

KAZAKH  BRITISH
T E C H N I C A L
U N I V E R S I T Y

ВЕСТНИК

КАЗАХСТАНСКО-БРИТАНСКОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Том 17, Выпуск 4
Декабрь 2020

**ҚАЗАҚСТАН - БРИТАН ТЕХНИКАЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ**

ХАБАРШЫСЫ

HERALD

**OF THE KAZAKH - BRITISH TECHNICAL
UNIVERSITY**

ВЕСТНИК

**КАЗАХСТАНСКО - БРИТАНСКОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Volume 17, Issue 4
October-December 2020**

ҚАЗАҚСТАН - БРИТАН ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ

HERALD
OF THE KAZAKH - BRITISH TECHNICAL UNIVERSITY

ВЕСТНИК
КАЗАХСТАНСКО - БРИТАНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Алматы

№ 4 (55)

2020

Главный редактор – Ректор КБТУ,
Ибрашев К.Н.

Заместитель главного редактора –
Габдуллин М.Т.

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

**Акжалова А.Ж., Атсуши Иное, Байгунчечков Ж.Ж., Бекмухаметова З.А.,
Буркитбаев М.М., Gavin Kretzschmar, Джанг Ванг Ли, Джумадилдаев А.С.,
Ергожин Е.Е., Еремин Н.А., Журинов М.Ж., Йозеф Монтаг,
Коробкин В.В., Masakazu Yoshikawa, Мынбаев К.Т., Рамеш Кини,
Сатубалдин С.С., Скакова А.А., Сулейменов Э.Н., Танекенов А.,
Умаров Ф.Ф., Харин С.А., Шакуликова Г.Т., Шейх Али Д.М.**

Издание зарегистрировано Министерством культуры и информации Республики Казахстан.
Свидетельство о постановке на учет СМИ № 9757 - Ж от 03.12.2008 г.

Журнал зарегистрирован в Международном центре по регистрации сериальных изданий
ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция)

Подписной индекс - 74206

Издается с 2004 года. Выходит 4 раза в год.

УЧРЕДИТЕЛЬ
Казахстанско-Британский технический университет

СОДЕРЖАНИЕ

НЕФТЕГАЗОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

- Ахметжанова Г.А., Абиров Р.Ж.**
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС 7
- Абылкасым Д.Б., Полумордвинов И.О.**
РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ 13

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ И ЭКОЛОГИЯ

- Асанов А., Мамешова С.А.**
ИЗМЕНЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГЛИНИСТЫХ ГИДРОДИСПЕРСИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ, ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ВИДАМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП 17
- Абдухаликова Ш.А., Дариханова А., Азиханова Д.К.**
ПРОИЗВОДСТВО СВЕЯЩЕЙСЯ ПЛИТКИ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ И ИХ ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО 28
- Бергенева Н.С., Сүтемген Ж.Т., Исанбекова А.Т.**
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ 34
- Бугембаева А.К., Дәулетбай А., Серикбаев Б.А., Бадавамова Г.Л., Камысбаев Д.Х.**
ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИКАЦИИ МОЛИБДЕНА И ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ 39
- Дарменбаева А.С., Нурлыбаева А.Н., Калмаханова М.С., Тилеуова А.Г., Сейдуалиев Т.Б., Тамабекова М.М.**
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ В ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ МАТРИЦЕ, И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ 47
- Мылтыкбаева Ж.К., Ковалева Г.Г.**
МЕТОД РОТАТАБЕЛЬНОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ 54
- Нажипқызы М.Н.**
СОЗДАНИЕ «VASCURAPER» НА ОСНОВЕ ГИДРОФОБНОЙ И МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ САЖИ 66
- Наурзкулова С.М., Масалимова Б.К., Арапова М.В.**
КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ ЭТАНОЛА: ОБЗОР 71
- Садиева Х.Р., Төлеген Н.Ж., Елеукен А.Р.**
ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ТИТАНА И ВАНАДИЯ ИЗ СОСТАВА ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ 90
- Сұлтанбек Т.Ж., Достоева А.М., Қабдырахманова А.Б.**
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЛАТУННОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ CU-ZN-NI-FE-PB-SN-AL ПОСЛЕ БЫСТРОЙ ЗАКАЛКИ ИЗ РАСПЛАВА 97
- Тлеуов А.С., Сапаралы Қ.С., Тлеуова С.Т.**
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ГРАФИТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД 103

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абсагтар Д.К.

МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СЕТЕВОГО ТРАФИКА 111

Алдияров Ж.А., Жанабай Н.Ж., Усенкулов Ж.А., Утелбаева А.Б.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНЕРГОАКТИВНОЙ
КОНСТРУКЦИИ НАРУЖНОГО ОГРАЖДЕНИЯ С ЭКРАННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ 119

Амзе Д.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГНОЗА ЦЕНЫ НА КРИПТОВАЛЮТУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ 125

Бейбитулы М.

ПОИСК НАИБОЛЕЕ ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ
ДОСТАВКИ С ВРЕМЕННЫМИ ОКНАМИ 131

Бектемысова Г.У., Жуанышев И.О.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОРТАЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ
ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АНАЛИЗА ДАННЫХ 136

Бергалиева С.А., Болегенова С.А., Салес Д.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА 142

Жунусова А.Ж.

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ 150

Ильчубаева Д.М.

КАК ИЗМЕНЕНИЯ В БАЗЕ ДАННЫХ ВЛИЯЮТ НА ТОЧНОСТЬ КЛАССИФИКАТОРА 155

Култышев Е.А.

КОНЦЕПТ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ
ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ 161

Нурмамбетов Д., Дауылов С.А., Богданчиков А.В.

ГЕНЕРАТОР КАЗАХСКИХ ИМЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ DEEP LEARNING 172

Нурмуқан К., Куандықов А.А., Амантаева А., Толеугазы П.

ОБЗОР ШЕСТИ ОТКРЫТЫХ ПЛАТФОРМ РОБОТОТЕХНИКИ 178

Рустамов Н.Т., Абдрахманов Р.Б., Сапарходжаев Н.П., Аманов А.А.

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФРАКТАЛЬНЫХ БАЗ ЗНАНИЙ В
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ 186

Сабешулы И.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАТАСТРОФ 194

Сарыева А.Е., Полумордвинов И.О.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА ТРУБОПРОВОДОВ В РАЙОНАХ
С ВЫСОКОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ 202

Тәжі А.Т.

РОЛЬ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ КАЗАХСТАНА 207

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ И ПЕРСОНАЛИИ 212

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ 214

CONTENTS

OIL AND GAS ENGINEERING

Akhmetzhanova G., Abirov R.

CONDITIONING OF INITIAL WIRELINE LOGGING DATA FOR INCREASING OF RELIABILITY OF INTERPRETATION RESULTS 7

Abylkassym D., Polumordvinov I.

DEVELOPMENT OF DIAGNOSTIC METHODS FOR GAS PIPELINES BASED ON THE USING OF UNMANNED AERIAL VEHICLES 13

CHEMICAL, TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

Asanov A., Mameshova S.

CHANGE IN THE STABILITY OF CLAY HYDRODISPERSIONS UNDER THE INFLUENCE OF POLYELECTROLYTES THAT DIFFER IN THE TYPES OF FUNCTIONAL GROUPS 18

Abduhalikova Sh., Darihanova A., Azihanova D.

PRODUCTION OF LUMINOUS TILES FROM INDUSTRIAL WASTE AND THEIR IMPLEMENTATION IN PRODUCTION..... 27

Bergeneva N., Suteengen Zh., Issanbekova A

ENSURING SAFE OPERATION WHEN OPERATING LOAD-LIFTING MACHINES IN CONSTRUCTION PRODUCTION..... 34

Bugembayeva A., D uletbay A., Serikbaev B., Badavamova G., Kamysbaev D.

EXTRACTION OF ELECTRODE MATERIALS BASED ON MODIFICATION OF MOLYBDENUM AND HUMIC SUBSTANCES 40

Darmenbayeva A., Nurlybayeva A., Kalmakhanova M., Tileuova A., Seidualiyev T., Tamabekova M.

PRODUCTION OF SILVER NANOPARTICLES STABILIZED IN A POLYETHYLENE MATRIX AND STUDY OF THEIR PROPERTIES..... 47

Mylytkbaeva Zh., Kovaleva G.

METHOD OF ROTABLE CENTRAL COMPOSITION PLANNING OF THE EXPERIMENT IN THE STUDY OF EFFICIENCY DISINFECTANTS..... 55

Nazhipkyzy M.

CREATION OF «BACKYPAPER» ON THE BASIS OF HYDROPHOBIC AND METALLIC SOOT 66

Naurzkulova S., Massalimova B., Arapova V.

CATALYSTS FOR HYDROGEN PRODUCTION USING THE ETHANOL STEAM CONVERSION: A REVIEW 72

Sadiyeva Kh., Tolegen N., Eleuken A.

EXTRACTION OF TITANIUM AND VANADIUM COMPOUNDS FROM THE COMPOSITION OF PHOSPHATE ROCK AND STUDY OF THEIR PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES 90

Sultanbek T., Dostaeva A., Kabdrakhmanova A.

STRUCTURE AND PROPERTIES OF THE BRASS ALLOY SYSTEM CU-ZN-NI-FE-PB-SN-AL AFTER QUICK MELTING..... 97

Tleuov A., Saparaly K., Tleuova S.

STUDY OF PHYSICAL AND CHEMICAL FEATURES OF SORBENTS BASED ON NATURAL GRAPHITES FOR PURIFICATION OF INDUSTRIAL WASTE WATER..... 104

PHYSICAL, MATHEMATICAL AND TECHNICAL SCIENCES

Absattar D.

METHODS AND TOOLS FOR NETWORK TRAFFIC CLASSIFICATION 111

Aldyarov Zh., Zhangabay N., Usenkulov Zh., Utelbayeva A.

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF ENERGY-ACTIVE STRUCTURES OF EXTERNAL FENCING WITH SCREEN INSULATION 119

Amze D.

MODELING FORECAST CRYPTOCURRENCY PRICE QUOTES USING NEURAL NETWORKS 125

Beibytuly M.

FINDING THE MOST OPTIMAL ALGORITHM TO SOLVE THE DELIVERY PROBLEMS WITH TIME WINDOWS 132

Bektemyssova G., Zhuanyshv I.

DEVELOPMENT OF AN INTERACTIVE EDUCATIONAL PORTAL WITH APPLICATION OF CLOUD TECHNOLOGIES AND DATA ANALYSIS 136

Bergaliyeva S., Bolegenova S., Sales D.

STANDARDIZATION IN ADDITIVE MANUFACTURING 142

Zhunussova A.

MACHINE LEARNING 150

Ilchubayeva D.

HOW CHANGES IN THE DATASET AFFECTS THE ACCURACY OF THE BODY CLASSIFIER 155

Kultyshev Y.

THE CONCEPT OF A SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR EARLY DETECTION OF FOREST FIRES 161

Nurmambetov D., Dauylov S., Bogdanchikov A.

KAZAKH NAMES GENERATOR USING DEEP LEARNING 171

Nurmukan K., Kuandykov A., Amantayeva A., Toleugazy P.

A REVIEW OF ROBOTICS AND HAND TOOLBOX: A JOURNEY ON THE OPEN-SOURCE ROBOTICS WORLD WITH SIX TOOLS 178

Rustamov N., Abdrakhmanov R., Saparkhojayev N., Amanov A.

ALGORITHMIC BASES OF DESIGNING FRACTAL KNOWLEDGE BASES IN INTELLECTUAL SYSTEMS 186

Sabeshuly I.

DISASTER FORECASTING 193

Saryeva A., Polumordvinov I.

DEVELOPMENT OF AUTOMATED PIPELINE MONITORING IN AREAS WITH HIGH SEISMIC ACTIVITY 202

Tazhi A.

ROLE OF SOCIAL NETWORKS IN E-COMMERCE OF KAZAKHSTAN 207

ANNIVERSARY DATES AND PERSONALITIES 212

INFORMATION ABOUT AUTHORS 214

НЕФТЕГАЗОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 550.83

МРНТИ 37.01.77; 38.53.19

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС

АХМЕТЖАНОВА Г.А.¹, АБИРОВ Р.Ж.²

¹Satbayev University

²Казахстанско-Британский технический университет

Аннотация: Работы по поисково-разведочному бурению в пределах изучаемой площади проведены в 1943-1950 годах. Геофизические исследования в скважинах выполнены ограниченным комплексом, включающим методы ПС, КС (кровельный градиент-зонд), ГК, НГК, кавернометрия. Основными задачами исследований являлись литологическое расчленение и корреляция разрезов скважин, выяснение закономерностей залегания однотипных пластов и их прослеживание по площади, выделение пластов-коллекторов и определение характера их насыщения. Выполнена предварительная обработка исходных каротажных данных для последующего определения фильтрационно-емкостных свойств коллекторов по ограниченному комплексу исследований.

Ключевые слова: геофизические исследования скважин, предварительная обработка, фильтрационно-емкостные свойства, пористость, насыщение

CONDITIONING OF INITIAL WIRELINE LOGGING DATA FOR INCREASING OF RELIABILITY OF INTERPRETATION RESULTS

Abstract: Search and exploration drilling within the study area was carried out in 1943-1950. Geophysical surveys in the wells were performed in a limited complex, including SP, Resistivity, GR, NGR, Caliper. The main objectives of the research were lithological decomposition and correlation of well sections, elucidation of patterns of occurrence of the same type of reservoirs and their tracking over the area, identification of reservoir layers and determining the nature of their saturation. The preliminary processing of the initial logging data was carried out for the subsequent determination of the reservoir properties of the reservoirs according to a limited set of studies.

Key words: Wireline logging, data conditioning, reservoir properties, porosity, saturation

ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ДЕРЕКТЕРІН ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАУ НӘТИЖЕЛЕРІНІҢ СЕНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ТУРАЛЫ

Аңдатпа: Зерттеу аймағында іздеу-барлау бұрғылау 1943-1950 жж. жүргізілді. Ұңғымалардағы геофизикалық зерттеулер шектеулі кешенде жүзеге асырылды, соның ішінде ПС, КС (градиент зонды), ГК, НГК және кавернометрия әдістері. Зерттеудің негізгі міндеттері: литологиялық ыдырау және ұңғымалар секцияларының өзара байланысы, бір типтегі су қоймаларының пайда болу заңдылықтарын анықтау және олардың ауданды бақылау, резервуар қабаттарын және олардың қанығу сипатын

анықтау. Шектелген зерттеулер жиынтығына сәйкес резервуарлардың коллекторлық қасиеттерін кейіннен анықтау үшін бастапқы тіркеу деректеріне алдын ала өңдеу жүргізілді.

Түйінді сөздер: ұңғымаларды геофизикалық зерттеу, алдын ала өңдеу, резервуардың қасиеттері, кеуектілік, қанықтылық

Введение

На начальной стадии обработки данных ГИС большинство операций имеет одинаковый характер, поэтому они объединяются в единую процедуру - предварительная обработка, включающая редактирование исходных данных, увязку кривых по глубинам, приведение зарегистрированных данных к стандартным условиям измерений.

Этапу предварительной обработки предшествовал стоящий несколько обособленно процесс преобразования аналоговых записей в цифровую форму. Учитывая низкое качество и ограниченный объем каротажных данных, в рамках настоящей работы выполнена оцифровка и коррекция исходных каротажных данных, а также восстановление отсутствующих данных по известным, либо разработанным в рамках работы зависимостям методами моделирования и статистического анализа.

Любая интерпретация невозможна без знания сведений о скважине: удельном весе и электрическом сопротивлении раствора, номинальном диаметре скважины, альтитуде устья, необходимы сведения по стратиграфической разбивке и геологическим условиям проведения буровых работ. Эта информация вместе с оцифрованными каротажными диаграммами использована в процессе предварительной обработки и последующей интерпретации.

Исходные данные

Геофизические исследования в скважинах выполнены ограниченным комплексом, включающим методы ПС, КС (кровельный градиент-зонд), ГК, НГК, кавернометрия. Основными задачами исследований являлись литологическое расчленение и корреляция разрезов скважин, выяснение закономерностей залегания однотипных пластов и их

прослеживание по площади, выделение пластов-коллекторов и определение характера их насыщения. На примере скважины N_157, результаты регистрации данных которой были записаны в аналоговой форме (рис. 1) и оцифрованы для последующего ввода поправок за скважинные условия измерений и последующей интерпретации, предлагается следующая технологическая схема.

Применение технологии предварительной обработки данных ГИС

В зарегистрированной в скважине кривой ПС (рис. 1, 2) наблюдается постепенное увеличение отклонения «линии глин» с глубиной, связанное с влиянием экзотермического градиента, уплотнением глин, поляризацией электродов и другими причинами, которые можно объединить в одно понятие – влияние геотехнологических условий (ГТУ).

Поправка за ГТУ в кривые метода ПС выполнена построением кросс-плота $ПС=f(h)$ (рис. 3а) и выражается как тренд первого (реже более высокого) порядка функции глубины и имеет вид:

$$y = -0.0251x + 10.705, \quad (1)$$

с коэффициентом корреляции $r^2 = 0.8576$.

Исправленное значение кривой метода ПС вычисляется по формуле

$$ПС_i = ПС \cdot y^*(H_b - h), \quad (2)$$

где $ПС_i$ – исправленная кривая;

y – угловой коэффициент тренда;

H_b – глубина подошвы изучаемого интервала;

h – текущая глубина скважины.

Результат ввода поправки приведен на рисунке 3б. Качество ввода поправки оценивается по сопоставлению общего характера изменения кривых ПС и диаграммы ГК, заре-

гистрированной в скважине в интервале 17-280 м., а результат сравнения диаграммы метода ПС и диаграммы ГК позволяет сделать

вывод о возможности определения коэффициента глинистости по методу потенциалов самопроизвольной поляризации (рис. 4).

