər arasında qarşılıqlı fəaliyyət üçün mesaj mübadiləsində, eyni zamanda toplanma və miras prinsiplərində istifadə olunur.

Agenti UML sinfi və metodları terminləri ilə təsvir etməzdən öncə informasiyalı ətraf mühitlə qarşılıqlı fəaliyyətdə olan sadə agentin arxitekturasına baxaq (şəkil 1). Burada ətraf mühit kimi İnternet, korporativ şəbəkə və ya virtual xüsusi şəbəkə (VPN) ola bilər.



Şəkil 1. Sadə agentin arxitekturası.

Şəkildən göründüyü kimi, agent ətraf mühiti öz sensorundan qəbul edir, sonra qəbuletmə əsasında öz effektorları ilə hərəkəti seçir və yerinə yetirir. Sensorlu giriş mesajları şəbəkəyə ötürə bilər [5].

Agentlərin proqramlaşdırılması üçün OYP-nin müxtəlif dillərindən istifadə etmək olar. Lakin daha çox JAVA dilindən istifadə olunur. Burada agent-obyektdir və bu xüsusiyyətinə görə bir sıra fərqliliyə malikdir. Aktiv olmaq üçün agent Java dilinin istənilən obyektini kimi daxili hadisələr ardıcılığına malik obyekt olmalıdır.

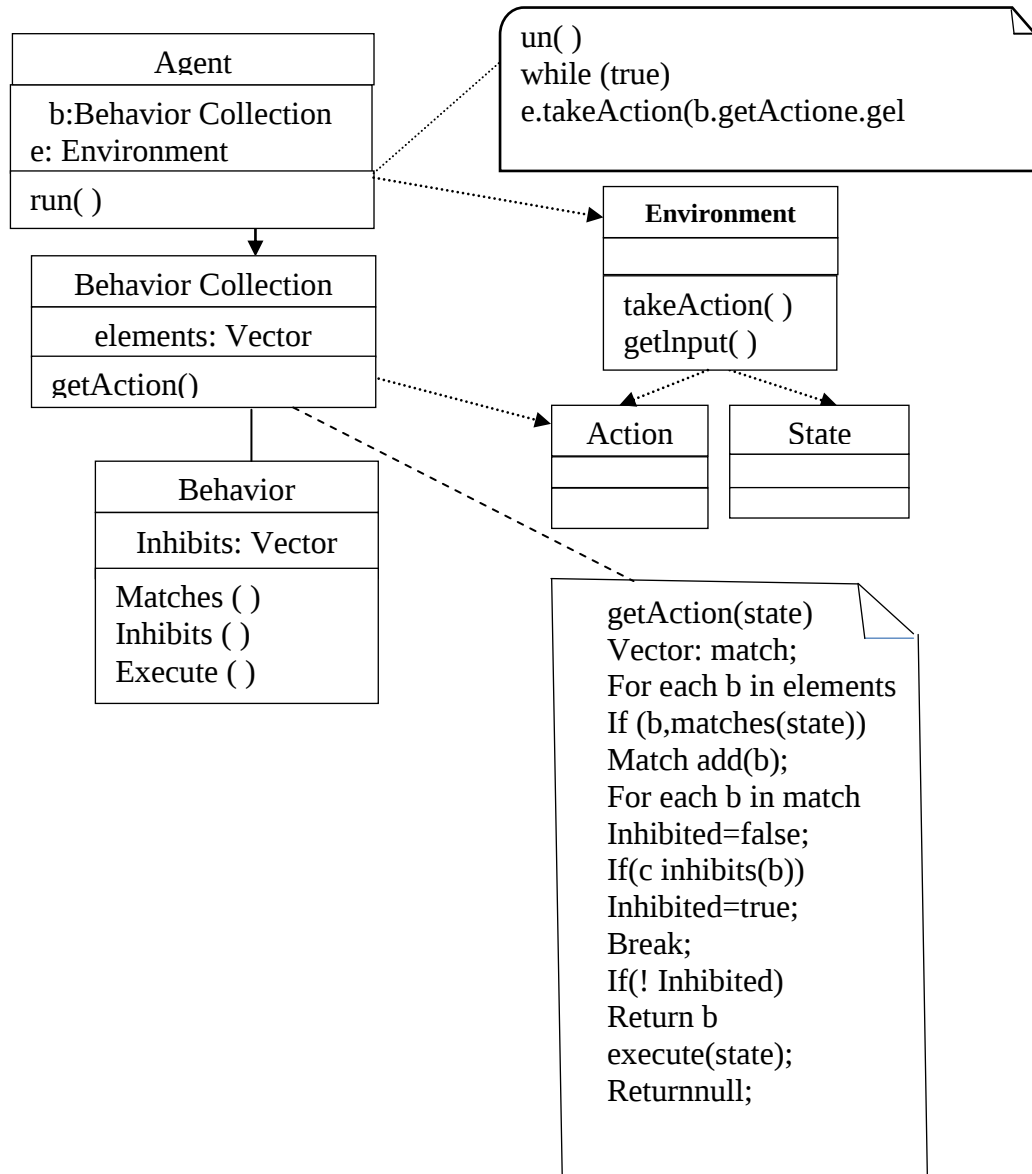
Mühitin analizi nəticəsində Java dilində agentin yaranan tipik hadisələr ardıcılığının tsiklinin proqram kodu aşağıdakı kimidir:

```
Environment e; // mühitin vəziyyəti
```

```
RuleSet r; //qaydalar yığını
```

```
while (true) { state = senseEnvironment(e); //mühiti qiymətləndirmək
```

a = chooseAction(state, r); //hərəkəti seçmək
e.applyAction(a); //hərəkəti yerinə yetirmək }
Bu dövrü proses sonsuzdur və agentin davamlılığını təmin edir.



Şəkil 2. UML diaqramlar sinfi şəklində reaktiv agentin arxitekturası

Obyekt şəklində realizə olunan agent üçün avtonomluq obyektin bütün metodlarının qapalı elan olunması yolu ilə həyata keçirilir. Onda agent yalnız özü öz metodlarını çağırır və başqa heç bir agent onu məqsədlərindən uzaq heç bir hərəkət etməyə məcbur edə bilməz. Digər agentlər belə agentlə mühitdə hadisələri və mesajları dolayı generasiya etmə yolu ilə əlaqə yaradır ki, həmin agent bu ünsiyyəti qəbul edə və cavab verə bilər.