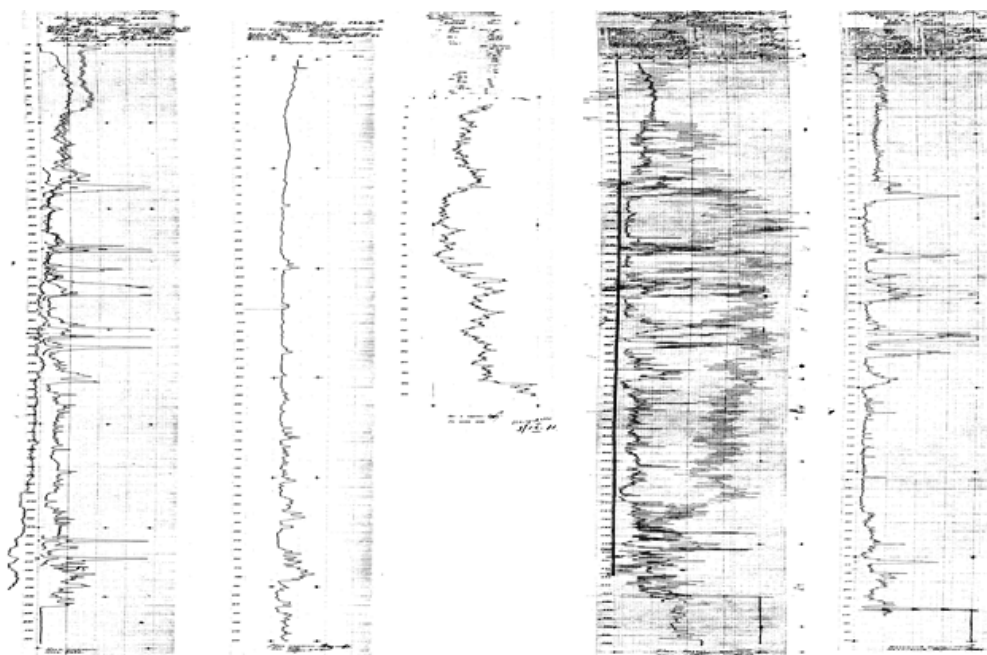


Рис. 1 – Исходные данные ГИС по скважине N_157

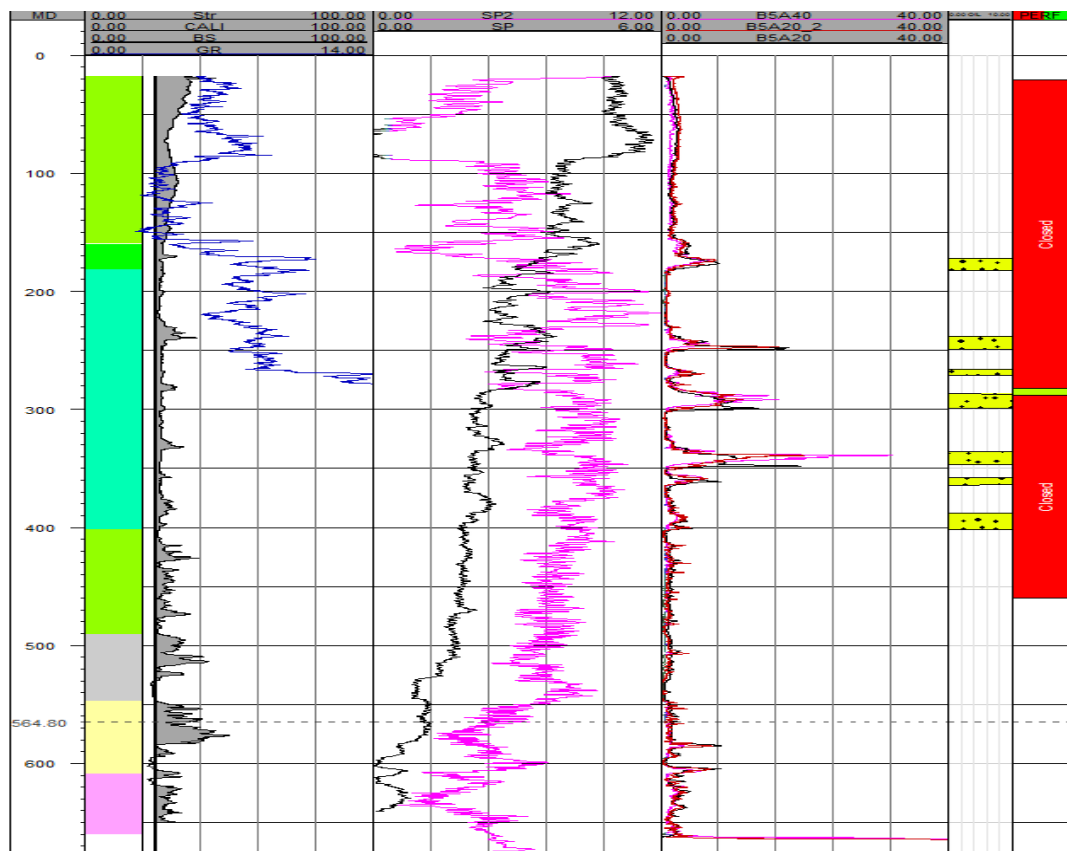


Рис. 3 – Результаты оцифровки исходных данных ГИС по скважине N_157

Коэффициент глинистости рассчитывается с использованием известного уравнения двойного разностного параметра по гамма-методу:

$$\Delta GK = \frac{GK - GK_{\min}}{GK_{\max} - GK_{\min}}, \quad (3)$$

где GK_{\max} и GK_{\min} – максимальные и минимальные показания, наблюдаемые против глинистых пластов и песчаников на кривой ГК.

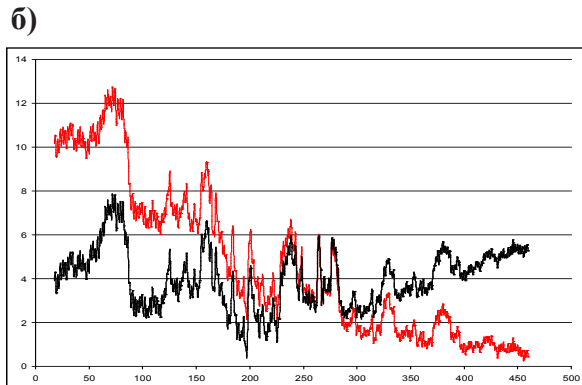
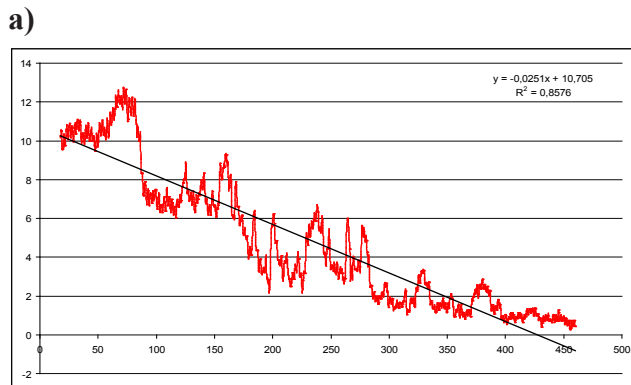


Рис. 3 – Определение уровня изменения показаний ПС из-за влияния поляризации электродов

Для оценки объемной глинистости используется выражение, предложенное В. Ларионовым, а в случае отсутствия материалов ГК (как в рассматриваемом примере), глинистость определялась по диаграмме ПС [2, 3].

Поскольку для определения коэффициента пористости необходимо наличие кривых НГК, АК, ГГКп и др., которые не были зарегистрированы в скважине, предлагается использовать методы статистического анализа и моделирования каротажных данных с использованием диаграмм электрокаротажа с использованием уравнений Smith, Faust, Gardener, Lindseth [4, 5]. Кривые кажущегося сопротивления в ряде скважин слабо дифференцированы и, зачастую, пригодны только для качественного анализа, тем не менее эти данные могут быть использованы для восстановления скоростной характеристики разреза. Расчет ΔT по данным электрического каротажа выполнен по уравнениям Smith, Faust:

$$\Delta T, \text{ ft/s} = A * (rk)^b, \quad (4)$$

где $A = 94,20$; $B = -0,15$.

$$1 / \Delta T, \text{ mks/ft} = V, \text{ ft/s} = A * (rk * h)^b, \quad (5)$$

где $A=1948,0$; $B=1/6=0,166667$.

Расчет плотности по данным Акустического каротажа с использованием уравнений Gardener, Lindseth:

$$s, \text{ g/cm}^3 = a * (Vp)^{1/4}, \quad (6)$$

где $a = 0,31$ при Vp , м/с (при Vp , ft/s, $a=0,23$); Vp – скорость распространения продольных волн.

$$s, \text{ g/cm}^3 = (V, \text{ ft/s} - A) / (B * V, \text{ ft/s}), \quad (7)$$

где $a=0,23$; $B=0,25$.

Пористость по диаграммам АК и ГГК-П осуществлялась по известным уравнениям, приведенным в работах [6,7]. Еще одним методом определения пористости при ограниченном объеме входных данных является расчет пористости по водоносным пластам законтурных скважин по уравнению:

$$Kп = \sqrt{\frac{Rw}{Rt}} \quad (8)$$

где Rw – сопротивление пластовой воды; Rt – сопротивление пласта.

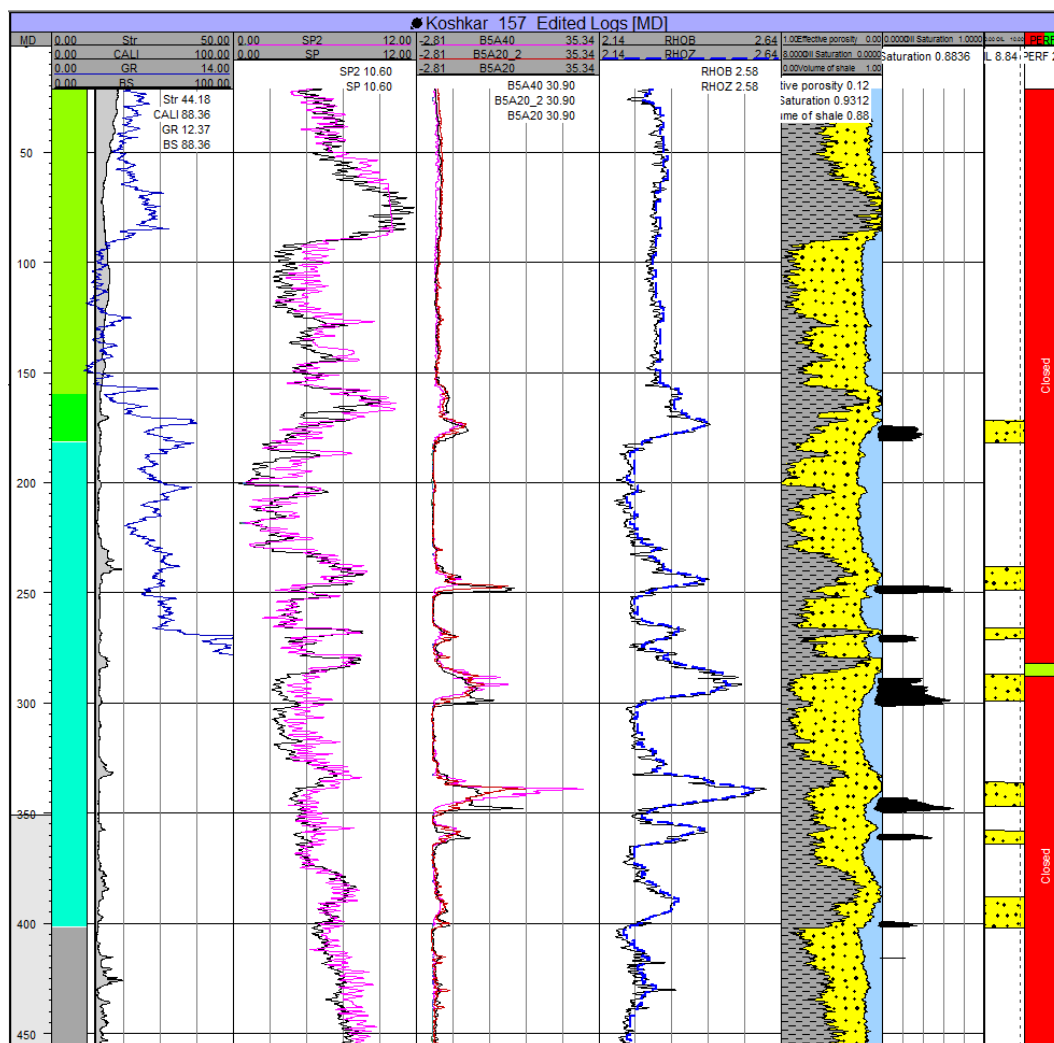


Рис. 4 – Результаты интерпретации данных ГИС по скважине 157

При этом, для расчета K_p необходимо выбирать чистые водоносные песчаные пласты с выдержанной мощностью, где кривая сопротивления хорошо дифференцирована. Полученные значения пористости усредняются и принимаются как среднее значение продуктивных горизонтов.

Расчет коэффициента водонасыщенности выполнен с использованием уравнения Арчи. Результаты интерпретации приведены на рисунке 4. На планшете показаны:

- цветом стратиграфические интервалы;
- в первой колонке номинальный диаметр скважины, фактический диаметр скважины и диаграмма метода ГК;
- вторая колонка – диаграммы метода ПС с введенными поправками;

- диаграммы электрических методов В5А20М, В5А20М(2), В5А40М, зарегистрированные в скважине N_157;
- диаграмма метода ГК-П, рассчитанная с использованием уравнений (6, 7);
- литологическая колонка с рассчитанными $K_{гл}$, K_p , $K_{нг}$;
- рассчитанный коэффициент нефтенасыщенности;
- ранее выделенные нефтенасыщенные интервалы;
- интервал перфорации.

Заключение

Таким образом, учитывая, что в большинстве скважин на площади зарегистрированы электрические методы исследований, а так-

же, получив уравнения регрессии, описывающие зависимости между различными методами исследований, можно рассчитать кривые ГГК-П, АК в других скважинах в пределах месторождения и определить литологическую характеристику и фильтрационно-емкостные свойства изучаемого разреза.

Следует отметить, что предлагаемая схема обработки и интерпретации геофизических данных не претендует на полноту и не свободна от недостатков, однако, она содержит резервы для улучшения и, с учетом накопленных за период разработки геологических материалов по месторождению, позволяет выполнить оценку изучаемого разреза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булекбаев З.Е., Воцалевский Э.С., Искужиев Б.А. и др. Месторождения нефти и газа Казахстана. Справочник. – Алматы, 1996 г. – 325 с.
2. Ларионов В.В., Резванов Р.А. Ядерная геофизика и радиометрическая разведка. – М.: Недра, 1976 г. – 301 с.
3. Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А. Геофизические методы определения параметров нефтегазовых коллекторов (при подсчете запасов и проектировании разработки месторождений). – М.: Недра, 1978. – 318 с.
4. Gardner, G.H.F., Gardner, L.W., and Gregory, A.R. [1974] Formation velocity and density – The diagnostic basics for stratigraphic traps. *Geophysics*, 39, 770-780.
5. Lindseth, R. [1979] Synthetic sonic logs - a process for stratigraphic interpretation: *Geophysics*, 44, 3-26.
6. Латышова М.Г., Дьяконова Т.Ф., Цирульников В.П. Достоверность геофизической и геологической информации при подсчете запасов нефти и газа. – М.: Недра, 1986. – 121 с.
7. Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. – М.: Недра, 1982. – 448 с.

УДК 622.276
МРНТИ 52.47.19

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

АБЫЛКАСЫМ Д.Б., ПОЛУМОРДВИНОВ И.О.

Казахстанско-Британский технический университет

Аннотация: Рассмотрены устройство и функции беспилотного летящего аппарата, оснащенного устройствами для определения места утечки в подземных магистральных трубопроводах. Функции беспилотных аппаратов могут базироваться на мониторинге целостности сетей, наблюдение за определенными отдельными участками, предварительная оценка безопасности проведения работ, а также охрана трубопроводов.

Ключевые слова: дроны, утечка в магистральном трубопроводе, радиолокационный датчик, тепловизор, телевизионный датчик, экономические соображения

DEVELOPMENT OF DIAGNOSTIC METHODS FOR GAS PIPELINES BASED ON THE USING OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Abstract: The device and functions of an unmanned aerial vehicle equipped with devices for determining the leak location in underground trunk pipelines are considered.

The functions of unmanned aerial vehicles can be based on monitoring the integrity of networks, monitoring certain specific areas, a preliminary assessment of the safety of work, as well as pipeline protection.

Key words: drones, leak in the main pipeline, radar sensor, thermal imager, television sensor, economic considerations

ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТТАРЫН ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ ГАЗ ҚҰБЫРЛАРЫН ДИАГНОСТИКАЛАУ ӘДІСТЕРІН ЖАСАУ

Аңдатпа: Жер асты магистральдық құбырлардағы ағып кету орнын анықтауға арналған құрылғылармен жабдықталған пилотсыз ұшақтың құрылғысы мен функциялары қарастырылады.

Пилотсыз ұшу аппараттарының функциялары желілердің тұтастығын бақылауға, белгілі бір аудандарды бақылауға, жұмыс қауіпсіздігін алдын ала бағалауға, сондай-ақ құбырларды қорғауға негізделуі мүмкін.

Түйінді сөздер: дрондар, магистральдық құбырдағы ағып кету, радар сенсоры, жылу түсіргіші, теледидар сенсоры, экономикалық ойлар

На территории Республики Казахстан пролегают более четырех с половиной тысяч километров магистральных газопроводов, а также более одной тысячи километров действующих нефтепроводов. Средний возраст данных трубопроводов составляет более

15 лет, что говорит о возможном наличии на данных местах утечек жидкости или газа, так как по результатам многочисленных обследований действующих трубопроводов, утечки в них начинаются после пятнадцати лет эксплуатации [1].

До последнего времени, при съемке, обнаружении и локализации утечек жидкости или газа из магистральных трубопроводов было невозможно проводить без использования специально обученных специалистов, т.е. требовалось присутствие человеческого фактора. Для уменьшения риска человеческих жизней, повышения качества, стоимости и времени при выполнении данных процессов во многих странах мира в нефтегазовой промышленности активно применяются беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Однако, для казахстанских компаний использование технологий БПЛА для данных целей все еще остаются не реализованным [2].

С введением современных технологий в нефтегазовом комплексе дает возможность не только повысить качество работ, но и избежать непредвиденных проблем. Функции беспилотных аппаратов могут базироваться на мониторинге целостности сетей, наблюдение за определенными участками трубопроводных систем, предварительной оценки безопасности проведения работ, охране трубопроводов.

Для эффективного управления рисками и поддержания работоспособности магистральных трубопроводов в течение всего периода эксплуатации необходим постоянный мониторинг, техническое обслуживание и ремонт. Однако, трубопроводы, по большей части проходят по удаленным и труднодоступным районам со сложным рельефом и климатом. На сегодняшний день наиболее распространенным способом мониторинга трасс трубопроводов остается регулярное патрулирование пилотируемой авиацией и транспортными средствами высокой проходимости. Сегодня на смену традиционным способам мониторинга приходят беспилотные летательные аппараты (БПЛА). С их помощью появляется возможность проверять многокилометровые магистральные трубопроводы непосредственно с воздуха [3].

Такое устройство представляет из себя беспилотный летательный аппарат, оснащенный лазерным сканером, а также с установленной на нем камерой, который при облете

определенной зоны магистрального трубопровода, записывает и отображает контролируемую область в режиме реального времени. Оператор БПЛА наблюдает за состоянием трубопровода с безопасного места и при обнаружении дефекта принимает решение о производстве соответствующих работ. Кроме того, БПЛА хорошо зарекомендовали себя на мировом рынке геоинформационных услуг. Применение БПЛА для мониторинга магистральных нефтепроводов способствует повышению экономической эффективности и снижению экологических рисков [4].

Сочетание визуальных и тепловизионных камер с использованием БПЛА позволяет обнаружить ряд потенциально опасных проблем, прежде чем они приведут к серьезным последствиям и большим затратам. Данная технология дает возможность выявлять в режиме реального времени самые маленькие утечки, которые способны с течением времени нанести значительный ущерб экологии [5].

Использование аэровизуального аппарата позволяет обнаружить утечки перекачиваемой среды не только в горизонтальных трубопроводах, но и в высоких вертикальных конструкциях, обследовать газопроводы в труднодоступных условиях, например, в болотистой и лесной местности [6].

Также одной из особенностей использования аэровизуального аппарата является возможность проводить мониторинг на территории заводов, газоперекачивающих и газозаправочных станциях и других объектах газового хозяйства. БПЛА для определения утечек оснащен лазерным сканером и тепловизионной камерой, которая чувствительна к изменению температуры в грунте. Детектор, установленный на летательном аппарате, позволяет обследовать объекты и находить места утечек с определенной высоты, фиксируя на картах места найденных утечек при помощи встроенного GPS-навигатора, синхронизируя полученные данные с программным обеспечением, установленным у оператора системы.