Agentə digər agentlərlə məsləhətləşmə imkanını ünsiyyət yaradır. Mesajların ötürülməsi və qəbulu yolu ilə həyata keçirilən məsləhətlər agentə öz fəaliyyəti ilə əməkdaşlığı uzlaşdırmağa imkan verir [6].

İşdə əsasən agentlərin başa düşülməsini və yaradılmasını asanlaşdıran UML sinfinin diaqramlarının köməyi ilə tipik agent arxitekturalarının (reaktiv və BDİ-arxitektura)

layihələndirilməsinə baxılır. Verilən nümunələr agent arxitekturasının hər bir funksional aspektini əks etdirmir, yalnız tipik agent arxitekturalarının realizasiyasının ümumi sxemini verir [8].

Qeyd edək ki, reaktiv agentlər – mühitin vəziyyəti haqda informasiyanı saxlamır, hədəfurma bacarığı yoxdur, sadəcə cari qəbuletməyə “ƏGƏR-ONDA” qaydalar tipinə uyğun olaraq cavab verir. Agentin reaktiv arxitekturalar sinfinin diaqramı şəkil 2-də göstərilmişdir.

Burada Agent sinfi (klass) – agent, Behavior Collection sinfi – agentin davranış metodları kolleksiyasını, Behavior sinfi – agentin davranışlar metodunu, Action sinfi – agentin fəaliyyəti və nəhayət, Environment və State sinifləri – agentin əhatə edən mühit və ona uyğun vəziyyətləri təmsil edir.

Agent sinfinin run() –metodu agentin cari davranış metodları və ətraf mühitin vəziyyətləri ilə təyin olunan hərəkətləri yerinə yetirir. OYP-də obyektlər kolleksiyası getAction() hərəkət seçimi funksiyasının proqram kodunu dəyişmədən davranış metodlarını əlavə etməyə və silməyə imkan verir, bu zaman davranış metodları siyahısına baxmaq üçün interfeysdən istifadə etmək olar.

Hər bir davranış metodu ətraf mühitə uyğun olduqda həyəcanlanır və onların hər biri digər davranış metodlarını bloklaya bilər. Burada getAction() funksiyası $O(n)$ kimi ölçülmüş icra müddətinə malik olduğundan elə də effektiv deyildir. Burada n - davranış metodlarının sayıdır. Bu funksiyanın icra müddətini həllər ağacından istifadə etməklə $O(\log_n)$ -ə qədər və ya aparat vasitələrindən istifadə etməklə, $O(1)$ -ə qədər azaltmaq olar. Layihəçi təminat verməlidir ki, ətraf mühitin hər vəziyyətinə ən azı bir davranış metodu uyğun gəlsin. Bunun üçün bütün giriş siqnallarına uyğun gələn, lakin mühitin digər vəziyyətləri üçün davranışlar metodları tərəfindən bloklanan davranışlar metodunu təyin etmək olar.

BDİ-agent arxitekturası tələb-arzu-inam (belief-desire-intention, BDI) modeli əsasında qurulmuşdur. Qeyd edək ki, arzu, tələb və inam uyğun olaraq onun vəziyyətini, məqsəd və planlarını şərh edə bilər. İnəm özündə şübhəni (inanıram ki, A tapşırığını yerinə yetirə bilərəm), digər agentlərin imkanlarına inamı (Mən inanıram ki, B agentin “C” tapşırığını yerinə yetirə bilər) və ətraf mühit haqqında təsəvvürləri (mənim sensorlarım əsasında güman edirəm ki, mən divarın 3 m yaxınlığındayam) saxlayır. Tələb o vaxta kimi qorunur ki, onlar yerinə yetirilmir və ya onların qurulması mümkünəz olsun.

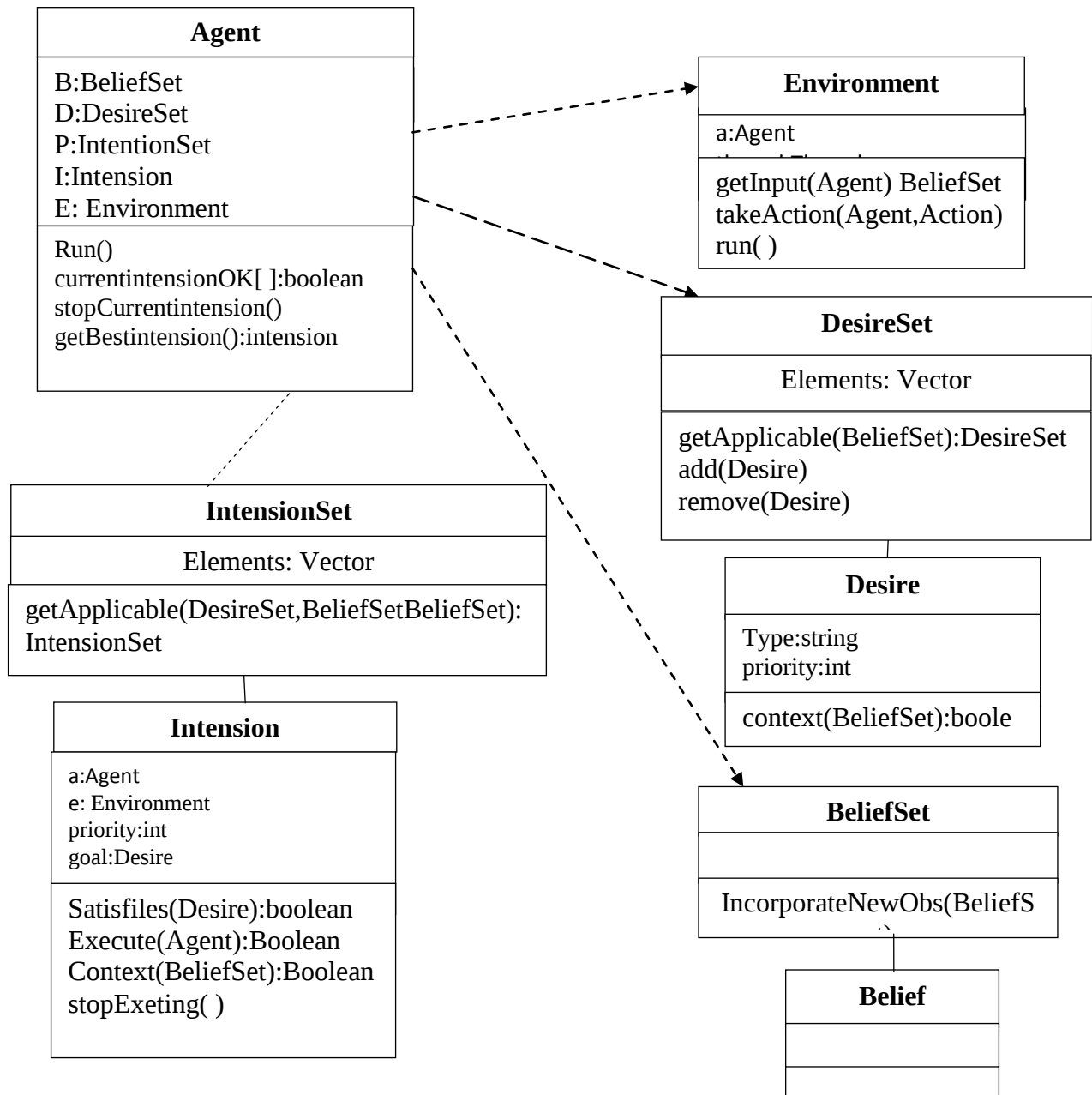
BDİ-agentlərin arxitekturası UML siniflərinin terminləri ilə şəkil 3-də göstərilmişdir. Burada Belief, DesireSet və IntentionSet – inam, arzu və tələb toplusunu təqdim edir. Belief, Desire və Intention sinifləri isə - uyğun olaraq inam, arzu və tələbdır. Bu arxitekturanı əvvəlki çoxhəlli metodun yerinə istifadə edirlər. Bununla da yerinə yetirilən sistem mövcud tələbin tətbiq olunub-olunmadığını kəsilməz dövrü olaraq yoxlayır. Əgər o tətbiq olunmursa, agent stopCurrentIntention() metodunu yerinə yetirir və bu metod da tələb sinfinin stopExecuting() metodunu çağırır.

Beləliklə, tılıb öz işinin kəsilməsi və yaddaşın təmizlənməsinə cavab verir.

Hər tələbə bu bacarığını verməklə, biz tələbin öz işini dayandırdığı anda nəzərdə tutulmuş ehtiyatların resurslarının yaranması nəticəsində meydana gələn çıxılmaz vəziyyətlər (deadlock) aradan qaldırır.

Növbəti proqram kodu BDİ-agent proqramının iki əsas dövrünü izah edir: A, B, D və İ dəyişənləri uyğun olaraq agentin, onun inam, arzu və tələblərini təmsil edir:

```
Agent::run(){
    Environment e; e.run(); //ətraf mühitin obyektinin işə salınması
    while(true) {
        I = a.getBestIntention();
        if (I.execute(a)) //əgər tələb yerinə yetirilibsə
            a.remove(I.goal); //arzunu aradan qaldırmaq
    }
}
```



Şəkil 3. UML diaqramlar sinfi şəklində agentin BDI-arxitekturası

Agentin Run () metodu ən yaxşı tətbiq oluna bilən tələbi seçir və yerinə yetirir. Əgər tələb yerinə yetirmə funksiyası true qiymətini qaytarırsa, onda arzu əldə edilmiş olur və arzular toplusundan silinir. Əgər aşkar edilsə ki, daha tətbiqə yaramır, onda tələb dərhal öz execute() metodunun çağırışından çıxır.

Yuxarıda OYP dilindən istifadə etməklə agent arxitekturalarına dair ümumi göstərişlər verilmişdir.

UML dilinin istifadəsi agent arxitekturasının daha yaxşı başa düşülməsi, onların layihələndirilməsinin və realizasiyasının əlverişliliyi ilə əsaslandırılır.

Ümumiyyətlə, agent sinfi diaqramlarının UML-də qurulması onların oynadıqları funksional təyinatı, onların arasındakı qarşılıqlı fəaliyyəti və agentlərarası asılılıq imkanlarını nəzərdə tutur.

Agentlərarası qarşılıqlı əlaqə və asılılıq yalnız tam MAS qurulduqda mümkün olur ki, belə MAS mesajların nəqlini təşkil edən infrastruktur kataloq xidmətini və hadisələrin məlumatlandırılmasını təmin edir.

Agentlərin MAS-da qarşılıqlı əlaqəsi “agent-kliyənt” mesajlarının qəbulu, ötürülməsi və bu mesajların “agent-server” ilə emalı vasitəsilə baş verir. Eyni zamanda müxtəlif vəziyyətlərdə eyni agentlər həm kliyənt, həm server kimi çıxış edə bilirlər. Agentlərin qarşılıqlı hərəkət protokollarının təsviri ardıcılıq (sequence diagram) diaqramının qurulması yolu ilə yerinə yetirilə bilər. Bu tip diaqram agentlər arasında məlumatların ötürülməsi ardıcılığını əks etdirməyə imkan verir.

Agentlərin davranışlarının spesifikasiyasının UML dilində təsviri üçün vəziyyətlər diaqramı və fəaliyyət diaqramından istifadə etmək əlverişlidir.

Müəyyən davranışa malik hər MAS agenti öz davranış ssenarisini həyata keçirərkən müəyyən hərəkətlər yerinə yetirərək müxtəlif vəziyyətdə ola bilər, yəni bir vəziyyətdən digərinə keçə bilər.

Real sistemlərdəki bir çox agentlərin davranışlarını sonlu avtomatlar nəzəriyyəsi baxımından təsvir etmək olar, belə ki, agentin davranışı onun vəziyyətlərində (fəaliyyət rejimlərində) əks olunur və vəziyyətlər diaqramı (statechart diagram) onu qrafik təsvir etməyə imkan verir.

Hərəkət diaqramı vəziyyətlər diaqramının sonrakı inkişafını nəzərdə tutur. Bu tip diaqramdan həm də modelləşdirilən obyektin vəziyyətlərini əks etdirmək üçün də istifadə edilə bilər, lakin bu diaqramın əsas təyinatı obyektin fəaliyyət prosesinin vəziyyətini əks etdirməkdən ibarətdir. Qeyd olunan diaqramlar proseslərin yalnız ardıcılığını deyil, həm də budaqlanmasını və hətta sinxronlaşmasını göstərə bilər.

MAS-ın layihələndirilməsi üçün baxılan yanaşma, UML universal modelləşdirmə dilindən istifadəsinə, layihəçiyə mövcud standartlara əsaslanan MAS-ların çevik başa düşülməsinə imkan verir [6].