Преимущества использования БПЛА для определения мест утечек перекачиваемой среды:

- дешевизна эксплуатации;
- простота транспортировки;
- возможность монтажа на любой носитель;
- инспекция загазованности по заданному маршруту;
- простой экспорт данных для отчётности;
- от 1 до 5 часов полёта от одной батареи питания;
- координаты и концентрации газа в местах утечки выводятся на персональный компьютер оператора в режиме реального времени;
- определить незаконную врезку в трубопровод;
- контроль перекачки;
- определение места образования гидратов или пробок;
- выявление участков с нарушением технического состояния объекта, например: разрывы, трещины, коррозионные зоны, повреждение гидроизоляции и теплоизоляции;
- наблюдение и контроль за состоянием природной среды на всей протяженности трассы магистрального трубопровода (состояние опасных геологических процессов, зон подтоплений, коррозионно-опасных сред, промерзающих и оттаивающих грунтов и др.);

- анализ участков с подводным переходом магистрального трубопровода;
- ранжирование участков по степени опасности, выделение участков для первоочередного диагностического исследования.

Выполнение вышеуказанных задач осуществляется благодаря использованию нескольких видов съемки. Видеосъемка производится с помощью видеокамеры, установленной на беспилотном аппарате. Она применяется для наиболее оперативного визуального обследования территории вдоль трассы магистрального нефтепровода. Фотосъемка имеет преимущество над обычной видеосъемкой ввиду более высоко разрешения. Посредством специальной спектрометрической обработки снимка можно обнаружить наличие коррозии трубопровода. Тепловизионная съемка позволяет вести наблюдение в условиях ограниченной видимости и в темное время суток. Она дает возможность выявить утечки нефти и присутствие посторонних в охраняемых зонах. Сочетание различных видов съемки позволяет наиболее полно оценить состояние объекта.

Принцип работы БПЛА показан на рисунке 1 [7].

Использование БПЛА аэровизуального мониторинга магистральных трубопроводов,

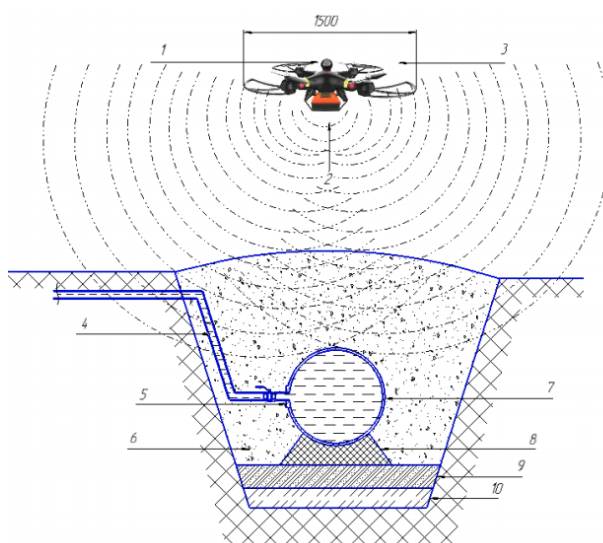


Рис. 1 – Принцип работы БПЛА

- 1 – камера; 2 – лазерный сканер; 3 – квадрокоптер; 4 – отвод; 5 – врезка; 6 – грунт; 7 – трубопровод; 8 – основание под трубопровод; 9 – подсыпка; 10 – основание для траншеи

в том числе для аэрофотосъемки, имеет ряд преимуществ по сравнению с остальными беспилотными и пилотируемыми летательными аппаратами, в особенности для съемки небольших площадных (точечных) и линейных объектов с высоким пространственным разрешением, при этом БПЛА, в отличие от вертолета, более стабилен в полете, дешевле и проще в ремонте, имеет меньше механических узлов, менее подвержен механическим воздействиям, легче в управлении. Важнейшим преимуществом БПЛА является отсутствие перегрузок, возникающих, например, во время таких экстремальных этапов полета БПЛА самолетного типа, как взлёт с катапульты или посадка на парашютной системе посадки/спасения.

Однако, несмотря на большие перспективы использования гражданских БПЛА, в том числе, для нужд аэрофотосъемки, развитие их рынка на сегодняшний день тормозится отсутствием нормативно-правовой базы для их интеграции в единое воздушное простран-

ство, эта проблема не решена полностью ни в одной стране мира [8].

Выводы

1. Надежность, сохранность и дальнейшее развитие трубопроводного транспорта и всей нефтегазовой отрасли невозможно без применения дистанционного мониторинга с использованием, в частности, беспилотных летательных аппаратов, которые хорошо зарекомендовали себя на мировом рынке геоинформационных и других услуг.

2. Использование технологий БПЛА предлагает более эффективный способ мониторинга магистральных трубопроводов, что дает возможность не прекращать транспортировку, чтобы принять меры. Такой подход ограничивает ущерб окружающей среде, сохраняет сельскохозяйственные угодья и экономит своим клиентам финансовые затраты на восстановительных работах с течением времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Увеличение мощности магистрального газопровода «Казахстан-Китай» (Первый участок) – Т. III; Книга 2-Технологические решения. Пояснительная записка; AGP(C)L–BD–E–PL–RE-0001-000-0. – Алматы, 2007.
2. Увеличение мощности магистрального газопровода «Казахстан-Китай» (Первый участок) – Т. III; Книга 1-Общая пояснительная записка; Линейная часть AGP(C)L–BD–E–PL–RE-0001-002-0. – Алматы, 2007.
3. Технологический регламент по безопасной эксплуатации нитки «С» линейной части магистрального газопровода «Казахстан-Китай»; Держатель подлинника: ТОО «Азиатский газопровод. – Алматы, 2007.
4. Проект «Увеличение мощности магистрального газопровода «Казахстан-Китай» (Первый участок)»; Временный технологический регламент на производство пусконаладочных работ и ввод в эксплуатацию объектов нитки «С» МГ «Казахстан-Китай». – Алматы, 2007.
5. Беспилотные летательные аппараты: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования. [Электронный ресурс] URL:<http://www.racurs.ru/page=681> – Загл. с экрана (дата обращения:06/08/2014)
6. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 376 с.
7. Кузенкова Г. В. ВВЕДЕНИЕ в экологический мониторинг: учебное пособие. – Н.Новгород: НФ УРАО, 2002. – 72 с.
8. Современный комплексный мониторинг - надежный инструментарий для повышения эффективности и безопасности горных работ. – Москва: НГ, 2005. – 48 с.

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ И ЭКОЛОГИЯ

ӘОЖ 543.632.58:544.6.018-36.552.52
МРНТИ 31.15.37

ФУНКЦИОНАЛ ТОПТАРЫ ТҮРЛЕРІМЕН ЕРЕКШЕЛЕНУШІ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТТЕР ӘСЕРІНДЕ САЗДЫ ГИДРОДИСПЕРСИЯ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ

АСАНОВ А., МАМЕШОВА С.А.

М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті

Аңдатпа: Полиэлектrolиттер функционал топтары табиғаты, түрлері, мольдік арақатынасымен ерекшеленуші үлгілерінің әсерінде сазды гидродисперсия тұрақтылығының өзгеруі зерттелді. Макромолекуласы ионданбайтын ацетат және өте әлсіз диссоциацияланушы оң зарядты амид функционалды буындардан түзілген полиэлектролит үлгілерінде амид тобының көбеюімен сазды гидродисперсияның тұрақсыздануына әсері бірішама өседі. Ал винилацетат пен диэтиламиноэтилметакрилат буындарынан құралған полиэлектролит үлгілерінде жақсы ионданушы алифатты амин функционалды буындарының көбеюімен сазды гидродисперсияның тұрақтылығына әсері айтарлықтай артады. Сазды гидродисперсияның тұрақсыздануы әсіресе полиэлектролит құрамында күшті ионданушы ароматты амин функционалды 4-винилпиридин және алифатты амин диэтиламиноэтилметакрилат функционалды буындардың барлық мольдік арақатынасында алынған үлгілерінің әсерінде айрықша, айқын байқалады. Керісінше макромолекуласы тізбегінің бойында оң зарядты амин функционалды диэтиламиноэтилметакрилат буынымен бірқатарда, теріс зарядты карбоксид функционалды тобы бар метакрил қышқылы буыны орналасқан полиэлектролит үлгілерінің тұрақсыздандырушы-флокуляциялаушы қабілетінің төмендейтіндігі салдарынан сазды гидродисперсияның мөлдірленуі, қатты дисперстік фазаның тұнбаға түсуі және фильтрлену үдерісінің баяулайтындығы орын алады. Анықталған айырмашылықтар сазды гидродисперсия майда бөлшектерімен әрекеттесуші макромолекула тізбегінің бойындағы орналасқан буындардың функционалды топтарының табиғатына, түрлеріне, мольдік арақатынасына және функционал топтардың сазды гидродисперсияның теріс зарядты майда бөлшектерімен әрекеттесіп байланыс түзуші белсенді бөлігінің ыңғайлы орналасуына, заряд белгісіне, макромолекуланың ұзындық өлшемінің өзгеруі себебінен келіп шығатынын тәжірибелер арқылы алынған нәтижелер негізінде түсіндіріліп берілді.

Түйінді сөздер: макромолекула, полиэлектролит, дисперсті жүйелер, функционал топтары, сазды гидродисперсия, ионданушы қабілет, тұрақсыздану

ИЗМЕНЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГЛИНИСТЫХ ГИДРОДИСПЕРСИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ, ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ВИДАМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП

Аннотация: Исследовано изменение устойчивости глинистых гидродисперсий под влиянием полиэлектролитов, отличающихся мольным соотношением, природой, видами функциональных групп. Под влиянием полиэлектролита, содержащего неионизируемые ацетатные и амидные функциональные звенья, по мере увеличения количества очень слабо положительно заряженных амидных групп наблюдается незначительное усиление дестабилизации глинистых гидродисперсий. В присутствии поли-

электролита, содержащего винилацетатные и диэтиламиноэтилметакрилатные звенья, по мере роста количества хорошо ионизируемых алифатических аминных функциональных групп дестабилизация глинистых гидродисперсий более выражена. Быстрое и особенно ярко выраженное уменьшение устойчивости глинистых гидродисперсий наблюдается под влиянием полиэлектролитов, содержащих сильно ионизируемые ароматические амино функциональные группы (4-винилпиридин) и алифатические амино функциональные группы (диэтиламиноэтилметакрилат), полученные во всех мольных соотношениях. Полиэлектролит, содержащий в цепи макромолекулы алифатическое амино функциональное звено (диэтиламиноэтилметакрилат) и отрицательно заряженные карбоксидные функциональные группы (звенья метакриловой кислоты), вследствие проявления слабой дестабилизирующей-флокулирующей способности наблюдается медленное осветление дисперсной среды, разделение отрицательно заряженных мелких частиц твердой фазы и замедление скорости фильтрации глинистой гидродисперсии. Выявленные особенности в изменении устойчивости глинистых гидродисперсий в присутствии образцов полиэлектролитов, содержащих функциональные группы различной природы и отличающиеся мольным соотношением, знаком заряда, длиной цепи макромолекулы и удобством расположения положительно заряженной активной части функциональной группы, а также отличающиеся способностью к взаимодействию с мелкими отрицательно заряженными частицами дисперсной фазы, объяснены на основании экспериментальных данных.

Ключевые слова: макромолекула, полиэлектролит, дисперсная система, функциональная группа, глинистая гидродисперсия, ионизирующая способность, дестабилизация

CHANGE IN THE STABILITY OF CLAY HYDRODISPERSIONS UNDER THE INFLUENCE OF POLYELECTROLYTES THAT DIFFER IN THE TYPES OF FUNCTIONAL GROUPS

Abstract: The change in stability of clay hydrodispersions under the influence of polyelectrolytes, differing in molar ratio, nature, and types of functional groups, was studied. Under the influence of a polyelectrolyte, containing non-ionizable acetate and amide functional units, a slight increase in destabilization of clay hydrodispersions is observed as the number of very weakly positively charged amide groups increases. In the presence of a polyelectrolyte, containing vinylacetate and diethylaminoethylmethacrylate units, with the increase in the number of well-ionizable aliphatic amine functional groups, destabilization of clay hydrodispersions is more pronounced. A rapid and especially pronounced decrease of clay hydrodispersions stability is observed under the influence of polyelectrolytes containing highly ionizable aromatic amino functional groups (4-vinylpyridine) and aliphatic amino functional groups (diethylaminoethylmethacrylate) obtained in all molar ratios. Polyelectrolyte containing aliphatic amino functional unit (diethylaminoethylmethacrylate) and negatively charged carboxide functional groups (methacrylic acid units) in the macromolecule chain, due to manifestation of weak destabilizing-flocculating ability, a slow clarification of dispersed medium, separation of negatively charged fine particles of solid phase and slowing down filtration rate of clay hydrodispersion. The revealed features in the change in stability of clay hydrodispersions in the presence of polyelectrolyte samples containing functional groups of various nature and differing in molar ratio, charge sign, macromolecule chain length and the convenience of location of positively charged active part of the functional group, as well as differing in their ability to interact with small negatively charged particles of the dispersed phase are explained on the basis of experimental data.

Key words: macromolecule, polyelectrolyte, disperse system, functional groups, clay hydrodispersion, ionizing ability, destabilization

Кіріспе

Полиэлектролиттер функционал топтары табиғаты, түрлері, макромолекула тізбегі бойындағы мольдік арақатынасымен ерекшеленуші үлгілерінің әсерінде сазды гидродисперсия тұрақтылығын мақсатты, бағытты түрде реттеуге қаратылған ғылыми тәжірибелік жұмыстар жүргізу қазіргі заманғы физикалық-коллоидтық химияның өте маңызды өзекті мәселелерінің бірі болып табылады. Себебі дисперсті жүйелердің тұрақтылығын өзгерту өндірістің, шаруашылықтың, тұрмыстың әр алуан салаларымен тығыз байланысты. Дисперсті жүйелерді тұрақсыздандыру гидрометаллургияда бос минерал қалдықтарын бағалы металдары бар концентраттан ажырату үдерісінде [1], сондай-ақ табиғи лайлы [2,3], ағынды, шайынды сулардың [4,5] құрамындағы майда бөлшектердің тұнбаға түсуін жеделдетіп өндірістің, шаруашылықтың, тұрмыстың қажеттілігіне сәйкестендіру мақсатында мөлдірлендіруде пайдаланылады. Бірақ дисперсті жүйелердің тұрақтылығының өзгеру үдерісі олардың дисперстік фазасының табиғатымен, майда бөлшектерінің дисперстік дәрежесімен, беттік қасиетімен, заряд өлшемімен тығыз байланысты [6,7]. Бұл әсіресе табиғи лайлы, шайынды сулардың дисперстік фазасының құрамында сазды майда бөлшектер болғанда өте қиын, баяу жүреді [8,9]. Мұндай дисперсті жүйелердің тұрақсыздануы-флокуляциялануы тіпті, жоғары тиімді полиэлектролит-флокулянттар қатысында да дисперстік фаза майда бөлшектерінің іріленіп, толығымен ажыратылып тұнбаға түсуі өте қиын жүреді [10,11]. Сондықтан дисперстік фазасының құрамында сазды майда бөлшектері бар болған дисперсті жүйелердің тұрақсыздануын жеделдетуде соңғы жылдары жоғары тиімді флокулянттар іріктендіргіштердің, полиэлектролиттердің жаңа түрлерін алу және қолдану жолдарын анықтауға қаратылған ғылыми ізденістер жүргізуге айрықша көңіл аударылуда. Осындай дисперсті жүйелердің полиэлектролит іріктендіргіштердің қатысында тұрақсыздануы-флокуляциялануы макромолекуласы тізбегі бойында орналасқан буындардың

функционал топтарының табиғатына, түрлеріне, мольдік арақатынасына, заряд белгісіне тәуелді түрде өзгеруі мүмкін.

Тәжірибелік бөлім

Зерттеу нысандары. Жұмыста бентонит саз үлгісі (Келес кенорны, Қазақстан), винилацетат («Sigma-Aldrich» Германия), акриламид («AppliChem» Германия), метакрил қышқылы («Sigma-Aldrich» Германия), 4-винилпиридин («Sigma-Aldrich» Германия), диэтиламиноэтилметакрилат («ВЕКТОН.Ru» Ресей) қолданылды.

Зерттеу әдістері. Сазды гидродисперсияның тұрақтылығы турбидиметриялық әдіс арқылы зерттелді. Оптикалық тығыздығы (D) СФ-2000 спектрофотометрде (Санкт-Петербург) ені 12,5мм, ұзындығы 45мм кюветада, 540нм толқын ұзындығында, электрөткізгіштік қасиеттері S230 Seven Compact Mettler Toledo кондуктометр (Швейцария) құрылғысында, тұтқырлығы Убеллоде вискозиметрінде ($25 \pm 0,1$ °C) өлшенді. Сазды гидродисперсияның тұнба көлемінің өзгеруі анық градуирленген өлшеуіш құралда анықталса, фильтрленуі вакуумды қондырғыда жүргізілді.

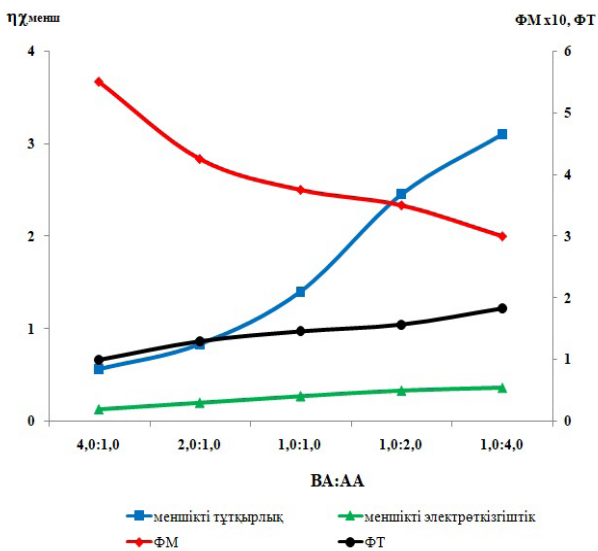
Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Жұмыста макромолекуласы құрамындағы буындар функционал топтарының табиғаты, түрлерімен, тізбектегі мольдік арақатынасымен ерекшеленуші полиэлектролиттердің қатысында сазды гидродисперсия (СГД) тұрақтылығының өзгеруі зерттелді. Соған сәйкес винилацетаттың (ВА) акриламидпен (АА), (ВА:АА), винилацетаттың (ВА) диэтиламиноэтилметакрилатпен (ДЭАЭМА*НСІ), (ВА:ДЭАЭМА*НСІ), 4-винилпиридин гидрохлоридті(4-ВП*НСІ)диэтиламиноэтилметакрилат гидрохлоридімен (ДЭАЭМА*НСІ), (4-ВП*НСІ:ДЭАЭМА*НСІ) сондай-ақ метакрил қышқылының (МАҚ) диэтиламиноэтилметакрилатпен (ДЭАЭМА*НСІ), (МАҚ:ДЭАЭМА*НСІ) алдын ала анықталған оңтайлы әдіспен [12,13] әртүрлі мольдік

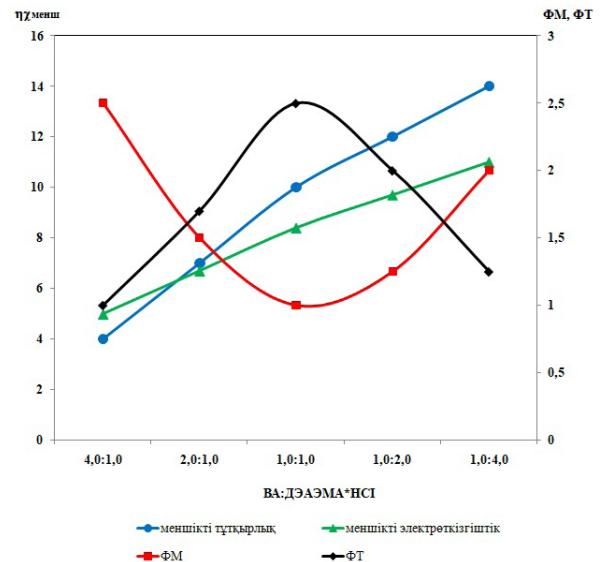
арақатынаста сополимерлеу арқылы функционал топтарының макротізбек бойындағы мольдік арақатынасымен, гидрофильдік қасиетімен, біртектілігімен, әртектілігімен, заряд белгісімен, ионданушы қабілетімен ерекшеленуші полиэлектролит үлгілері алынды. Осы полиэлектролит үлгілерінің қатысында сазды гидродисперсия тұрақтылығының өзгеруін оның оптикалық тығыздығының (D), тұнба көлемінің (V) және фильтрлену жылдамдығының (U) қосылған полиэлектролиттердің мөлшеріне және тұндыру уақытына байланысты анықталды.

Тәжірибе нәтижелері сазды гидродисперсияның (СГД) мөлдірлену дәрежесін яғни, оптикалық тығыздығын бірдей сандық мәнге ($D=0,25$) жеткізу үшін ВА:АА және ВА:ДЭАЭМА*НСІ үлгілерінің макромолекуласы құрамында акриламид (АА) пен диэтиламиноэтилметакрилат (ДЭАЭМА*НСІ) буындарының көбеюімен олардың тұрақсыздандырушы қабілетінің күшеюі себепті, флокуляциялаушы тиімділігі (ФТ) көбейтіндіктен, бірдей массалы дисперстік фазаны флокуляциялаушы мөлшердің (ФМ) біршама кемитіндігі байқалды (сурет-1,а).

Себебі полиэлектролит макромолекуласы тізбегінің бойында орналасқан өте әлсіз оң зарядты амид ($-CONH_2$) функционалды акриламид (АА), ионданушы қабілеті күштірек алифатты амин ($-CH_2-CH_2-N<$) функционалды тобы болған диэтиламиноэтилметакрилат (ДЭАЭМА*НСІ) буындарының көбеюі молекулалық массаның және ионданушы қабілетінің артуын келтіріп шығарады. Оны осы полиэлектролит үлгілерінің $0,25$ г/дл ерітінділерінің меншікті тұтқырлығы ($\eta_{менш}$) мен электрөткізгіштігінің ($\chi_{менш}$) сандық мәндерінен көруге болады. Яғни акриламид (АА) пен диэтиламиноэтилметакрилат (ДЭАЭМА*НСІ) буындарының макромолекула тізбегінің бойында көбеюі меншікті тұтқырлықтың ($\eta_{менш}$) және электрөткізгіштіктің ($\chi_{менш}$) бірте-бірте асып баруына, сондай-ақ молекулалық массаның біршама өсуіне, сонымен бірге электрөткізгіштік қабілетінің артуына алып келеді. Бұл ерекшеліктер белгілі теңдеулер арқылы есептеліп табылған [14] полиэлектролит үлгілерінің флокуляциялаушы тиімділігінің (ФТ) соған сәйкес флокуляциялаушы мөлшерінің (ФМ) өзгеруін келтіріп шығарады.



а)

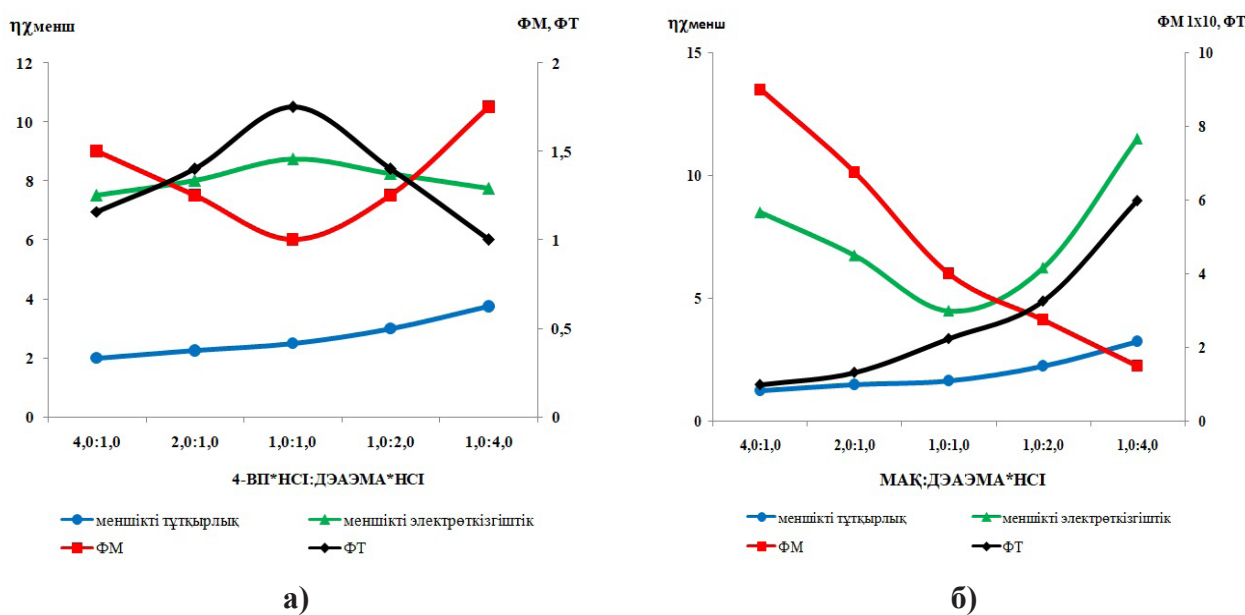


б)

1 сурет – Полиэлектролиттер ВА:АА (а), ВА:ДЭАЭМА*НСІ (б) үлгілерінің $0,25$ г/дл ерітіндісінің меншікті тұтқырлығы ($\eta_{менш}$), электрөткізгіштігі ($\chi_{менш}$, $\chi 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$) және флокуляциялаушы мөлшері (ФМ, мг/л) мен флокуляциялаушы тиімділігінің (ФТ) макромолекула құрамындағы буындардың мольдік арақатынасына байланысты өзгеруі

Негізінен полиэлектролит үлгілерінің макромолекуласы тізбегінің бойында акриламид (АА) пен диэтиламиноэтилметакрилат (ДЭАЭМА*НСІ) буындарының көбеюі бастапқыда тұрақсыздандырушы қабілетінің күшеюіне соған сәйкес, сазды гидродисперсияның бірдей мөлдірлену дәрежесіне қажетті флокуляциялаушы мөлшердің кемуіне алып келеді де, белгілі оңтайлы 1,0:1,0 мольдік арақатынаста ең кем мөлшерге жетіп, акриламид (АА) пен диэтиламиноэтилметакрилат (ДЭАЭМА*НСІ) буындарының одан әрі көбеюі флокуляциялаушы мөлшердің айтарлықтай өзгеруін келтіріп шығармайды (сурет-1, б). Байқалған ерекшеліктер полиэлектролит үлгілері функционал топтарының ионданушы қабілетімен және дисперстік фазаның майда бөлшектерімен әрекеттесуші белсенді бөлігінің функционал топта қолайлы орналасуымен байланысты [15]. Сондықтан макромолекула тізбегінің бойында амид және амин функционалды топтардың көбеюімен олардың бастапқыда иондануына қолайлы жағдай туындауымен бірге макромолекула ұзындық өлшемінің өсуіне ықпал жасайды. Сол себепті, сазды гидродисперсияның (СГД) тұрақсыздануы коагуля-

ция, флокуляция үдерісінің бір уақытта жүруі әсерінде болатындықтан, синергизм құбылысы орын алады [16,17]. Бірақ амид және амин функционалды буындардың макромолекула тізбегінің бойында оңтайлы мольдік арақатынастан артық болған сайын флокуляциялаушы қабілеті айтарлықтай күшеймейді. Оның себебі полиэлектролит макромолекуласы тізбегінің бойында ионданушы қабілетке ие болған әлсіз оң зарядты амид және жақсы диссоциацияланушы алифатты амин функционалды топтардың көбеюінен олардың ионданушы мүмкіндігі бірте-бірте қиындайды. Осындай ерекшеліктер құрамында ароматы, күшті ионданушы амин функционалды тобы бар 4-ВП*НСІ буынын алифатты амин функционалды ДЭАЭМА*НСІ-пен сополимерлеу нәтижесінде алынған полиэлектролит үлгілерінде де білінеді. Бірақ бұл полиэлектролит үлгілерінің макромолекуласының құрамында диэтиламиноэтилметакрилат (ДЭАЭМА*НСІ) буыны көбейген сайын меншікті тұтқырлық (η_{менш}) бірыңғай өсіп барса, ал электрөткізгіштіктің (χ_{менш}) сандық мәні біршама кеміп баруы орын алады (сурет-2,а).



2 сурет – Полиэлектролиттер 4-ВП*НСІ:ДЭАЭМА*НСІ (а) және МАҚ: ДЭАЭМА*НСІ (б) үлгілерінің 0,25 г/дл ерітіндісінің меншікті тұтқырлығы (η_{менш}), электрөткізгіштігі (χ_{менш} · 10⁻⁴ Ом⁻¹ · см⁻¹) және флокуляциялаушы мөлшері (ФМ, мг/л) мен флокуляциялаушы тиімділігінің (ФТ) макромолекула құрамындағы буындардың мольдік арақатынасына байланысты өзгеруі

Сол себепті макромолекула тізбегінің бойында 4-ВП*НСІ функционалды буындарының өсуі бастапқыда флокуляциялаушы мөлшерді (ФМ) азайтып, 1,0:1,0 мольдік арақатынасында ең кем флокуляциялаушы мөлшерге, ең жоғары флокуляциялаушы тиімділікке (ФТ) жеткізеді, тең болады. Ал макромолекула құрамында 4-ВП*НСІ буынының оңтайлы мольдік арақатынастан кейін одан әрі кеміп, ДЭАЭМА*НСІ функционалды буынының көбеюі флокуляциялаушы мөлшердің қайтадан біраз өсуін келтіріп шығарады. Өйткені 4-ВП*НСІ буынының құрамында функционалды топтың күштірек ионданушы қасиеті бар және диэтиламиноэтилметакрилат (ДЭАЭМА*НСІ) буынының функционалды тобының құрамында сазды гидродисперсияның теріс зарядты майда бөлшектерімен әрекеттесуге ыңғайлы орналасқан белсенді оң зарядты амин ($-N<$) және оксо ($=O$) бөліктердің болуы, оңтайлы мольдік арақатынаста ең жоғары флокуляциялаушы қабілетке ие.

Макромолекуласының құрамы теріс зарядты метакрил қышқылы (МАҚ) буынымен оң зарядты амин функционалды тобы бар диэтиламиноэтилметакрилаттан (ДЭАЭМА*НСІ) түзілген полиэлектролит үлгілерінің меншікті тұтқырлығы ($\eta_{менші}$) мен электрөткізгіштік ($\chi_{менші}$) қабілетінің өзгеруінде біршама айырмашылықтар болатындығы айқын байқалады. Яғни макромолекула тізбегінің бойында карбоксид функционалды буынының көбеюі бастапқыда меншікті тұтқырлықтың ($\eta_{менші}$) біраз азайғанымен 1,0:1,0 мольдік арақатынастан кейін меншікті тұтқырлықтың ($\eta_{менші}$) қайтадан өсуі орын алады (сурет 2,б). Ал меншікті электрөткізгіштіктің ($\chi_{менші}$) сандық мәні макромолекула тізбегінің бойында метакрил қышқылы (МАҚ) буынының көбеюімен бірте-бірте бірыңғай азаюын келтіріп шығарады. Бұл ерекшеліктер полиэлектролит макромолекуласының функционал топтарының мольдік арақатынасымен, заряд белгісімен, ионданушы қабілетімен байланысты. Байқалған өзгешеліктер полиэлектролит макромолекуласының құрамында бір уақыттың өзінде әр аттас зарядты функционал топтардың болуы себепті сазды гидродиспер-

сияның майда бөлшектерімен әрекеттесу үдерісінде антогонизм құбылысының орын алуына алып келеді. Соның салдарынан, сазды гидродисперсияның оптикалық тығыздығын (D) бірдей сандық мәнге жеткізуге қажетті полиэлектролиттің флокуляциялаушы мөлшері макромолекуланың құрамында метакрил қышқылы (МАҚ) буынының артуымен күрт өсе бастайды. Бірақ оңтайлы қажетті полиэлектролиттің флокуляциялаушы мөлшерінің қатысында оптикалық тығыздықтың (D) сандық мәні, яғни мөлдірлену дәрежесі метакрил қышқылы (МАҚ) буынының өсуіне аса тәуелді болмайды. Мұның себебі барлық зерттелген мольдік арақатынаста бұл түрдегі полиэлектролиттің сазды гидродисперсияның (СГД) теріс зарядты майда бөлшектерімен әрекеттесу механизмінің біркелкілігінен келіп шығады. Осындай ерекшеліктерді зерттелген полиэлектролиттердің қатысында сазды гидродисперсияның тұрақсыздану-флокуляциялану үдерісін қосылған концентрацияға қарап өзгеруін зерттегенде де айқын көруге болады (сурет-3,а)

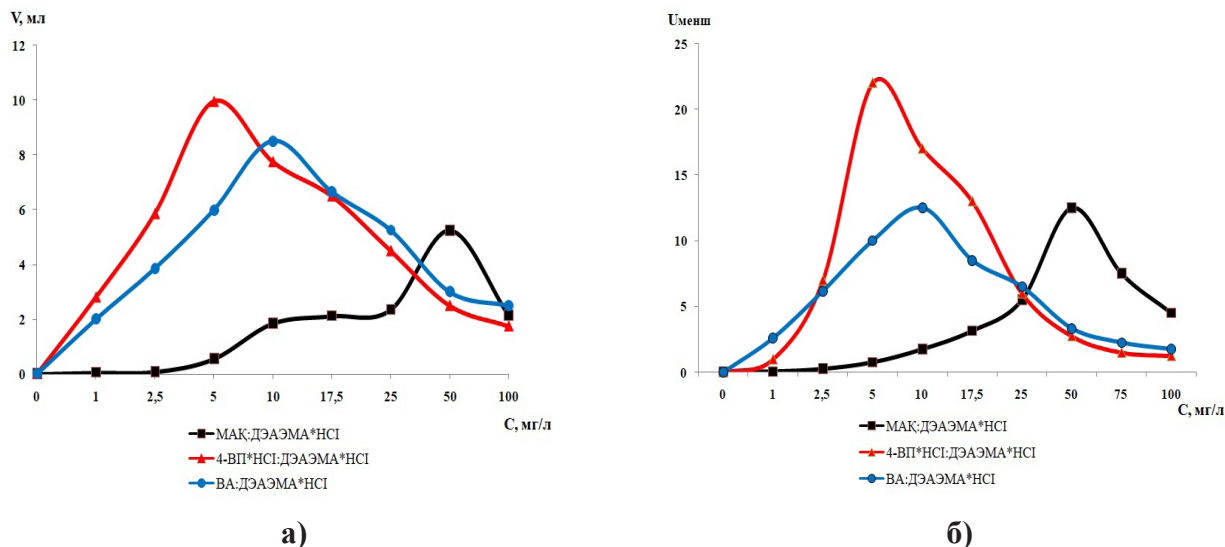
Негізінен полиэлектролиттердің жүйеге қосылған мөлшеріне қарап сазды гидродисперсияның оптикалық тығыздығының (D) өзгеруі бір-бірінен ерекшеленеді. Аталған сазды гидродисперсияның мөлдірлену дәрежесі қосылған полиэлектролиттердің макромолекуласы құрамындағы функционал топтарының түрлеріне, диссоциациялануына тәуелді түрде өзгереді. Макромолекуласының құрамында ионданбайтын ацетат, өте әлсіз ионданушы амид сондай-ақ теріс зарядты карбоксид функционалды және оң зарядты алифатты амин функционалды топтары болған (ВА:АА; МАҚ; ДЭАЭМА*НСІ) үлгілерінің 10 мг/л мөлшерінің қатысында да сазды гидродисперсияның оптикалық тығыздығы (D) 15 минут тұндырудан кейін де сәйкесінше 1,15 және 1,17 деңгейінде қалады. Ал макромолекуласының тізбегі амид және алифатты амин немесе ароматты амин және алифатты амин функционалды тобы бар буындардан құралған полиэлектролиттердің, тіпті 1,0-2,5 мг/л мөлшерінің әсерінде сазды гидродисперсияның мөлдірленуі 0,08-0,04-ке дей-



3 сурет – (а) Сазды гидродисперсияның оптикалық тығыздығының (D) қосылған полиэлектролит үлгілерінің мөлшерімен (мг/л), (б) бірдей мөлшердегі (мг/л) ерітіндісі қатысында тұндыру уақытына байланысты өзгеруі

ін түседі (сурет-3,б). Зерттелген полиэлектролит үлгілерінің қатысындағы сазды гидродисперсияның оптикалық тығыздығының (D) өзгеруін сараптағанда макромолекуласының құрамы тек бірыңғай амин функционалды топтары бар буындардан тұратын полиэлектролиттің қосылған мөлшерінің өсуімен бастапқыда оптикалық тығыздық (D) күрт төмендейді де одан соң оңтайлы мөлшерден кейін қайтадан біраз өсетіндігімен ерекшеленеді. Осы макромолекуласы тізбегінің бойында винилацетат пен алифатты амин функционалды буындары болған полиэлектролит үлгісінің қатысында зерттелген концентрация аралығында оңтайлы мөлшерден кейінде оптикалық тығыздықтың артуы айтарлықтай байқалмайды. Сазды гидродисперсия (СГД) тұрақтылығының өзгеру үдерісін оңтайлы мөлшердегі полиэлектролиттердің қатысында тұндыру уақытына қарап анықтағанда да олардың арасындағы тұрақсыздандырығыштық қабілетіндегі айырмашылықтардың барлығын анық көруге болады. Полиэлектролит макромолекуласы құрамы ионданбайтын ацетат және алифатты амин (BA:ДЭАЭМА*НСI) функционалды буындардан түзілген немесе ароматты амин мен алифатты амин (4-ВП*НСI:ДЭАЭМА*НСI)

функционалды топтары болған үлгілердің ең аз оңтайлы (1мг/л) мөлшерінің қатысында да сазды гидродисперсияның тұрақсыздану үдерісінің жедел жүретіндігі айқын байқалады. Оны сазды гидродисперсияның тұндыру уақыты 5-15 минут болғанның өзінде де оптикалық тығыздық (D) 0,15 және 0,11-ге түседі де, одан әрі 60 минутқа дейін жеткізгенде бұл өлшемнің сандық мәні 0,09-0,04 деңгейінде қалады (сурет-3,б). Полиэлектролит макромолекуласы функционал топтары ацетат, алифатты амин әсіресе оң зарядты ароматты амин және алифатты амин болып келетін полиэлектролиттердің жоғары тұрақсыздандырығыштық қабілет көрсетуі олардың құрамындағы ароматты амин және алифатты амин функционал топтарының белсенді бөлігінің теріс зарядты сазды гидродисперсия майда бөлшектерімен әрекеттесіп байланыс тұзу қолайлылығынан келіп шығады [15,18]. Бірақ макромолекуласы ионданбайтын ацетат және өте әлсіз ионданушы амид функционалды буындардан (BA:AA), сондай-ақ теріс зарядты карбоксид функционалды метакрил қышқылымен (МАҚ) және оң зарядты диэтиламиноэтилметакрилат буындарынан құралған (МАҚ:ДЭАЭМА*НСI) полиэлектролит үлгілерінің әсерінде сазды гидродис-



4 сурет – Сазды гидродисперсияның 15 минут тұндырудан кейінгі тұнба көлемі (V, мл) (а) мен меншікті фильтрлену жылдамдығының (U, мин/л) (б) қосылған полиэлектролит үлгілерінің концентрациясына байланысты өзгеруі

персияның оптикалық тығыздығы (D) 60 минут тұндыру уақытынан кейін де D-1,07 және 1,10 деңгейінен төмендемейтіндігін көру қиын емес (сурет-3,б). Оның себебі бұл түрдегі полиэлектролиттердің тұрақсыздандырушы-флокуляциялаушы қабілетінің әлсіздігінен келіп шығады.