Ümumi halda, UML dilinin köməyi ilə MAS-ın işlənməsi və reallaşdırılmasında sistemin ümumi xarakteristikasını, agentlərin və məqsədlərin strukturunu, eyni zamanda agentlərin qarşılıqlı əlaqə və davranış protokollarının spesifik xüsusiyyətlərini seçmək olar. Bunun üçün UML dilinin aşağıdakı diaqramlarından istifadə etmək olar:

- sistemdən diaqram variantları şəklində istifadə etməklə prosesin funksional təsviri;
- agentlərin UML-də paketlər şəklində identifikasiyası və cavabdehlik oblastının təyini;
- diaqram siniflərinin istifadəsi ilə agentlərin arxitekturasının təsviri;
- fəaliyyət diaqramından istifadə etməklə hər agentin tapşırığının spesifikasiyası;
- protokolların təsviri.

Beləliklə, UML dilinin diaqramlarının əsas növlərini və onların MAS-ın işlənməsi zamanı müxtəlif aspektlərin təsvirində tətbiq imkanlarını təhlil edərkən, belə nəticəyə gəlmək olur ki, layihələndirmənin obyektiv metodologiyasına əsaslanmaqla MAS-ın layihələndirilməsi rahat yerinə yetirilir, MAS-ın işlənməsi prosesinin formalaşmasına imkan verir, həmçinin MAS-ın reallaşdırılması üçün zəruri olan müxtəlif prosesləri birləşdirir [7].

Hazırda MAS-ların layihələndirilməsinin ümumi metodologiyası olmadığından yuxarıda deyilənlərin əsasında aşağıdakı nəticəyə gəlmək olur ki, UML dilinin istifadəsi ilə reallaşan və obyektiv layihələndirmə metodologiyasına əsaslanmaqla proqram agentlərinin işlənməsi bu yanaşmadan istifadəni aktuallaşdırır və onun bir sıra elementlərinin agent nəzəriyyəsinə əlavə edilməsi MAS-ların işlənməsinin hər bir addımında optimallaşdırılmasını və rahatlığını təmin edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Виттих В.А. Мультиагентные модели взаимодействий для построения сетей потребностей и возможностей в открытых системах / В.А.Виттих, П.О.Скобелев //Автоматика и телемеханика №1. 2003, с.177-185
2. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. М.: Вильямс, 2003, 864 с.

3. Hüseynov A.H., Məmmədova M.R. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmədə agentyönlü əlavələrin işlənmə sisteminin arxitekturasının təyini // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi, c. 11, №3, 2011, s.103-108
4. Котенко И.В., Уланов А.В. Многоагентные моделирование защиты информационных ресурсов в сети Интернет // Известия РАН. Теория и системы управления. №5. 2007, с.74-88
5. Ferber J. A meta-model for the analysis and design of organizations in multi-agent systems/ J.Ferber.O.Gutknecht / In Proceeding of the 3rd International Conference on Multiagent Systems (ICMAS 98). IEEE CS Press, 1998.
6. Mylopoulos J., Kolp M. and Castro J. UML for agent-oriented software development: The Tropos proposal / In Proc.of the 4thInt.Conf. on the Unified Modeling Language UML'01. Toronto, Canada, 2001.
7. Андреев В. Методы и средства создания открытых мультиагентных систем для поддержки процессов принятия решений / В.Андреев, В.А.Виттих, С.В.Батишев // Известия РАН. Теория и системы управления. №1. 2003, с.126-137
8. Hüseynov A.H., Əliyeva A.Q., Məmmədova M.R. ÇİS-lərin və onun elementlərinin idarə sistemi üçün produksiyalar bazasının işlənməsi və onların təsnifatı // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. c. 12, №1, 2012, s. 99-103

РЕЗЮМЕ

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ С ВНЕДРЕНИЕМ УНИФИЦИРОВАННОГО ЯЗЫКА МОДЕЛИРОВАНИЯ

Салимова М.Р.

Ключевые слова: унифицированный язык моделирования, агент, многоагентная система, архитектура, реактивный агент, автономный агент.

В статье рассматривается ряд вопросов проектирования многоагентных систем с использованием унифицированного языка моделирования. С использованием интерактивного языка программирования выдается ряд общих приказов на разработку архитектуры агентов. Проанализировано поведение агентов, изучено взаимодействие агентов в структуре многоагентных систем. Рассмотрены правила взаимодействия протоколов взаимодействия агентов с использованием языка унифицированного моделирования.

SUMMARY

SOME ASPECTS OF DESIGN OF MULTIAGENT SYSTEMS WITH THE APPLICATION OF UNIFIED MODELING LANGUAGE

Salimova M.R.

Key words: unified modeling language, agent, multi-agent system, architecture, reactive agent, autonomous agent.

The article discusses a number of design issues of multi-agent systems using a unified modeling language. Using an interactive programming language, a number of general orders are issued for the development of an agent architecture. The behavior of agents is analyzed, the interaction of agents in the structure of multi-agent systems is studied. The rules of interaction of agents interaction protocols using the language of unified modeling are considered.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.04.2019
	Son variant	10.09.2019

UOT 677.07

ƏTRAF MÜHİTİN MÜXTƏLİF TEMPERATURLARINDA GEYİMİN İNSAN BƏDƏNİNDƏ İSTİLİK KOMFORTLULUĞU EFEKTİ

RƏCƏBOV İLQAR SALEH oğlu

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti (UNEC), dosent

Ilqar67@mail.ru

Açar sözlər: geyim, rahatlıq, psixoloji komfort, elastik parça, xassə, orta yüklənmə, yüksək yüklənmə, istilikvermə.

Giriş. Komfortluluq aspektinə uyğun olaraq, burada insan duyğularına uyğun geyimin ölçüləri (tactil-fit); taktil- toxumalar səviyyəsində duyulan hissiyyat (taktil); istilik - nəmlik hissiyyatı seçilmişdir.

Geyimin istifadəsində rahatlıq, bu insanın hərəkətinin sərbəstliyinin təmin edilməsi ilə əlaqədardır və iki əsas amildən asılıdır. Onlardan birincisi geyimin konstruksiyasıdır. Geyimin konstruksiyası məlumat bazasında olan geniş siyahının əsasında hazırlanır. Layihələndirmə mərhələsinin qeyri-adiliyi, onun müstəqil istiqamətlərdə və müxtəlif variantlarda tərtib edilib yaradılmasıdır. Geyimin layihələndirilməsində əsas məlumatlar siyahısına materialın elastikliyi də daxildir. Bu, konstruksiyadan sonra ikinci əsas amildir və geyimin rahatlığını təmin edir.

Geyimin komfortluluq aspektləri. Geyimin geniş mənada komfortluluğu, özündə bir neçə keyfiyyət aspektini və onun problemlərini özündə birləşdirir. Onlar aşağıda göstərilənlərdən ibarətdir:

a) geyimin istifadəsi zamanı rahatlıq, insanın hərəkətinə minimum müqavimət göstərməsi, insanın bədən ölçülərinə uyğunluğu, hazırlandığı materialın elastikliyi və s.;

b) psixoloji komfort;

c) insan orqanizminin istilik balansının saxlanmasına yönəldilən istilik komfortu.

Bir tərəfdən psixoloji komfort insanın estetik tələblərinə uyğunluğu ilə, digər tərəfdən isə insan dərisinin materialla təması zamanı yaranan taktil hissiyyatla təyin edilir. Ədəbiyyat mənbələrindən psixoloji komfortla bağlı olan məlumatlara əsasən demək olar ki, bu aspekt az öyrənilmişdir. Taktil hissiyyat dərinin təzyiq reseptorlarında yaranır. Adətən digər aspektlərin tətbiqindən müsbət nəticə alındıqdan sonra psixoloji komfort aspekti tətbiq olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, taktil hissiyyatın insanın fizioloji təbiəti ilə əlaqədar olması fikirləri də mövcuddur. Belə hesab edilir ki, adi vəziyyətdə kompleks saplardan ibarət parçalardan hazırlanmış geyimdə, qadınlar özlərini kişilərə nisbətən daha az komfortda hiss edirlər [1, s.178]. Ona görə də, qadınlar üçün soyutma effekti olan parçalardan hazırlanmış geyimlər daha çox vərdiş edilmişdir.

Subyektiv komfortun müəyyənləşdirilməsində, parçaların insan bədənini ilə təmasının təbiəti böyük rol oynayır. Lifin zərifliyi xüsusi məna kəsb edir. Belə ki, lifin zərifliyi onun möhkəmliyinə əsaslı şəkildə təsir edir. Yun, neylon və viskoz liflərinin qarışıqından toxunan parçaların tədqiqi göstərdi ki, möhkəmlik 4-cü dərəcə radiuslu liflərə mütənasibdir.

Birinci amil liflərin xətti sıxlığı materialın dəri ilə təmasına əsaslı təsir edir [1, s.182]. Təbii ki, pambıq lifinin zərifliyi parçaya yumşaqlıq və hamarlılıq verir, yunun kobudluğu isə əksinə, parçaya narahatlıq və kələ-kötürlük verir. Bu isə öz növbəsində dəridə hiss olunur. Likewise və Mehrrens [1, s.182] materialın narahatlığının hiss edilməsi və ayrı – ayrı liflərin möhkəmliyi arasındakı asılılıqları öyrənmişlər. Məlum olmuşdur ki, materialla dərinin təması zamanı hissiyyatların fərqli olması, liflərin növ müxtəlifliyindən deyil, materialla təmasının həndəsi ölçülərindən asılıdır.

İkinci amil materiala toxunma zamanı hiss olunan xassə (istilik və soyuqluq təsiri yaradan), toxunma səthinin ölçüləri kimi ortaya çıxır. Bu vəziyyətin xarakteristikasını ilk dəfə olaraq Rees [1, s.182] vermişdir. O, parçanın hamarlığı ilə dərinin soyuqluğu hiss etməsi arasındakı əlaqəni identifikasiya etmişdir. Daha sonra isə sübut olundu ki, soyuqluğu hiss etmə və “yapışqanlıq” , geniş dayaq səthinə malik olan parçalara daha çox xarakterikdir. Kiçik dayaq səthinə malik olan parçalarda isə bu azdır. Reesin dediyi vəziyyət, müxtəlif səviyyədə nəmliyə malik olan parçalara aid olunur. Lakin, Hock soyuğun hiss olunması da parçalarda nəmliyin artması ilə yarandığını müəyyən etmiş və bunu parçaların üst səthində temperaturun aşağı düşməsi ilə əlaqədar olduğunu bildirmişdir. Bu cür yanaşma soyumanın sürətinə əsasən dayanıqlı səthin, həcmnin, təyini metodunun yaranmasına səbəb oldu [1, s.182].

Üçüncü amil Materialda nəmliyin olması və bu nəmliyin materialda paylanması ilə ortaya çıxır. Tərkibi yarımyun olan geyim üçün parçaların tədqiqi [1, s.183] göstərdi ki, materialların tərkibindəki qarışıqların az miqdarda dəyişməsi, onun nəmliksaxlama qabiliyyətinə nəzərə cəpacaq dərəcədə təsir edir. Bu bəzi liflərin müxtəlif vəziyyətlərə dəyişməsi ilə izah olunur. Yuxarıda qeyd olunan hallar subyektiv hiss ola bilər və parçanın nəmliyinin buxarlanması ilə baş verir [1, s.183].

Dördüncü amil taktil komfortudur və statik yüklü zərrəciklərin toplanmasından yaranır. Onun artması, ayrı-ayrı liflərin elektrik keçiriciliyinin aşağı olması, ətraf mühitdə nəmliyin səviyyəsinin az olması zamanı yaranır. Materialda statik elektrik yükləmələrinin qarşısının alınması üçün, materialın toxunuşunda daha yüksək hiqroskopikliyə malik olan liflərdən istifadə etmək lazımdır [1.səh.183].

Geyimin bədənə daşınmasında istilik komfortu. İstilik effekti, geyimdə ən mühüm amillərdən biridir [2]. O, metabolizm prosesində bədənə ətraf mühitə verilən istiliyin miqdarının səviyyəsi ilə təyin olunur [3]. “Komfort” sözü termik neytral vəziyyətdə olmaq deməkdir. Belə ki, temperatur komfortu zamanı istilik nizamlayıcıları gərginlik hiss etmirlər. Amerika alimi Uebbom komfortu aşağıdakı kimi xarakterizə edib: “Komfort – bu insanın elə vəziyyətidir ki, bu zaman o, ətraf mühitin mikroklimatından məmnundur [4]. Ətraf mühitin eyni faktorları bütün insanlara eyni təsir etmədiyindən, hesab olunur ki, mikroklimat haqqında rəyi soruşulanların 80% məmnundursa, onda bu hal komfortlu hesab olunur [5].

Sürətli hərəkətdə və yüksəkliyə qalxanda orqanizmdə gərginlik yüksəlir və temperaturun bədənə artımı baş verir. Orqanizm, dərhal bu gərginliyi azaltmaq üçün artıq istiliyi tər vasitəsilə bədənə kənara yönəldir.