Зерттелген полиэлектролиттердің қатысында сазды гидродисперсияның (СГД) тұрақсыздануының арасындағы айырмашылықтарды тұнба көлемі мен фильтрлену жылдамдығының өзгеруін анықтағанда да көрінеді. (4-сурет а,б).

Қосылған полиэлектролит үлгілерінің мөлшерінің артуымен тұнба көлемінің де фильтрлену жылдамдығының да бастапқыда өсіп баруы байқалса, белгілі концентрация аралығында бұл өлшемдердің ең жоғары сандық мәніне жетеді де одан әрі бірте-бірте кемитіні байқалады. Тұнба көлемі мен фильтрлену жылдамдығының ең жоғары сандық мәндері қосылған полиэлектролиттің функционал топтарының түрлері мен табиғатына өте тәуелді. Ең жоғары тұнба көлемі (V) мен фильтрлену жылдамдығы (U) 4-ВП*НСІ:ДЭАЭМА*НСІ буындары болған полиэлектролиттің қатысында байқалса, ең аз тұнба көлемі (V) мен фильтрлену жылдамдығы (U) метакрил қышқылымен (МАҚ) диэтиламиноэтилметакрилаттың

(ДЭАЭМА*НСІ) сополимерлеу арқылы алынған (МАҚ:ДЭАЭМА*НСІ) полиэлектролиттің әсерінде байқалады (4-сурет а,б). Ал ацетат және амид функционалды тобы бар үлгінің қатысында зерттелген концентрация аралығында тұнба көлемі (V) мен фильтрлену жылдамдығының (U) сандық мәндері бастапқы полиэлектролит қосылмағандағыдан айтарлықтай айырмашылыққа ие болмайды.

Сазды гидродисперсияның тұнба көлемі мен фильтрлену жылдамдығының полиэлектролиттер әсерінде өзгеруінің арасындағы ерекшеліктер макромолекула құрамындағы буындардың функционал топтарының дисперстік фазаның майда бөлшектерімен әрекеттесуші белсенді бөліктерінің орналасуы және иондану қабілеті, заряд белгісі арасындағы айырмашылықтардан келіп шығады.

Қорытынды

Тәжірибе нәтижелерін сараптау сазды гидродисперсияның тұрақтылығының өзгеруіне қосылған полиэлектролит үлгілерінің әсері макромолекуласы тізбегі ионданбайтын ацетат және өте әлсіз диссоциацияланушы оң зарядты амид (ВА:АА), макроионы теріс зарядты карбоксид және оң зарядты амин функционалды буындардан құралған (МАҚ:ДЭАЭМА*НСІ) әр аттас зарядты полиэлектролит үлгілеріне қарағанда сазды ги-

дродисперсияның теріс зарядты майда бөлшектерімен әрекеттесіп байланыс түзуге ыңғайлы орналасқан ацетат және алифатты амин (ВА:ДЭАЭМА*НСІ), әсіресе күшті ионданушы оң зарядты ароматты және алифатты амин (4-ВП*НСІ:ДЭАЭМА*НСІ) функционалды полиэлектролит үлгілерінің тұрақсыздандырушы-флокуляциялаушы қабілетінің барлық зерттелген мольдік арақатынаста жоғары болатындығын байқатты. Оған сазды гидродисперсияның оптикалық тығы-

здығының (D), тұнба көлемінің (V), фильтрлену жылдамдығының (U) қосылған полиэлектролит макромолекуласы құрамындағы функционалды буындарының мольдік арақатынасымен ерекшеленуші үлгілердің, бірдей концентрациялы ерітіндісінің, сондай-ақ оңтайлы мольдік арақатынаста алынған полиэлектролит үлгілерінің әртүрлі концентрациясының әсеріндегі өзгеруі дәлел.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Кузкин С.Ф., Небера В.П. Синтетические флокулянты в процессах обезвоживания. – М.: Гостехиздат, 1963. – С.43-47.
2. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод. – М., 2005. – 576 с.
3. Герасимов Г.Н. Процессы коагуляции-флокуляции при обработке поверхностных вод. ВСТ// Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – №3. – С. 26.
4. Гетманцев С.В., Нечаев И.А., Гандурина Л.В. Очистка промышленных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. – М., 2008. – 272 с.
5. Tripathy T., De B. R. Flocculation: a new way to treat the waste water // J. Phys. Sci. – 2006. – V. 10. – P. 93-127.
6. Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. – Л.: Химия, 1987. – 132 с.
7. Гончарук В.В., Дешко И.И., Герасименко Н.Г., Баран А.А., Соломенцева И.М., Сотскова Т.З., Ярошевская Н.В. Коагуляция, флокуляция, флотации и фильтрование в технологии водоподготовки //Химия и технология воды. – 1998. – 20. – №1. – С.19.
8. Myagchenkov V., Proskurina V., Polushina A., Gabdullina L. Kinetic aspects of flocculation of bentonite clay in the presence of anionic and cationic acrylamide copolymers. //Russian Journal of Applied Chemistry. – V. 83. – N5. – 2010.– P. 878-884.
9. Гончарук В.В., Соломенцева И.М. Коллоидно-химические основы совместного использования коагулянтов и флокулянтов в процессах водоподготовки // Вода: экология и технология: Тезисы / 1U Международный конгресс. – М., 2000. – С. 326.
10. Берлин Ад. А., Кисленко В.Н., Молдованов М.А., Берлин Ар. А. Эмпирическая математическая модель кинетики флокуляции суспензий // Химия и технология воды. – 1992. – 14. – №4. – С. 243.
11. Качалова Г.С. Использование современных коагулянтов и флокулянтов в процессе коагулирования сточных вод // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – № 2. – 2018. – 23-27 С.
12. Асанов А.А., Нуриллина В.Р., Ахмедов К.С. Флокулирующее действие водорастворимых полиэлектролитов на основе 2-метил-5-винилпиридина метакриловой кислоты и ее амида // Доклад Академии Наук Республики Узбекистан. – 1995. – № 9-10. – С.29-31.
13. А.А. Асанов, А. Базарханқызы. Суда еритін полимерлердің функционал топтарының құрамы мен түрлерінің топырақты құрылымдаушы қабілетіне әсері // 2nd International Scientific Conference “Theoretical and Applied Sciences in the USA”. – Нью-Йорк, США. 2015 г. – С. 237-246.

14. Асанов А.А. Математические методы определения экономической, экологической эффективности высокомолекулярных соединений структурообразователей почв // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Математическая наука и ее вклад в развитие прикладных научных исследований». – Тараз . – 2010. – С. 76.
15. Асанов А.А., Хаджиков А.П. Функционал топтарының табиғаты, арақатынасы, заряд белгісімен ерекшеленуші полиэлектролиттердің бентонит гидродисперсиясының флокуляциялануына әсері // European Conference on Innovations in Thechnical and Natural Scinces. 10th International scientific conference. 02nd February 2016. Вена, Австрия. – С. 144-152.
16. Проскурина В. Е., Мягченков В. А. Синергизм действия ионогенных сополимеров акриламида и электролита (NaCl) при флокуляции охры в режиме нестесненного оседания // Журнал прикладной химии. – 2000. – Т.73. – №6. – С. 1007-1010.
17. Asanov A.A., Matniyazova G.K. Flocculation of Industril Water in the Presence of Carboxide-Amide containing polyelectrolytes // World Appled Sciences Journal 25(10); 2013. – P. 1482-1484.
18. AsanovA.A., Matniyazova G.K. Flocculation of natural turbid water by amide-, carboxyl-oramine- containing polyelectrolytes // Journal of water chemistry and technology. Volume 35. – № 3. 2013. – p. 139-143.

ӘОЖ 502.7; 658.567
МРНТИ 87.35.02

ЖАРЫҚТАНДЫРҒЫШ ЖАЯУЖОЛ ТАҚТАЙШАЛАРЫН ӨНДІРІСТІК ҚАЛДЫҚТАРДАН АЛУ МЕН ӨНДІРІСКЕ ЕНГІЗУ

АБДУХАЛИКОВА Ш.А., ДАРИХАНОВА А., АЗИХАНОВА Д.К.

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық Қазақ-Түрік университеті

Аңдатпа: Қазақстанның барлық өңірлерінде, Түркістан облысын қоса алғанда, бұл халық санының өсуімен де, қажетті деңгейде экологиялық мәдениеттің жоқтығымен де байланысты, статистикалық деректерге сәйкес полигондарға залалсыздандыруға және сақтауға жіберілетін қатты тұрмыстық қалдықтардың көлемі жыл сайын артуда.

Елімізде қазіргі уақытта жинақталған қатты тұрмыстық қалдықтардың жалпы көлемі статистикалық деректерге сүйенсек 100 млн тоннаны құрайды және жыл сайын 5-6 млн. тонна қатты тұрмыстық қалдықтар қалыптасады. 2025 жылға қарай бұл көрсеткіш 2 есеге дейін өсуі мүмкін. Проблеманы шешудің ең қолайлы нұсқасы – қалдықтарды қайта жинау, сұрыптау, қайта өңдеуді жүзеге асыратын кәсіпорындар мен өнеркәсіптің жаңа саласын дамытуды үйрену.

Ащысай полиметалл комбинатының ашық жатқан қатты қалдықтары мен ЖШС «СКЗ-У» күкірт зауытының күкірт – перлитті қалдықтарынан беріктілігі жоғары өздігінен жарық шығаратын жаяу жол тақтайшалары алынды және өндіріске енгізілді.

Алынған жаңа тауарлық өнімдер жылу сақтағыштық, жоғары беріктілік, суға төзімділік қасиеттерімен ерекшеленеді.

Түйінді сөздер: тұрмыстық-өндірістік қалдықтар, утилизация, рециклинг, люминофор, өздігінен жарық шығаратын жаяу жол тақташалары, экологиялық-экономикалық тиімділік

PRODUCTION OF LUMINOUS TILES FROM INDUSTRIAL WASTE AND THEIR IMPLEMENTATION IN PRODUCTION

Abstract: The analysis of statistical data indicates that in all regions of Kazakhstan, including the Turkestan region, the volumes of municipal solid waste (MSW) allocated for disposal and storage in the landfill are growing from year to year. This is largely due to both the increase in population and the lack of environmental culture at the right level.

According to statistics, at present, the total volume of solid waste accumulated is hundreds of million tons, with about 5-6 million tons of solid waste being generated annually. By 2025, this figure can grow up to 2 times. The most acceptable solution to the problem is to learn how to recycle waste (recycle it) and develop a new industry.

High-strength self-luminous paving slabs from sulfur-perlite wastes of the sulfuric plant SKZ-U LLP and solid wastes of the Ashisay polymetallic plant were obtained and commissioned.

The new products that have been obtained are characterized by high thermal insulation, high strength and water resistant properties.

Key words: household-industrial waste, recycling, recycling, phosphor, luminous pavers, environmental - economic efficiency

ПРОИЗВОДСТВО СВЕТАЩЕЙСЯ ПЛИТКИ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ И ИХ ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО

Аннотация: Анализ статистических данных показывает, что во всех регионах Казахстана, включая Туркестанский регион, объемы твердых бытовых отходов (ТБО), выделяемых на захоронение и хранение на полигоне, растут из года в год.

Во многом это связано как с ростом населения, так и с отсутствием экологической культуры на должном уровне.

Согласно статистическим данным, в настоящее время общий объем накопленных твердых отходов составляет сотни миллионов тонн, причем ежегодно образуется около 5-6 миллионов тонн твердых отходов. К 2025 году эта цифра может вырасти в 2 раза. Наиболее приемлемое решение этой проблемы – научиться перерабатывать отходы (перерабатывать их) и развивать новую отрасль. Были получены и введены в эксплуатацию высокопрочные самосветящиеся тротуарные плитки из серно-перлитовых отходов серного завода ТОО «СКЗ-У» и твердых отходов Ащисайского полиметаллического завода.

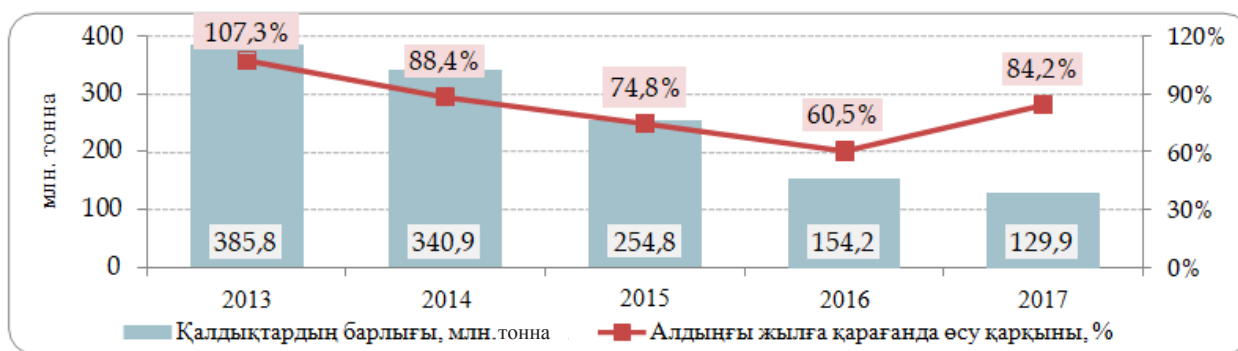
Полученные новые продукты характеризуются высокой теплоизоляцией, высокой прочностью и водостойкостью.

Ключевые слова: промышленно-бытовые отходы, утилизация, переработка, люминофор, светоукладчики, эколого-экономическая эффективность

Қазіргі уақытта көптеген елдерде жаңа технологияларды қолдану және сауатты заңнамалық база барлық түзілетін қалдықтардың кемінде 90% қайта өңдеу үшін жағдай жасады. Бірақ бұл мәліметтер ТҚҚ мен өндірістік қалдықтардың негізгі бөлігі полигондарда, арнайы қоймаларда, көптеген қоқыс тастайтын жерлерде жиналатын Ресей мен біздің елді қоса алғанда, ТМД елдеріне сәйкес келмейді. Мысалы, Ресейде тек ТҚҚ полигондарында 100 млрд. т. қалдық жинақталған, Қазақстанда шамамен 100млн.т. Егер Ресейде полигондарға шамамен 85% қалдықтар жіберілсе, онда Қазақстанда полигондар мен ұйымдастырылмаған қоқыс тастайтын жерлерде пайда болған қалдықтар-

дың барлық көлемінің 96-97%-ы жиналады. Жыл сайын Ресейде қоқыс саны шамамен 40 млн.тоннаға, Қазақстанда 5-6 млн. тоннаға ұлғаяды. 2015 жылға дейін қалдықтардың шамамен 5%-ы қайта өңдеуден өтті[1-3]. Соңғы 5 жылда қайта өңделетін қалдықтардың көлемі 8-10% артты (1 сурет).

2013-2016 жж. республиканың тұрақты жан басына шаққандағы тұрмыстық қалдықтардың түзілу мөлшерінің азаю тенденциясы байқалды (2 сурет). Ал 2017 жылы елімізде бір адамға 168,7кг тұрмыстық қалдық келетін, бұл 2016 жылдың деңгейінен 4,7% жоғары, дегенмен 2013 жылдың көрсеткішінен 20,8% төмен[4].



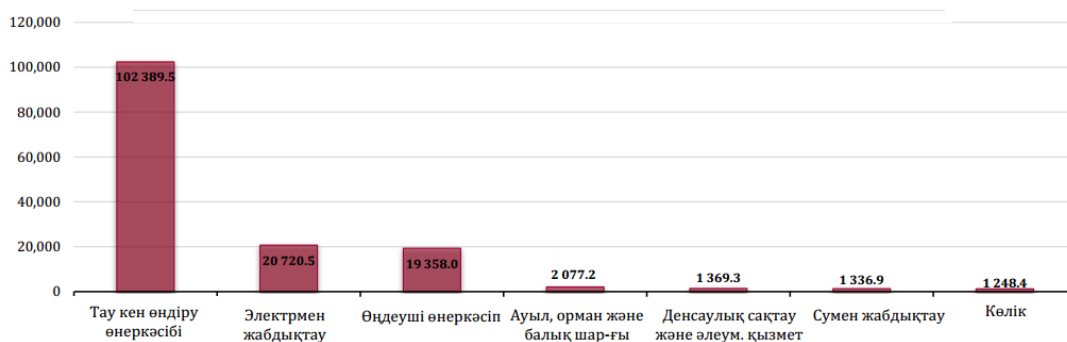
1 сурет – Қалдық көлемінің жылдық түзілу көрсеткіші



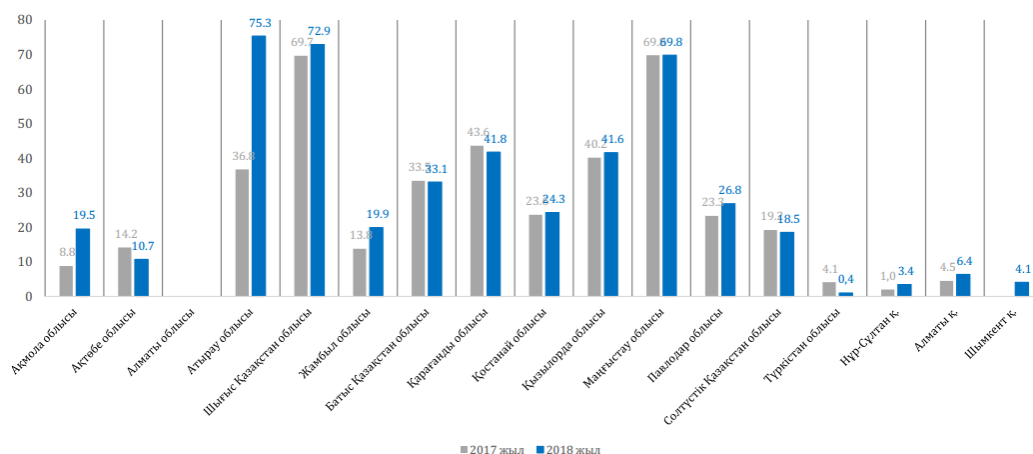
2 сурет – Адам басына шаққандағы коммуналды қалдықтардың көрсеткіші

Статистикалық деректерге сүйенсек елімізде шамамен 22 млрд. тонна қалдық жинақталған. Жыл сайын 400 млн.тоннаға дейін өнеркәсіптік қалдықтар және 20 млн. дейін тұрмыстық қалдықтар пайда болады. Сонымен қатар уран өндіретін, тау-кен және қайта өңдейтін өнеркәсіптердің, сондай-ақ радиоизотопты өнімдерді қолданатын кәсіпорындардың радиоактивті қалдықтары шамамен 237 млн. тоннаны құрайды (3 сурет). Улы өндірістік қатты қалдықтардың жалпы

көлемі түсті металлургия өнеркәсіптерінде жинақталған. Елімізде уытты қалдықтардың түзілуінің жылдық көлемі шамамен 84,4 млн. тоннаны құрайды, оның 63%-ы түсті металлургия қалдықтары. 2018 ж өңделген және пайдаға асырылған өнеркәсіп қалдықтарының үлесі 32,2%-ды құрады. 2019 жылы өндірістік қалдықтарды өңдеу мен кәдеге жарату үлесін 34%-ға дейін, ТҚҚ 14%-ға дейін жеткізу жоспарлануда (4 сурет) [5].



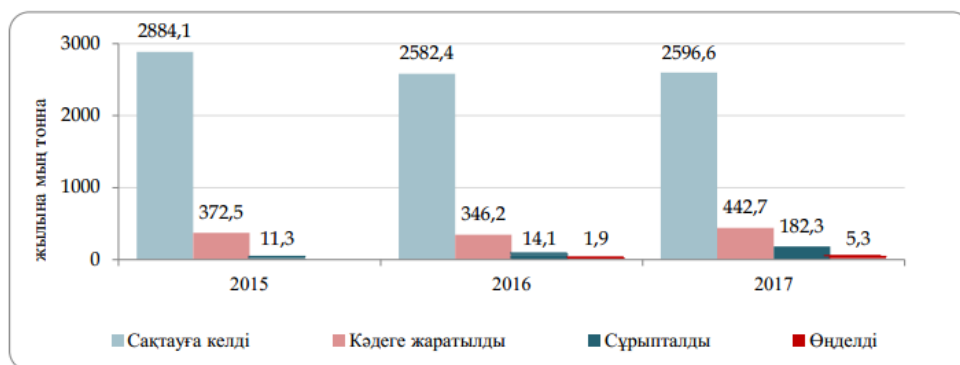
3 сурет – ҚР бойынша 2018 жылғы қауіпті қалдықтарды жинақтайтын негізгі салалар, мың т/жыл



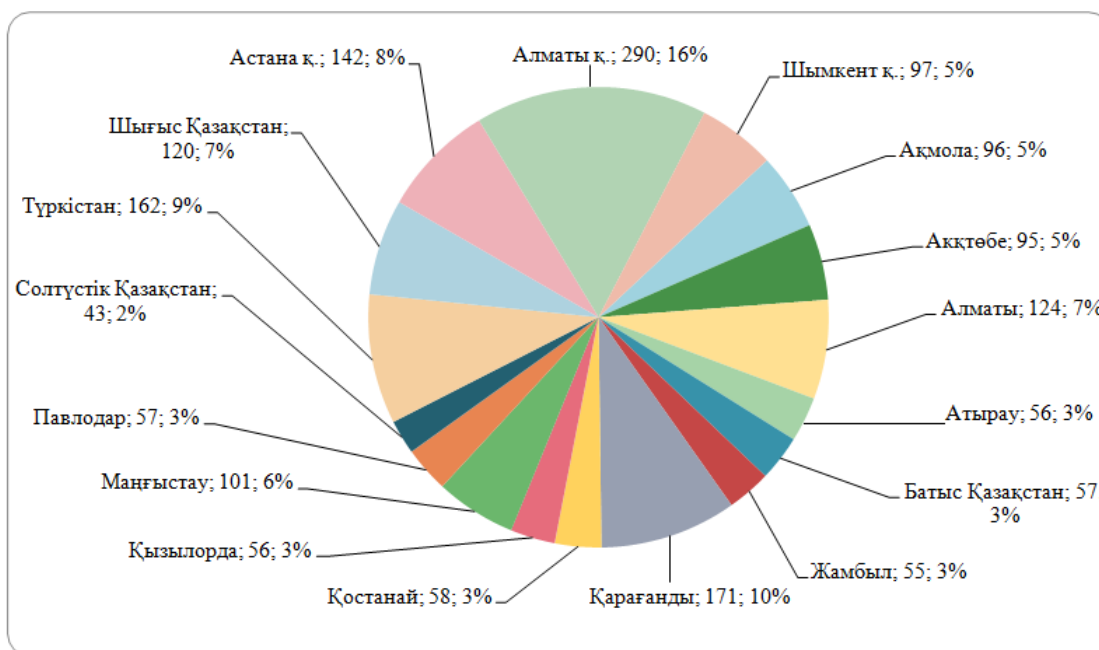
4 сурет – 2017-2018 жыл қалалардағы өндірістік және тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу және пайдаға асыру үлесі, %

Қазіргі таңда Қазақстанда барлық елді мекендерде, әсіресе ірі қалаларда коммуналдық және басқа да өндірістік қалдықтардың өсіп келе жатқан көлемін жинау, сақтау және қайта өңдеу проблемасы өткір түр [6-7]. Бүгінгі таңда қалдықтармен жұмыс істедің негізгі әдісі полигондарға қалдықтарды орналастыру болып табылады. Бұл ретте елдегі полигондар мен қоқыс тастайтын жерлердің 97%-ы нормативтік талаптарға сәйкес келмейді. Қазақстанның "жасыл" экономикаға көшуі жөніндегі Тұжырымдамаға сәйкес қалдықтарды қайта өңдеу 2030 жылға қарай 40 %-ға дейін, ал 2050 жылға қарай 50%-ды құрауы тиіс [8]. Проблеманы шешудің ең қолайлы нұсқасы – қалдықтарды қайта жи-

нау, сұрыптау, қайта өңдеуді жүзеге асыратын кәсіпорындар мен өнеркәсіптің жаңа саласын дамытуды үйрену (5 сурет). Алайда, бұл жолда көптеген мәселелер бар, оларды тиімді шешу оңай емес. Көптеген елдерде алғашқыда ТҚҚ проблемасын шешу оларды жою-көму немесе өртеу басым болды, бірақ қоршаған ортаның ластану деңгейін арттыруына байланысты, қалдықтарды жоюдың экологиялық неғұрлым қолайлы шаралары – оларды сұрыптау және қайта пайдалану, яғни рециклинг бірінші орынға шықты (6 сурет) [9-10]. Осыған орай соңғы жылдары елімізде қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеп, тиімді пайдаланудың жаңа бағыттары қолданыс табауда.



5 сурет – Сұрыптауға, кәдеге жаратуға, қайта өңдеуге және сақтауға келіп түскен қалдықтардың көлемі, мың т/жыл



6 сурет – 2018 ж қалалар бойынша қалдықтарды жинаумен, өңдеумен және пайдаға асырумен айналысатын кәсіпорындардың үлесі (бірлік, %-бен үлесі)

Қазақстанның барлық қалалары үшін өндіріс және тұтыну қалдықтарын қайта өңдеу, сұрыптау, кәдеге жарату проблемасы өте маңызды, соның ішінде Түркістан қаласында да бұл мәселе өзекті. Мысалы, Жаңақорған ауданында ЖШС «СКЗ-У» мекемесіндегі күкірт қышқылын алу барысында шығатын сүзбелік қалдығы мен Ащысай полиметалл комбинатының ашық жатқан клинкерлі қал-

дықтары орналасқан. ЖШС «СКЗ-У» зауытынан күніне шығатын қалдықтың көлемі орта есеппен төрт тоннаны құрайды (1 кесте). Байыту фабрикасының қалдықтары ~5 млн. тонна, оның құрамында мынадай бағалы компоненттер бар, масс. %: Pb - 0,05, Zn-0,98, BaSO₄ -2,2, FeS₂ -3,4, S_{жалпы} -1,8, Ag - 0,76, Fe₂O₃ -30,4, Fe_{жалпы} - 22,8 [11-12].

1 кесте – Сүзгілі қалдықтың құрамындағы негізгі құрауыштар

Өнім атауы	Жалпы (химиялық) құрамы, %									
	қ.к.ш	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	S	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O
Қолданысқа дейінгі перлит	2,8	74,7	3,29	0,71	3,7	0,13	0,4	-	-	6,2
Сүзгілі қалдық	44,2	7,5	1,79	0,97	8,67	0,13	36,3	-	-	0,2

Қалдықтардың сандық және сапалық құрамы көрсеткендей, бұл қалдықтарды бірқатар құнды тауарлық өнімдер алу үшін қайталама шикізат ретінде пайдалануға болады.

Жұмыстың мақсаты Ащысай полиметалл комбинатының қалдықтары мен ЖШС «СКЗ-У» күкірт қышқыл зауытының күкірт-перлитті қалдықтарын және де тұрмыстық шыны қалдықтарын қайта өңдеу арқылы өздігінен жарық шығаратын қасиеті бар (люминофор) және қазақы нақыштағы ою-өрнектермен безендірілген сапалы, бәсекеге қабілетті жаяужол тақташаларын жасау.

Зерттеу әдістері

Люминесцентті жаяужол тақтайшасы – беті жарқыраған бояумен және де сыртқы ортаның жағымсыз әсерлерінен сақтайтын арнайы қабатпен қапталған. Бұл жаяужол тақтайшасының ерекшелігі:

- күндізгі уақытта күн сәулесінің ультракүлгін сәулелерін өз бойына жинақтайды, ал тәуліктің қараңғы уақытында өздігінен жарық шығарады.

- түнгі уақытта жарық ұзақтығы – 6-9 сағат, алғашқы 20 минутта максималды жарқырау;

- люминесцентті жаяужол тақтайшаларының жарық шығарғыш қасиеті – жаяужол тақтайшаларының жарамдылық мерзімі біткенше жойылмайды.

- тірі табиғи жүйелер үшін зияндылығы тимейтін заттар.

- ірі қалаларда түнгі жарық мәселесінде жұмсалатын көптеген электр қуатының шығынын төмендетуге мүмкіндік туғызады.

Жаяужол тақтайшаларын өндірудің екі түрлі әдісі бар: вибропрестеу және виброқұю. Күкірт қышқылы зауытының қалдықтары негізінде жасалатын құрылыс материалдарын оңтайлы әрі тиімді жасау виброқұю әдістемесі арқылы жүргізіледі [13-14].

Жаяужол тақтайшаларының өндіруді виброқұю арқылы жасаудың өзіндік артықшылықтары бар:

- өндірілетін өнімнің үлкен ассортименті;
- өнімдердің жоғары беріктілігі мен сапасы.

Жаяужол тақтайшаларын дайындау процесі негізінен бірнеше кезеңдерден тұрады:

- 1) қалыптарды дайындау;
- 2) бетондық қоспаны дайындау;
- 3) бетонараластырғыш көмегімен араластыру;
- 4) виброүстелде қалыптау;

5) өнімді 1 тәулік аралығында қалыпта ұстау;

6) өнімді қалыптан түсіру;

7) қаптау және сақтау;

8) өнімнің беріктілігін анықтау.

Жаяужол тақтайшасына люминесцентті ұнтақты жағу әдісі:

1) бірінші қабат - грунтовка, люминесцентті ұнтақтың плита қоспасына сіңуіне жол бермейді;

2) екінші қабат (көп компонентті) – тез кептіретін силикон қосылысы, полимерлі шайыр немесе лак люминесцентті ұнтақпен (максималды фракция 15 микрон) және тиісінше 400/100/20 грамм қатынасында қажетті түсті пигментпен араластырылады;

3) үшінші қабат – тез кебетін мөлдір лак (төзімділігі жоғары).

Жаяужолдық тақтайшаларды алу үшін қолданылатын құрал-жабдықтар: арнайы жаяужол тақтайшаларына арналған әртүрлі формалы қалыптар, бетонараластырғыш, виброүстел, қоршама қалыптан алу үстелі, ИПС-МГ4 – бетонның беріктілігін өлшеу құралы [15-16].

Зерттеу нәтижелері

Жаяужол тақтайшаларын виброқұю әдісі арқылы өндіруде бетонға қосымша арнайы қоспалар қосылады, ол алынатын өнімнің сапасын, беріктілігін арттырады. Сонымен қатар әркелкі бояғыштарды құрылыс материалдарының құрамына қосу өнімнің тауарлық тартымдылығын, жағымдылығын жоғарылатады. ГОСТ 17608-91 «Жаяужол

бетонды тақтайшалар» әдістемесі бойынша алынатын жаяужол тақтайшаларына физикалық-химиялық қасиеттеріне жоғары талаптар қойылған: мысалы, аязға тұрақтылығы – 200 циклден кем емес, беріктілігі – 45 МПа кем емес, ылғал сіңіруі – 3%-ға дейін, уағылғыштығы – 0,5 г/см көрсеткішіне дейін болады.

2 кесте – Алынған жаяужол тақтайшалардың құрамы келтірілген

Компонент	Массалық үлесі, %
Күкірт қышқылы өндірісінің күкіртперлитті құрамды қалдығы мен клинкерлі қалдық	22,0
Құрылыстық құм	20,5
Портландцемент	26,0
Пластификатор С-3	0,31
Қиыршық тас	23,0
Пигмент	2,4
Люминофор	50гр
Су	қалғаны
Барлығы	100

2-кестеде келтірілген эксперименталды мәліметтерге сәйкес, аталған композициялық құрамнан жасалған жаяужол тақтайшалары өзінің физикалық-механикалық қасиеттері бойынша ГОСТ 17608-91 сәйкес келеді, сығу кезінде жоғары механикалық беріктігімен ерекшеленеді.

Ұсынылып отырған технология бойынша алынған құрылыс бұйымдарының кейбір үлгілері 7-суретте көрсетілген.



7 сурет – Өндірістік қалдықтар негізінде алынған құрылыс бұйымдары

ГОСТ 17608-91 сәйкес Жаяужол тақтайша. «Жаяужол бетонды тақтайшалар. Техникалық шарт», сығу беріктілігі В35 маркасына сәйкес.

Қорытынды

Тұтыну және өндіріс қалдықтарын құрылыс индустриясында беріктілігі жоғары

жаяужол тақтайшалары мен жиектастарды алу үшін қолданудың тиімділігі көрсетілген. Өз кезегінде өндірістік қалдықтарды жою экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етеді және қалдықтарды қайталама шикізат ретінде ұтымды пайдалану мәселелерін шешеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Копылов М.Н., Копылов С.М. Забытые факты из истории международного экологического права: конференция ООН по сохранению и утилизации ресурсов 1949 г. (uncsur) // Евразийский юридический журнал. – 2013. – № 10 (65). – С. 251-265.
2. Гуман О.М. Эколого-геологические условия полигонов твердых бытовых отходов Среднего Урала//Дис. Докт. геолого-минералогических наук. – Екатеринбург, 2009. – 342 с.
3. Манохин М.В. Разработка оптимальной схемы обращения с твердыми бытовыми отходами и модели их транспортирования//Дисс.... канд. техн. наук. – Воронеж, 2016. – 142 с.
4. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2016 год. – Министерство энергетики РК. «Zakon.kz», 2017 г.
5. Ковалева Е.И. Мониторинг объектов размещения твердых бытовых отходов // VIII Международный экологический форум, 2008. – С. 176-178.
6. Атамекен. МИ-2018. Қатты тұрмыстық қалдықтарды кешенді басқару жүйесін ендіру.
7. Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» на 2013-2050 годы: [принят 17 мая 2013 года, приказ № 496].
8. Программа модернизации системы управления твердыми бытовыми отходами на 2014-2050 годы. Утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 09 июня 2014г. № 634.
9. Отчет по результатам маркетингового исследования. Внедрение комплексной системы управления твердо-бытовыми отходами в Республике Казахстан.
10. Шеина С.Г., Бабенко Л.Л., Неделько С.С., Кобалия Н.Б. Система управления твердыми бытовыми отходами с использованием ГИС технологий // Инженерный вестник Дона. – 2012. - № 4 (часть 2).
11. Изотов В.С., Соколова Ю.А. Химические добавки для модификации бетона. – М.: Изд-во «Палеотип», 2006. – 244 с.
12. Борков П.В., Мелконян В.Г. Эффективные строительные материалы на основе отходов деревопереработки и металлургической промышленности//Фундаментальные исследования. – №3. – 2014 г.
13. Попов Л.Н., Попов Н.Л. Строительные материалы и изделия: Учебник. – М, 2000. – 384 с.
14. Патент РФ RU2 377 209. Строительный раствор. Оpubл. 27.12.2009 бюл. № 36.
15. Патент РФ № 2150546. Состав для тротуарной плитки. опубл. 10.06.2000 г.
16. А.А. Джахановна, Д. Азиханова, Ш. Абдухаликова, А. Дариханова. Строительные материалы из техногенных отходов Южного региона Казахстана//Österreichisches Multiscience Journal. – Австрия 2019г.

УДК 5.502.14
МРНТИ 87.01.11

ЖҮК КӨТЕРГІШ МАШИНАЛАРДЫ ҚҰРЫЛЫС ӨНДІРІСІНДЕ ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕГІ ҚАУІПСІЗ ЖҰМЫСТЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

БЕРГЕНЕВА Н.С., СҮТЕМГЕН Ж.Т., ИСАНБЕКОВА А.Т.

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

Аңдатпа: Мақалада жүк көтергіш механизмдерді өндірісте пайдалану кезінде еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелеріне арналған. Құрылыстағы тиеу-түсіру кезіндегі жазатайым оқиғалардың себептері талданды. Қауіпсіздікті қамтамасыз ететін ТКТ-200 калодкалы тежегішінің жұмыс принципі көрсетілді. Болат арқан мен жебенің беріктігінің есебі жүргізілді. Жүк көтергіш механизмді автоматты қауіпсіздігі есептелді.

Түйінді сөздер: жүк көтергіш машиналар, машина жасау саласындағы қауіпсіздік, еңбек қауіпсіздігін ұйымдастыру, тиеу-түсіру жұмыстары

ENSURING SAFE OPERATION WHEN OPERATING LOAD-LIFTING MACHINES IN CONSTRUCTION PRODUCTION

Abstract: The article is devoted to the issues of labor safety during the operation of lifting mechanisms in production. The causes of accidents during loading and unloading in construction are analyzed. The principle of operation of the column brake TCT-200 providing safety is shown. The strength of the steel rope and boom was calculated. The automatic safety of the lifting mechanism is calculated.

Key words: Lifting machines, safety in the field of mechanical engineering, organization of labor safety, loading and unloading

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация: Статья посвящена вопросам обеспечения безопасности труда при эксплуатации грузоподъемных механизмов на производстве. Проанализированы причины несчастных случаев при погрузке-разгрузке в строительстве. Показан принцип работы колодкового тормоза ТКТ-200, обеспечивающего безопасность. Проведен расчет прочности стального каната и стрелы. Рассчитана автоматическая безопасность грузоподъемного механизма.