İstiliyin bədənə uzaqlaşdırılması aşağıdakı 4 əsas üsulla baş verir:

- 1) “quru” isti axınla materialda-istilikvermə;
- 2) isti və nəm hava, geyimin altından onun “itələnməsi” ilə materialda olan dəşiklərdən ötürülür;
- 3) bədənə ətraf mühitə hərəkətinin sayəsində, isti və nəm hava materialın məsamələrindən xaricə itələnir.
- 4) materialın liflərindən nəmliyin xaric edilməsi.

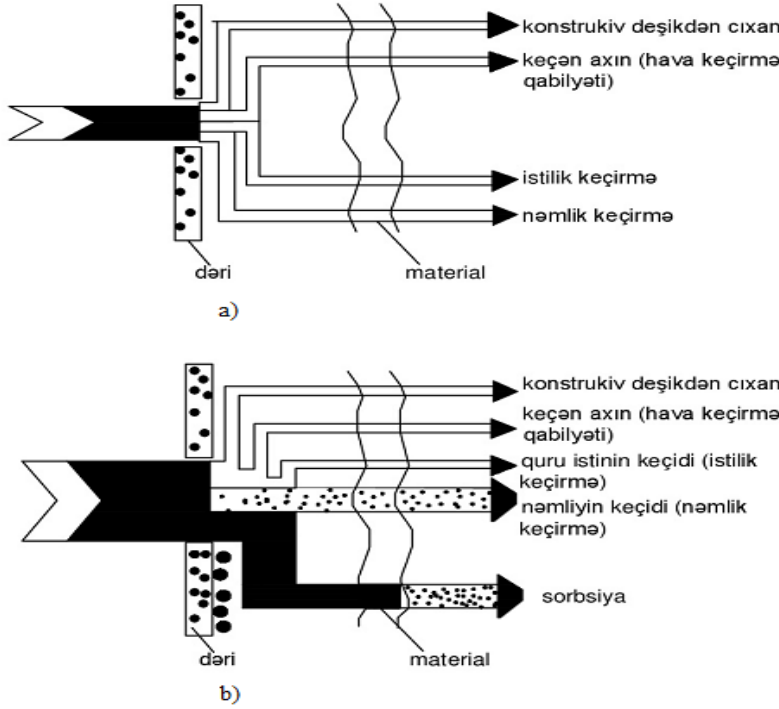
Şəkil 1-də dəri hissəsinin sxematik təsviri göstərilir. Burada geyimlə əhatə olunmuş dəri a) orta yüklənmədə, b) yüksək yüklənmədə təqdim olunur.

Bədən yüksək yüklənmələrdə əlavə istilik istehsal edir və bu xoşagəlməz duyğu yaradır. Əgər dəri tərəfindən ifraz olunan nəmlik tezliklə dəridən uzaqlaşdırılırsa, geyimin materialı tərəfindən bu nəmlik udulsa və əgər geyimin materialının üst qatında buxarlanarsa bu vəziyyət dərhal ləğv edilə bilər.

Liflərin növündən asılı olmayaraq, bu zənciri eyni vaxtda tamamilə 3 şəraitdə yaratmaq mümkün olmur. Sintetik liflər üçün sorbsiya xüsusiyyəti məqbul deyildir. Təbii liflər üçün isə nəmliyin buxarlanması lifin şişməsi ilə əlaqədar olaraq asta gedir.

Daxili orqan və əzələlərdə oksidləşmə nəticəsində istiliyin formalaşması baş verir. Buxarlanma, konduksiya, konveksiya və radiasiyanın hesabına temperaturun nizamlanması nisbətən incə baş verir [3,5,6]. İnsanın enerji itirməsi, ətraf mühitin dəyişməsi və insanın istilik izolyasiyası

müəyyən zaman kəsiyində dəyişə bilməsindən, bu qaydalara əsasən istilikvermə nəzərə çarpacaq səviyyədə dəyişə bilər.



Şəkil 1. Geyimlə örtülmüş dəri hissəsinin a) orta və b) yüksək yüklənmələrdə sxematik təsviri.

İnsanın istilik tarazlığı aşağıdakı bərabərliklə təyin edilir:

$$Q \pm Q_{kon} \pm Q_{konv} \pm Q_{rad} \pm Q_{bux} \quad (1)$$

burada: Q - insan tərəfindən istehsal olunan istilik;

Q_{kon} - konduksiyadan yaranan istilik;

Q_{konv} - konveksiyadan yaranan istilik;

Q_{rad} - radiasiyadan yaranan istilik;

Q_{bux} - buxarlanmadan yaranan istilik;

(+) işarəsi insanın ətraf mühitdən istiliyi qəbul etməsidir;

(-) işarəsi isə insanın ətraf mühitə istilik verməsidir.

Xarici mühitin təsirindən asılı olaraq, göstərilən istilikvermə üsullarının rolu və əlaqələri dəyişir. Bundan belə, insan orqanizminin istilikvermə prosesindəki baxışlarında hiss olunacaq təkamül olsa da, istilik komfortunda konveksiya və radiasiya ilə istilikvermə əsas yer tuturlar.

Q kəmiyyəti orqanizmin yüklənməsindən və ətraf mühitin səviyyəsindən asılıdır. Oturmuş vəziyyətdə istirahət zamanı Q təxminən $50 \text{ kkal}(\text{m}^2 \text{ saat olur})$ [7].

Mənbənin məlumatına əsasən bu şəraitdə $Q = 58 \text{ vt/m}^2$ olur. Uzanmış vəziyyətdə istirahət zamanı $Q = 51,3 \text{ vt/m}^2$, yazı yazan vaxtı yüklənmədə $Q = 77 \text{ vt/m}^2$ olur [7]. Ağır fiziki iş vaxtı isə bədənin istilik istehsalı 8 dəfə istirahət vaxtındakından çox olur.

Müxtəlif ağırlıqlı işlərin aparılması zamanı orqanizmdə yüklənmənin qiymətləndirilməsi, enerjinin sərfiyyatının həcminə görə təyin olunur. S.M.Qorodinskiyin [8] məlumatına əsasən işlərin görülməsinə sərf olunan enerji aşağıdakı kimidir: ağır işlər – $417\text{--}591 \text{ BT}$, (vt); orta ağır işlər – $243\text{--}417$, (vt); yüngül işlər – $139\text{--}243 \text{ bt}$, ((vt); istirahət vaxtı – $90\text{--}104 \text{ vt}$.