Ключевые слова: грузоподъемные машины, безопасность в области машиностроения, организация безопасности труда, погрузочно-разгрузочные работы

Құрылыс және құрылыс материалдары мен бұйымдары өндірісінің барлық салаларын дамыту, сондай-ақ құрама конструктивтік элементтерді қолдану тиеу-түсіру және көлік жұмыстары көлемінің едәуір артуына әкеледі.

Құрылыс материалдарын, бұйымдары мен конструкцияларын тиеу, тасымалдау және түсіру еңбекті көп қажет ететін операциялар болып табылады, сондықтан осы процестерді орындау кезінде жұмысшылар санын көп қажет етеді. Жүк тиеу-түсіру және көлік

Жазатайым оқиғалардың себептерін талдау



1 сурет – Түсіру – тиеу жұмыстары кезіндегі жазатайым оқиғалардың себептерін талдау

жұмыстары көп еңбекті қажет етуден басқа өндірістік жаракаттанудың жоғары деңгейімен сипатталады.

Құрылыс өндірісіндегі жазатайым оқиғалардың себептерін талдау, олардың 22,1%-ы жүк көтергіш механизмдерді пайдалану талаптарының бұзылуынан; 16,8% – такелаждық құрылғылардың жетілмеуінен және жүктерді дұрыс ілмектеу салдарынан; 8,9% – жұмыс процестерін орындаудың дұрыс емес тәсілдерінен; 6,9%-жүктерді қоймалау нормалары мен ережелерінің бұзылуынан орын алатынын анықтауға мүмкіндік берді.

(1-сурет). Еңбек жағдайларының қауіпсіздігі жұмыс өндірісінің таңдалған тәсіліне, жұмыс ретін ұйымдастыруға және жұмыс процестеріне қатысатын машиналар мен механизмдер жиынтығын дұрыс пайдалануға байланысты. Жазатайым оқиғалар тиеу-түсіру жұмыстары кезінде өндірістік жаракаттану себептері, еңбекті нашар ұйымдастырудың немесе жүк көтергіш жабдықтың ақаулығының салдары ғана емес, сонымен қатар қауіпсіздік техникасының негізгі талаптарына немқұрайлы қараудың нәтижесі болып табылатынын көрсетеді.

Мұндай жұмыстағы жазатайым оқиғалардың болуының тағы бір себебі тиеу-түсіру процестерінде жеткілікті тәжірибесі мен өндірістік дағдылары жоқтығы немесе қажетті оқуы мен осы жұмыстарға рұқсаты болмауы, не төмен білікті жұмысшылардың жиі жұмыс істейтіндігіне байланысты. Сондықтан мұн-

дай жұмысшылар өздері орындайтын жұмыстардың күрделілігі мен ықтимал қауіптілігін барынша дұрыс сезінбейді.

Еңбекті ұйымдастырудың жолы: жүктің түріне, көлеміне және салмағына байланысты. Сондықтан олармен қауіпсіз жұмыс істеу үшін нақты шараларды алдын ала анықтау үшін жекелеген бөлшектердің, бұйымдардың, конструктивтік элементтердің және басқа да жүктердің соларға тән ерекшеліктерін тиімді зерделеу қажет.

Ең көп еңбекті керек ететін жұмыстар барынша механикаландырылуы тиіс. Жұмыстың механизациясын енгізу, әдетте, жаракаттанудың төмендеуіне ықпал етеді. Алайда жоғарыда келтірілген деректер тиеу-түсіру жұмыстарындағы механизмдерді пайдалану кезінде жаракаттанудың едәуір санын көрсетеді. Осыған орай еңбек өнімділігін арттыруға ғана емес, олардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталған жұмыс процестерін ұтымды ұйымдастыру қажеттілігі туындайды.

Талап етілетін жүк көтергіш құралдар мен еңбекті ұйымдастыру әдістері оларды қолдану кезінде жұмыстар өндірісінің жобасын немесе тиеу-түсіру және көлік операцияларының барлық кешеніне технологиялық карталарды әзірлеу әрбір кезеңге сай негізделеді. Осылайша қауіпсіз еңбек жағдайлары тиеу және түсіру жұмыстары бойынша жекелеген жұмыс процестерінің сипатымен, олардың айрықша ерекшеліктерімен, қай-

та тиелетін элементтердің барлық құрылымдық сипаттамаларын нақты ұсынғаннан кейін, бөлшектер мен элементтерді буып-түюге, ілмектеуге және тасымалдауға қойылатын талаптармен егжей-тегжейлі танысқаннан соң, ал кейде тасымалданатын материалдардың әртүрлі физика-механикалық және химиялық қасиеттерімен танысқаннан кейін ғана рұқсат беріледі.

Әрбір өндіріс өзінің қауіпті және зиянды өндірістік факторларының кешенімен қарастырылады. Құрылыс саласының бөлшектерін шығаратын өндірістік технологиялық процестердің, жұмыс тәсілдері мен қолданылатын жабдықтардың алуан түрлілігімен сипатталады. Құрылыс өндірісінде жұмыс көп еңбек сыйымдылығымен ерекшеленеді және өндірісте жұмыс кеңістігіне шаң, бу, газ, үлкен мөлшерде жылу бөлумен, сондай-ақ зиянды өндірістік шу мен дiрiлдiң пайда болуымен айқындалады.

Жұмыс істеушіге келесі қауіпті өндірістік факторлар әсер етуі мүмкін:

- қозғалатын немесе айналатын механизмдер;
- тасымалданатын жүктер;
- электр тізбегіндегі қауіпті кернеу.

Жүк көтергіш құрылғыларды пайдалану кезіндегі апаттар мен жазатайым оқиғалардың негізгі себептері мыналар болып табылады:

- арнайы оқудан өтпеген адамдарды кранды басқаруға жіберу;

- механизмдерде жүк көтеру биіктігін автоматты түрде әрекет ететін шектегіштердің болмауы;

- сапасыз жүк қармаушы және басқа да қосалқы құралдарды (траверстер, строптар, қысқыштар, контейнерлер және т.б.) және ыдысты пайдалану;

- жұмысшылардың өндірістік тәртіпті бұзуы (кранды өз бетінше қосу және басқару), техника қауіпсіздігі бойынша белгіленген және жұмысшыларға белгілі талаптарды орындамауы;

- механизмдер мен машиналарды дұрыс және қауіпсіз пайдалануды ұйымдастыруға техникалық қадағалаудың болмауы (кранды пайдалануға жауапты тұлғалардың болмауы);

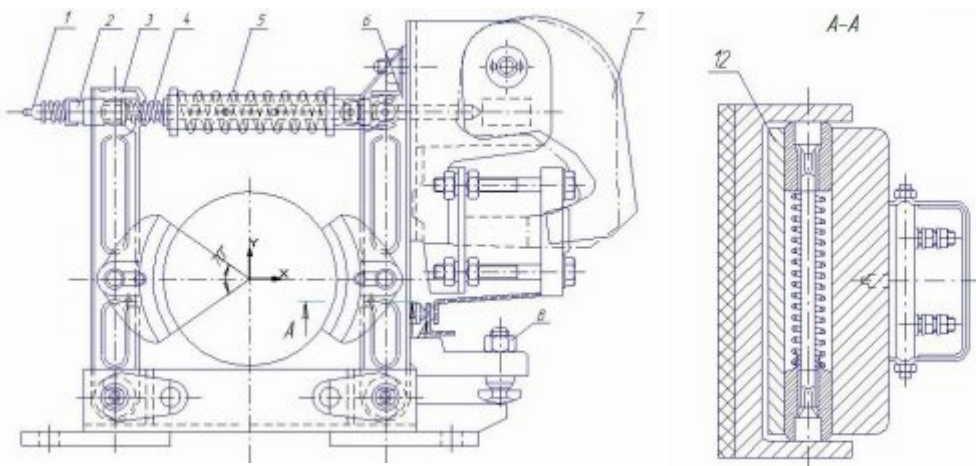
- тиеу-түсіру жұмыстарын нашар ұйымдастыру, бұйымдар мен материалдарды жүйесіз орналастыру, белгілі бір жұмыс өтетін жерлердің, қауіпті аймақтардың қоршауларының болмауы және т.б.

Жазатайым оқиғаларды талдау олардың көпшілігі жүктің сенімсіз бекітілуінен (басып алудан) орын алатынын көрсетеді, бұған жұмысшылардың тәжірибесі мен қауіпсіздік талаптарының бұзылуы аз дәрежеде әсер етеді.

Авариялар мен жазатайым оқиғалардың алдын алу үшін кранды жұмыс алдында және жұмыс соңында мұқият тексеріп алу қажет.

Кранды тексеру барысында:

- Кранның металл конструкциясымен жерлендіргіш элементтердің жанасып тұрмауын;



2 сурет – ТКТ-200 колодкалы тежегіші

– Кранның қуаттандырғышының қосқыштарының жағдайын;

– Жүк қармаушы құрылғылардың комплексті болуын;

– Техника қауіпсіздігі бойынша ескертпе қағаздардың болуы;

– Кранның техникалық жағдайын (кран бөлшектерінің бүтіндігін, сынбағандығын, тығыздығын, тұтастығының бұзылуы) тексеріледі.

Қауіпсіз берілген жүк көтергіш механизмнің құрылғыларының бірі ТКТ-200 калодкалы тежегіші (2-сурет). Бұл калодкалы тежегіште зәкірдің аз жүрісімен ерекшеленетін МО-Б типті электромагнит қолданылады. Ол рычагта орнатылады.

Болат арқанның есебі жүргізілді:

1. Арқанның түрі мен конструкциясы оның мақсатына байланысты таңдалады:

Жүк көтергіш механизмдерді жабдықтау үшін 6Х37 конструкциясы ТЛК-О типті иілгіш арқандар қолданылады.

2. Лебедканың тарту күші $S=1000$ кгк (килограмм күш) екенін ескере отырып, болат арқанның үзілу күші анықталды. Арқанның негізделуін және жұмыс режиміне байланысты беріктік коэффициентін $k=0.5$ деп таңдалды.

$$R=1000*5=5000 \text{ (кгк)}$$

3. Табылған үзілу күші бойынша арқанды таңдаймыз:

- арқан конструкциясы: 6х37;
- килограмм күштегі үзілу күші: 9050;
- беріктілік шегі 160 кгк/мм²;
- диаметр 13,5 мм.

Жебенің беріктігіне есептеу жүргізілді.

$$L=1800 \text{ мм};$$

$$P=1000 \text{ кг};$$

$$D=150 \text{ мм};$$

$$d=145 \text{ мм};$$

$$[\sigma]=160*10^5 \text{ (Н/м}^2\text{)}$$

$$\sigma_{\text{экв}}^{\text{max}} = \frac{N_{\text{сж}}^{\text{max}}}{F} + \frac{M_{\text{уз}}^{\text{max}}}{W_{\text{уз}}}$$

$$\frac{N_{\text{сж}}^{\text{max}}}{F} + \frac{M_{\text{уз}}^{\text{max}}}{W_{\text{уз}}} < [\sigma]$$

$$F = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}$$

Мұндағы, D мен d құбыр қимасының ең үлкен және ең кіші диаметрі;

$$M_{\text{уз}}^{\text{max}} = P * L$$

$$W_{\text{уз}} = 0.1 d^3 (1 - \alpha^4)$$

$$\alpha = \frac{d}{D}$$

$$M_{\text{уз}}^{\text{max}} = 1000 * 1.8 = 1800 \text{ (Нм)}$$

$$\alpha = \frac{0.145}{0.15} = 0.96$$

$$W_{\text{уз}} = 0.1 * 0.145^3 * (1 - 0.96^4) = 0.000012$$

$$\sigma_{\text{экв}}^{\text{max}} = \frac{1000 * 4}{3.14(0.15^2 - 0.145^2)} + \frac{1800}{0.000012} = 15863651 \text{ (Н/м}^2\text{)}$$

$$\approx 158 * 10^5 \text{ (Н/м}^2\text{)}$$

$\sigma_{\text{экв}}^{\text{max}} = 158 * 10^5 < [\sigma] = 160 * 10^5$ – шарты орындалды.

Құрылыс саласының бөлшектерін шығаратын кешенінде еңбек қауіпсіздігін ұйымдастыру барысында өндірістік жарақаттану мен кәсіби ауруларды төмендету үшін өндірісте еңбекті механикаландыруға көп көңіл бөлінуі тиіс. Бұл әсіресе ауыр физикалық еңбек күшін пайдаланылатын құю учаскелерінде өте маңызды.

Мұндай жағдайда құймалар мен формалардың орнын ауыстыру кезінде тиеу-түсіру жұмыстарын механикаландыру құралы ретінде электрлендірілген кранды пайдалану ұсынылды. Осы құрылғыны қолдану қызметкерлердің еңбегін едәуір жеңілдетуге мүмкіндік береді, сонымен қатар кәсіби аурулардың пайда болуының алдын алуға және өндірістік жарақаттануды төмендетуге бағытталған. Кранмен жүктерді көтеру және тасымалдау кезіндегі еңбек қауіпсіздігі оның конструктивтік ерекшеліктеріне және ережелер мен нормаларға сәйкестігіне байланысты. Осылайша дайындалатын материалдар мен бөлшектер, қосалқы құралдар беріктікке қатысты барлық тиісті техникалық шарттарға, стандарттарға, нормалар мен ережелерге сай болуы тиіс.

Қорытынды

Бұл мақала құрылыс өндірісінде қауіпсіздікті қамтамасыз ететін құрылғыларды жобалау және дұрыс қолдану қаншалықты маңызды екенін көрсетеді. Шеттік ажыратқышты қолдану жүк көтеру механизмінің тоқтауын қамтамасыз етеді, ол жоғары жағдайға жеткенде, арқанның үзілуін болдырмайды.

Жебе конструкциясының беріктігіне жүргізілген тексеру есебі кранның жұмысы кезінде қойылатын техникалық шарттарға сәйкес келетінін көрсетті. Дұрыс есептеу

және болат арқанды таңдау жүктің үзілуін болдырмауға септігін тигізеді. Сан түрлі жүк қармаушы құрылғыларды қолдану тасымалданатын жүкті сенімді бекітуге мүмкіндік береді. Аталған құрылғылар мен қауіпсіздік құралдарын пайдалану, жазатайым оқиғалардың санын азайтады. Сонымен қатар қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз ету жоспарында алдын алу тексерулерін, техникалық қызмет көрсету мен жөнделулерді уақтылы жүргізудің маңызы зор екенін түсіну қажет.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Грузоподъемные машины: Справочно-методическое пособие по организации складских и погрузочных работ / Проматомнадзор. – 4-е изд. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 139 с.
2. Грузоподъемные механизмы. – М.: НЦ ЭНАС, 2015. – 432 с.
3. Транспортно-технологические машины: методические указания / СибАДИ; сост. Ю.В. Ремизович. – Омск: СибАДИ, 2011. – 160 с.
4. Грузозахватные приспособления и тара: Учебное пособие/ М. Н. Хальфин [и др.]. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 144 с.
5. Типовая инструкция для наладчиков приборов безопасности грузоподъемных кранов. РД 10-208-98 . – Введ. С 28.05.1998 г. – СПб.: ДЕАН, 2001. – С.15.

УДК 544.632.2
МРНТИ 31.15.33

МОЛИБДЕН МЕН ГУМИНДІ ЗАТТАРДЫҢ МОДИФИКАЦИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ ЭЛЕКТРОДТЫ МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУ

БУГЕМБАЕВА А.К., ДӘУЛЕТБАЙ А., СЕРИКБАЕВ Б.А.,
БАДАВАМОВА Г.Л., КАМЫСБАЕВ Д.Х.

ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

Аңдатпа: Бұл жұмыста еліміздің Екібастұз елді мекенінің қоңыр көмір кен қалдықтарынан өндірілген гумин қышқылы мен молибдат ионы арасындағы әрекеттесу үдерісін зерттеу болып табылды. Кен орнынан алынған гуматтан гумин қышқылы синтездеп алынып, алынған гумин қышқылын молибдат ионының ерітіндісіне салынып, бір тәуліктен кейін қайта кептіріп, гумин қышқылы – молибдат жүйесі алынды.

Ион алмасу немесе кешенді қосылыс түзу гумин қышқылы-молибдат жүйесінде орын алуы ИҚ спектр жолақтарында жаңа жолақтардың пайда болуы және абсорбциялық жолақтардың өзгеруі ОН, С-Н және қос байланысы бар аймақтардың созылуы немесе деформациялануы болатындығын көрсетті. Бұл гумин қышқылының (ГК) мен молибдат иондарының әрекеттесуі иондық немесе электрон-донорлы комплекстену механизмі арқылы жүретіндігін анықтауға мүмкіндік берді.

Стационарлы шыны көміртек электроды пайдаланылды, оның беттігі әртүрлі қосылыстарымен түрлендіріліп, олардың электрохимиялық қасиеттері зерттелінді.

Гумин қышқылы – молибдат жүйесінің электрохимиялық зерттеу нәтижелері циклді вольтамперометриялық (ЦВА) талдау әдісі арқылы жүргізілді. Зерттеу нәтижелері гумин қышқылы мен молибдат иондарының арасында әрекеттесу болатындығын байқадық. Электрохимиялық зерттеулерде рН әсері де қарастырылды. Әрі электрод бетінде иммобилизацияланған молибден немесе молибденнің оксидті қосылыстарының электрохимиялық белсенділігі, ол түрлендірілген электрод арқылы электрокаталитикалық реакцияларды жүзеге асыруда қолдануға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: гумин қышқылы, молибдат иондары, модификацияланған электродтар, циклді вольтамперометрия

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИКАЦИИ МОЛИБДЕНА И ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация: Данная работа является изучением процесса взаимодействия между ионом молибдата и гуминовой кислоты, добытой из бурых угольных месторождений Экибастузского населенного пункта страны.

Из гумата, добытого с месторождения, синтезируется гуминовая кислота, которая после помещается в раствор иона молибдата, через сутки пересушивается и получается система гуминовой кислоты и молибдата.

Ионообмен или комплексное соединение показали, что появление новых полос в ИК-спектре и изменение абсорбционных полос обусловлено растягиванием или деформацией зон с двойными связями ОН и С-Н. Это позволило определить, что взаимодействие гуминовой кислоты (ГК) и ионов молибдата происходит через механизм ионной или электрон-донорской комплексации.

В стационарном стекле использовался углеродный электрод, на поверхности которого были преобразованы различные соединения и изучены их электрохимические свойства.

Результаты электрохимических исследований гуминовой кислоты-молибдатной системы проводились методом циклического вольтамперометрического (ЦВА) анализа. Результаты исследования показали наличие взаимодействия между ионами гуминовой кислоты и молибдата. В электрохимических исследованиях также рассматривался эффект pH. При этом электрохимическая активность оксидных соединений иммобилизованного молибдена или молибдена на поверхности электрода показывает возможность его применения в осуществлении электрокаталитических реакций посредством модифицированных электродов.

Ключевые слова: гуминовая кислота, ионы молибдата, модифицированные электроды, цикловая вольтамперометрия

EXTRACTION OF ELECTRODE MATERIALS BASED ON MODIFICATION OF MOLYBDENUM AND HUMIC SUBSTANCES

Abstract: *This work is a study of the interaction between the molybdenum Ion and humic acid extracted from the brown coal deposits of Ekibastuz region.*

From the humin extracted from the deposit, humic acid is synthesized, which is then placed in a solution of the molybdenum ion, after a day it is dried and a system of humic acid and molybdenum is obtained.