P. Fanderin işində [9] müxtəlif fiziki işlərdə enerji sərfiyyatı haqqında dəqiq məlumatlar verilir. İnsan bədənini hər hansı bir əşya ilə təmasda olanda, onun bədəninin temperaturu əşyanın temperaturundan fərqlənirsə, onda konduksiya sərfiyyatı həyata keçir, əgər əşyanın temperaturu bədənə temperaturundan aşağıdırsa, onda isinmə baş verir. Konduksion istilik sərfiyyatının payı, insanın ümumi istilik sərfiyyatından böyük deyil. Ona görə də (1) bərabərliyi aşağıdakı kimi olur.

$$Q \pm Q_{konv} \pm Q_{rad} = Q_{bux} \quad (2)$$

İnsan bədənini ilə ətraf mühit arasında konveksion istilik mübadiləsi Nyutonun bərabərliyinə əsasən:

$$Q_{konv} = \alpha \cdot (t_2^0 - t_1^0) \cdot S \cdot \tau \quad (3)$$

olur.

Burada; α -istilikvermə əmsalı, kkal/m²;

t_1^0 və t_2^0 – insan bədənini dərisinin və ətraf mühitin temperaturudur C⁰;

τ – zaman, S ;

S – insan dərisinin sahəsi, m².

İnsan dərisinin sahəsi S , Fudzimotonun (35) düsturu ilə təyin oluna bilər.

$$S = G^{0,444} \cdot H^{0,663} \cdot 88,33 \quad (4)$$

Burada G -çəkiddir, kq;

H -bədənini hündürlüyüdür, sm.

Adətən hesablamalarda $S = 1,8m^2$ götürülür.

İnsan bədənini ayrı-ayrı hissələrini üfürməklə onun temperaturunu aşağı salmaq mümkündür. Belə üfürmə zamanı havanın hərəkət sürəti az olduğundan, insan tərəfindən hiss olunmur [10,11].

Beldinq və Xatçanın empirik düsturu ilə Q_{konv} hesablanabilir [12]:

$$Q_{kon} = 12,8 \cdot \sqrt{g} \cdot (t_k^0 - t_h^0) \quad (5).$$

Burada g -havanın hərəkət sürəti, m/san;

$t_k^0 - t_h^0$ - dərinin və havanın hərəkətidir.

İnsan dərisinin ayrı-ayrı hissələrinin üfürülməsi zamanı (5) formulasından görünür ki, Q_{konv} qiyməti hava axınının qiymətindən funksional asılıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, insanın özü hiss etmədiyi halda temperaturun azalması müşahidə olunur. İstilik komfortu şəraitində ümumi istilik sərfiyyatı 30% həcmində olur [12].

İnsan bədənində radiasiya vasitəsi ilə sərf edilən istiliyin həcmi, Beldinq və Xatçanın empirik bərabərliyi ilə hesablanabilir.

$$Q_{rad} = 10 \cdot (t_k^0 - \bar{t}_R) \quad (6)$$

Burada $\bar{t}_R$ – otağın orta radiasiya temperaturudur və aşağıdakı düsturu ilə təyin olunur:

$$\bar{t}_R = \frac{\sum (t_l f_l)}{\sum f} \quad (7)$$

Burada t_l - ekranın üzərindəki temperatur, °C;

f_l - ekranın sahəsidir, m².

İstilik komfortu şəraitində radiasiya ilə istilik sərfiyyatı ümumi istilik sərfiyyatının qiymətinin 50%- i həcmində olur [12].

(3), (5), (6) bərabərliklərindən belə nəticəyə gəlmək olar ki, insan bədənində konveksiya və radiasiya ilə istilik sərfiyyatı $t_k^0 > t_v^0$ və $t_k^0 > t_R^0$ olduqda baş verir. Əks halda isə istilik vermə ətraf mühitdən insan bədəninə yönəlir. Bu istilik balansının tarazlığı aşağıdakı şərtə mümkündür.

$$Q_{bux} = Q + Q_{konv} + Q_{rad} \quad (8)$$

Belə nəticəyə gəlmək olaraq ki, ətraf mühitin temperaturu, insan bədəninin temperaturu ilə eyni, yaxud ondan çox olduqda, istilik sərfiyyatı yalnız bir üsula - buxarlanma ilə baş verir. Bu cədvəl 1- də göstərilənlərlə sübut olunur.

Cədvəl .

Ətraf mühitin müxtəlif temperaturlarında istilikvermə üsullarının əlaqələri

İstilikvermə üsulları	Havanın temperaturu, °C		
	15 - 20	25 -30	35 - 40
Konduksiya, konveksiya və radiasiya	83,3%	69,6%	0%
Buxarlanma	16,7%	30,4%	100%

Nəticə.

1) Xarici şərtlərdən asılı olaraq, istilikvermə üsulları arasındakı əlaqələr (konveksiya, konduksiya, radiasiya və buxarlanma) müxtəlifdir. İstilik komfortu şəraitində konveksiya və radiasiya daha əhəmiyyətlidir. 35⁰ C – dən yuxarı temperaturalarda istilik balansının təmin edilməsi üçün, insan orqanizmi tərəfindən nəmliyin buxarlanması yeganə üsuldur. Əsas amillərə, insan orqanizminin nəmlikvermə intensivliyi də daxildir. Buna fiziki yükün intensivliyi və ətraf mühitin temperaturu təsir edir. Nəmlik itirmənin dəyişmə diapazonu sakit halda 0,5 qr/dəq, orta səviyyəli fiziki yüklənmələrdə 7 - 10 qr/dəq və daha ağır fiziki yüklənmələrdə isə 20 qr/dəq aralığında dəyişir.

2) İnsan bədənini ilə geyiminin altındakı hava qatının xarakteristikası, geyimin komfort şəraitinin qiymətləndirilməsi şərtlərindəndir. Onların təyininin əsas faktorları aşağıdakılardır:

- a) xarici şərtlər: ətraf mühitin şəraiti; orqanizmin yüklənməsinin səviyyəsi;
- b) istifadə ilə əlaqəli amillər: geyimin konstruksiyası; geyimin materialının xassələri.