Ion exchange or complex coupling showed that the appearance of new bands in the IR spectrum and changes in absorption bands are caused by stretching or deformation of zones with double OH and C-H bonds. This allowed us to determine that the interaction of humic acid (HA) and molybdenum ions occurs through the mechanism of ion or electron-donor complexation.

In stationary glass, a carbon electrode was used, on the surface of which various compounds were transformed and their electrochemical properties were studied.

The results of electrochemical studies of the humic acid-molybdenum system were carried out by the method of cyclic voltammetric (CVA) analysis. The results of the study showed the presence of an interaction between humic acid and molybdate ions. The pH effect was also considered in electrochemical studies. In this case, the electrochemical activity of oxide compounds of immobilized molybdenum or molybdenum on the surface of the electrode shows the possibility of its application in the implementation of electrocatalytic reactions by means of modified electrodes.

Key words: *humic acid, molybdenum ions, modified electrodes, cyclic voltammetry*

Кіріспе

Гуминді заттар (ГЗ) – микроорганизмдер мен ортаның абиотикалық факторларының әсерінен өсімдік және жануарлар қалдықтарының ыдырауы кезінде қалыптасатын табиғи жоғары молекулалық қара қоңыр түсті органикалық қосылыстардың биодеструкциясына төзімді күрделі қоспалар [1]. ГЗ топырақ және су экожүйелерінің органикалық заттарының макрокомпоненті, сондай-ақ қатты жанғыш қазбалар болып табылады. ГЗ жіктелуі қышқылдар мен сілтілерде ерігіштіктің айырмашылықтарына негізделген [2]. Осы жіктемеге сәйкес ГЗ үш түрге бөлінеді:

Гуминді заттар – сілтілерде де, қышқылдарда да ерімейтін табиғи қалыптасқан қалдық;

Гумин қышқылдары (ГК) – сілтілерде еритін, ал қышқылдарда ерімейтін ГЗ фракциясы (pH < 2 кезінде);

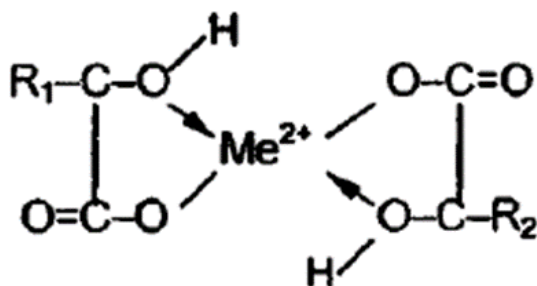
Фульвоқышқылдары (ФК) – сілтілерде де, қышқылдарда да еритін ГЗ фракциясы.

Гумин және фульвоқышқылдарын біртұтас жалпылама "гумус қышқылдары" деп атайды. Гумус қышқылдары экожүйелерде өтетін химиялық процестерге белсенді атсалысатын реакциялық қабілетке ие ГЗ-дың

негізгі бөлігі (компоненті) болып табылады [3].

ГҚ-ның құрамында әртүрлі (-COOH, -NH₂, -OH, -CHO, -SH, -NH- т.б.) функционалдық топтардың бар екендігі туралы көптеген ғалымдар өз еңбектерінде көрсеткен [4]. Сонымен қатар гумин қышқылдары ерекше беттік сипаттамаларға және кеуектілік қасиеттеріне ие, сондықтан да әркілі органикалық заттар мен бейорганикалық қосылыстарды адсорбциялауға, сіңіруге және селективті экстрагирлеуге қабілетті.

ГҚ-дары металл иондарымен берік кешенді қосылыстар түзуге бейім. Көптеген жағдайларда металл иондарымен тұйық бес немесе алты циклмен сипатталатын хелатты қосылыстар түзе алады [5].



Сирек элементтер, Cu [6], Fe(III) [7], Al(III), Pb(II), Ca(II), Mn(II), Mg(II), Fe(III) және өте аз мөлшердегі As(V), As(III) [8-13] т.б. көптеген металдар мен ГҚ-ның әрекеттесетіні туралы көптеген еңбектерде баяндалған.

Бұл зерттеу жұмысының мақсаты еліміздегі көмір кен өндірісінің қалдықтарынан алынған ГЗ-тан ГҚ синтездеп алу және алынған ГҚ-ның молибдат ионымен комплекс түзуінің физико-химиялық қасиеттерін, атап айтқанда, ИҚ және электрохимиялық қасиеттерін қарастыру болып табылады.

Тәжірибелік бөлім

Химиялық өңдеу үшін қолданылатын реагенттер және құрал-жабдықтар: Бидистілденген су, химиялық таза NaOH, H₂SO₄, HCl, 0.1 М Na₂SO₄, және 0.1 М Na₂MoO₄ тұздарының ерітіндісі, төмен кон-

центрлі молибдат ерітінділері алғашқы дайындалған стандартты ерітіндіні сұйылту арқылы дайындалынды (мысалы 10-8М, 10-7М т.б.); Спирт; Nafion 117 ерітіндісі (Sigma Aldrich), Байланыстырушы инертті химиялық тұрақты (концентрлі азот қышқылын қыздыруында тексерілген), 100°C-қа дейінгі температураға термиялық тұрақты және механикалық берік зат, әрі тоқ өткізгіш қасиетке ие полимерлі мембрана; электрод бетін өңдейтін алюминий (III) оксиді (ұнтақ күйінде 1мкм, 0,3мкм, 0,05мкм); мата «Buehler»; фильтр қағаздары; ИҚ-спектрометр (Фурь Spectrom 65) қондырғысы; Аналитикалық таразы (Pioneer PA214C, Ohaus); лабораториялық елгезер; Сapp bravo тамшуры (2-20мкл, 10-100мкл, 100-1000мкл); ультрадыбыстық ванна EMAG Ultrasonic cleaner Emmi 20 Eco, зертханалық келі-келсап (ступка); зертханалық елек (Natest BS 410-1, 100 mic).

Электрохимиялық зерттеулер Nova 1.10 программасымен жабдықталған Autolab құрылғысымен жүргізілді. Талдауға дейін көмекші және жұмысшы электролиттерінің құрамындағы еріген оттегін тазарту үшін аргон (Ar) газымен айдау жүргізіледі. Электрохимиялық зерттеулерге үш электродты ұяшық пайдаланылды, жұмысшы электроды ретінде шыны көміртекті электроды (ШКЭ) (d = 3 мм, l = 5 см) және әркелкі қосылыстармен (нафион, нафион+ГҚ, нафион+ГҚ+молибдат) түрлендірілген ШКЭ, салыстырмалы электрод ретінде күміс хлоридті электроды (КХЭ), (потенциалы E = 0,22 В, T = 25°C кезінде, қателігі ± 0,2 мВ), ал көмекші электрод ретінде шыны көміртекті (d = 5 мм, l = 5 см) электродтар пайдаланылды. Жасалған зерттеулер әртүрлі потенциал берілу жылдамдықтарында жүргізілді (v=0.1v/s; 0.05v/s; 0.025v/s; 1v/s). Бүкіл үдерістер бөлме температурасында (T = 25°C ± 2°C) алынды. 0.1 М Na₂SO₄ ерітіндісі көмекші (фондық) электролит ерітіндісі ретінде қолданылды. Электролит ерітінділерінің рН ортасы NaOH және H₂SO₄ ерітінділерімен сәйкестендірілді.

Гумин қышқылын алу

Еліміздің көмір кен орнынан алынған натрий гуматынан 40 грамм алынып, оны 0,1 н 100 мл HCl ерітіндісімен 30 минут бойы магнитті араластырғышта араластырылды. Араласқан ерітінді центрифугада 30 минут бойы айналдырылып, тұнба мен сұйықтық бір-бірінен бөліп алынады. Сұйықтыққа гумат құрамындағы тұздар мен карбоксигидраттар бөлініп кетеді.

Бөліп алынған қоймалжың үлгімен тәжірибе ары қарай жалғастырылды. Қоймалжың үлгінің рН-ы 7,79 тең болды. Қоймалжың үлгіден гумин қышқылын бөліп алу үшін, оны магнитті араластырғыштың көмегімен 0,1н NaOH ерітіндісімен араластыра отырып рН-ын 12,5 келтірілді.

рН-ы 12,5 тең ерітінді құрамындағы еріген оттегі газын ығыстыру үшін оны азот газымен 20 минут бойы бұрқылдатады. Азот газын жіберіп болған соң стаканның беті бірден жабылып, 24 сағатқа бақылауға қалдырылды.

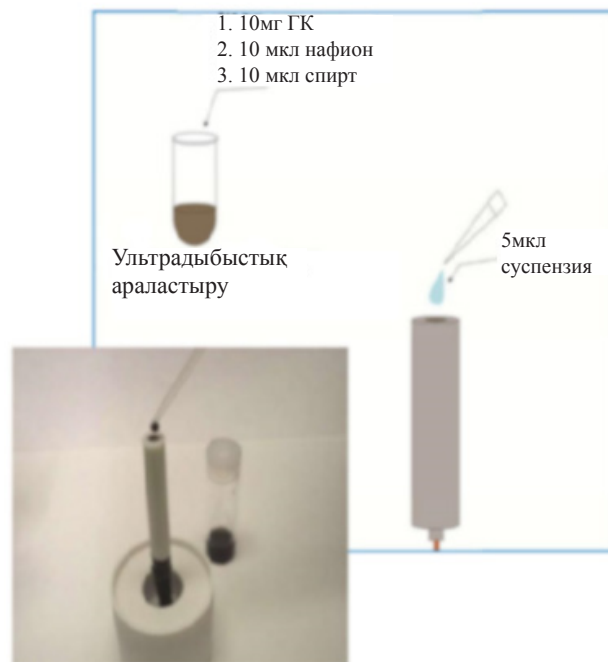
24 сағат өткеннен кейін, қалдырылған ерітіндіні 20 мин центрифугада айналдырылып, тұнба мен сұйықтық бөлініп алынды. Сұйықтық бір стаканға жинақталып, осы сұйық ерітіндінің рН-ы 1,5 болғанша 0.1 М тұз қышқылы ерітіндісі құйылады.

рН-ы 1,5 келтірілген ерітіндіге 20 минут бойы азот газы жіберілді. Азот газын жіберіп болған соң, ерітіндінің бетін жауып 20 сағатқа бақылауға қалдырылды.

Бақылауға қалдырылған ерітіндіні 20 сағаттан кейін центрифугада айналдыру арқылы тұнба мен сұйықтық бір-бірінен бөлініп алынады. Бөліп алынған тұнбаның массасы тұрақты болғанша, муфель пешінде кептіріледі.

Түрлендірілген электродтарды алу

Жұмысшы электрод ретінде 4 түрлі электрод пайдаланылады. Оларды үдеріске дайындау келесідей. ШКЭ-ын қолданар алдында тазалаудан өткізіледі, ол үшін ұнтақ күйіндегі Al_2O_3 суспензиясына сегіз пішінді қалыптастыра отырып үйкелейміз, келесіде әбден шаймалап жүннен жасалған матада үйкелейміз, сосын сүзгі қағазында үйкелеп



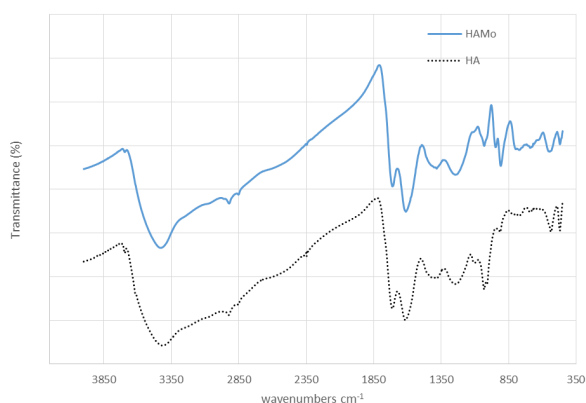
1 сурет – ШКЭ электродын әртүрлі қосылыстармен түрлендіру

бидистеленген сумен шайып, кептіреміз. Түрлендірілген электродтар келесі тәртіппен дайындалады. Синтезделген ГҚ 1г мөлшері 10 мл 0.1 М Na_2MoO_4 тұздарының ерітіндісіне салынып бір тәулікке қалдырылады. Келесі күні алынған кешенді қосылысты 3 рет бидистілденген сумен шаймалап муфельді пеште тұрақты массаға келгенше кептіріледі. Кептіріліп алынған ГҚ мен ГҚ+молибдат кешенді қосылыстарын зертханалық келіде ұнтақтап, бірдей өлшемді ұнтақтарды алу мақсатында 100мкм-лік зертханалық електен өткізіледі. Електен өткізілген ұнтақтың 10мг-ын 10мкл нафион мен 10мкл спирт ерітіндісіне салынып, ультрадыбыс қондырғысының көмегімен гомогенді суспензиялық ерітінді түзгенге дейін араластырылады. Араластырылған ерітінділерден тамшуыр көмегімен 5мкл алынып, тазалаудан өткен ШКЭ-ның бетіне тамызылады (1-сурет). Электрод бетіне тамызылған ерітінді 10 минут бойы табиғи кебуге қалдырылады.

Алынған нәтижелер және оларды талдау

ГҚ мен ГҚ-молибдат қосылыстарының ИҚ талдауы

Еліміздің көмір кен орындарынан алынған ГЗ-дан синтездеп алынған ГҚ -ның және ГҚ-молибдат кешенді қосылыстарының ИҚ спектр талдау нәтижелері алынды (2-сурет). Синтездеп алынған ГҚ -ның спектр талдау нәтижелері әдеби мәндермен негізінен бірдей. Аздаған айырмашылықтар жергілікті орынның табиғатына байланысты болса керек. Негізінен ГҚ құрамындағы функционалдық топтар иондармен (катион не анион) әрекетке түседі. 2-суретте ГҚ және ГҚ-молибдат қосылыстарының ИҚ спектрі келтірілген. 3000-3500 cm^{-1} аймағында ГҚ спектрінің шыңы биік, әрі өте кең жолақты болып, шамамен 3420 cm^{-1} орналасқан. Бұл жолақ сумен байланысқан ОН созылуына және НА құрылымындағы кейбір ОН топтарына, 1720 cm^{-1} орналасқан диапазон карбон қышқылдарының $\text{C}=\text{O}$ тобының созылымына, сонымен қатар 1615 cm^{-1} және 1400 cm^{-1} аймақ аралығы асимметриялық және симметриялы ($\text{COO}-$) топтарының созылуына және 1300-1240 аймақ аралығы ОН топтарына жауап береді. 1100-1030 cm^{-1} біріншілік спирттерге, 915-905 cm^{-1} ($\text{HRC}=\text{CH}_2$) байланыстарына, 770-690 cm^{-1} $\text{C}-\text{H}$ байланысына тән. ГҚ-молибдат қосылысының ИҚ спектрінде соңғы аталған үш түрлі созылықы аймақтың тепе-теңдік ығысуы байқалады.



2 сурет – ГҚ және ГҚ-молибдат қосылыстарының ИҚ спектрі

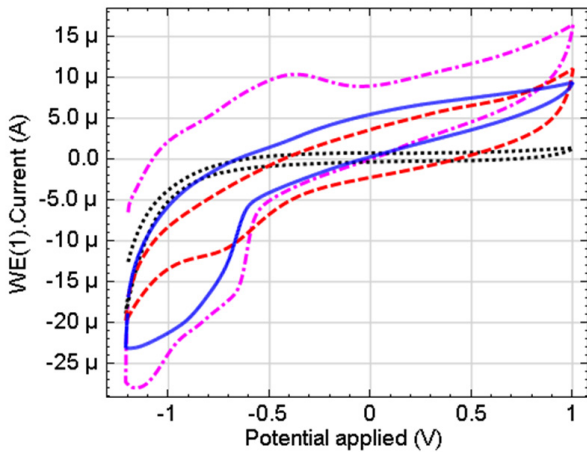
Электрхимиялық зерттеу нәтижелері

Әдетте органикалық заттардың құрамындағы карбоксил, гидроксил, карбонил жә-

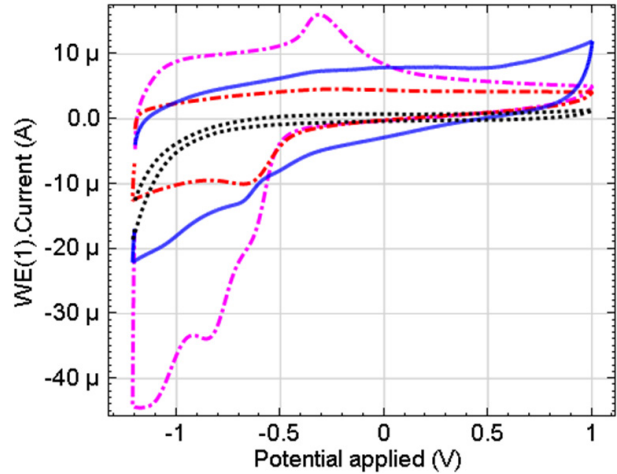
не бензол секілді функционалдық топтармен металл немесе қышқыл қалдық (металл құрамды оттекті аниондар) иондары байланысқа түсетіні белгілі. Ал ГҚ-ның құрамында осы аталған функционалдық топтардың барлығы кездеседі. Молибдат ионының ГҚ байланысқа түскенін анықтау мақсатында ГҚ-молибдат қосылысымен түрлендірілген электродтың 0.1М натрий сульфатты қосымша электролитінің әртүрлі рН орталарында -1.2В және 1В аралығында 50мВ/с потенциал берілу жылдамдығында циклді вольтамперометриялық қисықтары алынды (3, 4, 5, 6-сурет).

Бұл суреттерден рН ортасының тым қуатты әсер беретіндігі көрінеді. Мәселен, ШКЭ-да төменгі рН мәнінде электролит құрамындағы еріген оттектің тотықсыздануы анодтық аймақта байқалмайтынын, ал сутектің бөліну үдерісі -1В потенциалдан бастап қарқынды бөліне бастайтындығын көруге болады (3-сурет а қисығы). Нафион және нафион құрамды электродтарда электролит құрамындағы еріген оттектің анодтық аймақта тотықсыздау шыңдары шамамен -0.5В потенциалдан кейінгі аймақта байқалады (3-сурет б, с, д қисықтар). 3-сурет с және д қисықтарында оттектің анодтық аймақта қарқынды тотықсызданатындығы мен қосымша өнімдер пайда болатындығын көруге болады. Ол электродтың бертіндігі ГҚ-нан бөлінген өнімдер болуы мүмкін. Дегенмен 3-сурет д қисығының катодтық -0.4В потенциал аймағында тотығу шыңы пайда болады. Бұл электрод құрамындағы молибдат иондарының немесе молибден қосылыстарының -0.65В пен -1.2В потенциалдан аралығында, тотықсыздану нәтижесінде пайда болған молибден оксидті қосылыстардың катодтық аймақта тотыққан түрі.

Электролит ерітіндісінің рН мәні 4,5 болғанда, ШКЭ электрод үшін сутектің бөлінуі -1В потенциалдан төмен мәнде жүретіні байқалады (4-сурет а қисығы). Нафион электродында еріген оттектің тотықсыздануы $-0,5\text{В}$ шамасында байқалса (4-сурет б қисық), ал ГҚ электродында 0,25В-тан кейінгі потенциал аймақтарында белгісіз тотықсыздану