ƏDƏBİYYAT

1. Clothing Comfort. Interaction of Thermal, Ventilation, Construction and Assessment Factors. Edited by Hollies N.R.S., Goldman R.F. The Fiber Society Inc. Comfort Symposium Proc. Ann Arbor Science Publishers Inc. USA. 1977.
2. Fanger P.O. Thermal Comfort. Copenhagen, Donish Technical Press, 1970.
3. Ogden L.W., Rees W.H. Measurement of temperature and relative humidity on the skin and clothing of a human Subject. //J. of the T.1. 1947. Nov. pp.371-386
4. Уэбб П. Тепловые свойства среды и температурный стресс. // В кн. "Основы космической биологии и медицины". Пер. с англ. т.2, кн.1. М., 1975, с.105-138
5. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений: Расчет комфортных параметров по теплоощущениям человека. Пер. с англ. М.: Стройиздат, 1981, 248 с.
6. Gagge A.P., Burton A.C., Bazett H.C. Science. 94.1941. 428 p.
7. Городинский С.М. Средства индивидуальной защиты для работ с радиоактивными веществами. М.: Атомиздат, 1973, 320 с.
8. Muravova A. Fyziologia Odevania. Tepelna Regulacia cloveka. // Vlakna a textil. No 8, 2001, s.48-49
9. Matsukawa Tetsuya. Optimal clothing. // Dyeing Ind. No.11, 1973, pp. 648- 655
10. Путилова А.А. Микроклимат под одеждой как показатель терморегуляции. 2-ое сообщение. Влияние лучистой энергии и движения воздуха // Гигиена и санитария. №10, 1940, с.14-17
11. Максимов Г.А. Отопление и вентиляция. ч.2. М.: Высшая школа, 1968, с. 26-27
12. Кощеев В.С. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека от холода. М.: Медицина, 1981, 287 с.

РЕЗЮМЕ

**ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОГО КОМФОРТА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА
ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Раджабов И.С.

Ключевые слова: одежда, удобство, психологический комфорт, эластичная ткань, характер, средняя нагрузка, большая нагрузка, теплоотдача.

Согласно статье, систематизация человеческих эмоций исследована в аспекте комфорта. Есть два основных фактора, которые определяют, как комфорт можно использовать при использовании одежды, что связано с обеспечением свободы движения. В перечень основных данных при проектировании одежды входит эластичность материала. Это второй главный фактор после конструкции и обеспечивает комфорт одежды. Кроме того, в статье оценивается качество текстильных материалов как важнейшего фактора в одежде.

SUMMARY

**THE EFFECT OF THERMAL COMFORT ON THE HUMAN BODY
AT DIFFERENT AMBIENT TEMPERATURES**

Rajabov I.S.

Key words: clothing, comfort, psychological comfort, elastic fabric, character, medium load, big load, heat transfer

According to the article, the systematization of human emotions has been investigated in the aspect of comfort. There are two main factors that determine how comfort can be used when using clothing, which is related to ensuring freedom of movement. The list of basic data in the design of clothing includes the elasticity of the material. This is the second main factor after the design and ensures the comfort of clothing. In addition, the article assesses the quality of textile materials as the most important factor in clothing.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	23.01.2019
	Son variant	04.03.2019

MÜNDƏRİCAT * СОДЕРЖАНИЕ * CONTENTS

Fizika və riyaziyyat

1. *Бархалов Б.Ш., Исмаилов Р.М., Исмаилова Х.И.* Исследование работы выхода электрона в полупроводниковых твердых растворах $p\text{-Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ и $n\text{-Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ методом контактной разности потенциалов 4
2. *Эфенди С.Н.* О корректной разрешимости некоторых новых классов задач типа Коши для гиперболического уравнения четвертого порядка 9
3. *Бабаджанова В.Г., Алиева У.С.* Исследование волновых процессов в толстостенной трубе под действием внутреннего давления 14

Kimya

4. *Ağayev Ə.Ə., Hacıyeva X.Ə., Şahmurova P.T., Mütəllibova K.M.* 2,6-diizopropilfenolun katalitik alınma prosesinin tədqiqi 19
5. *Pirquliyeva M.C.* Polimer materialları üçün alternativ xammal mənbəyi – kanifol 23
6. *Душдурова Н.И.* Термодинамический анализ реакций превращения пропилена и изопропилового спирта в ацетон 34
7. *Əliyeva Z.M.* Bitki məşəli dizel yanacaqlarının alınması və istifadəsinin əsas istiqamətləri 38
8. *Qarayeva A.R.* Yeni funksionaləvəzli pirazolinlərin sintezi və xassələri 45
9. *Əsgərova F.Ə., Nəsirova Z.H.* Realizə olunan məhsulların ekoloji təhlükəliliyi 54

Biologiya

10. *Мурадова Э.А., Алиева М.Г., Кадырзаде Ф.И.* Плодовитость и фенология развития *T. Turkestani* на овощных культурах и травянистых растениях в условиях северо-восточного Азербайджана 59
11. *Ağayeva A.N., İsayeva K.K., Axundova A.M.* *Taenia hydatigena* helmint növünün Abşeron bölgəsi üzrə yayılmasının öyrənilməsi 65

Texnika

12. *Hüseynov A.H., Talibov N.H., Eyyubov K.K.* Mürəkkəb maşınqayırma elementlərinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə prosesinə pattern sistemin tətbiqi 68
13. *Xəlilov E.O.* Diskret dinamiki sistemlərin imitasiya modelləşdirilməsi ilə tədqiqi və imitasiyanın nəticələrinin animasiyasının mövcud vəziyyətinin analizi 72
14. *Aliyeva A.S.* The synthesis method of fuzzy regulators for dynamic objects with uncertainty 78
15. *Səlimova M.R.* Unifikasiyalı modelləşdirmə dilinin tətbiqi ilə multiagent sistemlərin layihələndirilməsinin bəzi aspektləri 86
16. *Rəcəbov İ.S.* Ətraf mühitin müxtəlif temperaturlarında geyimin insan bədənində istilik komfortluluğu effekti 93

Kompüter yığımı	<i>S.Şahverdiyeva</i>
Texniki redaktor	<i>E.Həsəratova</i>
Dil dəstəyi	<i>Linqvistik Mərkəz</i>

Çapa imzalanmışdır: 25.12.2019-ci il
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70*108 ¼
Yüksək çap üsulu. Həcmi: 23,18 ş.ç.v.
Sifariş . Tiraj 250 nüsxə.
Qiyməti müqavilə yolu ilə.

Sumqayıt Dövlət Universiteti
Redaksiya və nəşr işləri şöbəsi

Müxbir ünvan:

Azərbaycan, 5008, Sumqayıt, 43-cü məhəllə
Tel: (0-12) 448-12-74
(0-18) 644-70-41
Faks: (0-18) 642-02-70

Web: <https://www.ssu-scientificnews.edu.az>

E-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru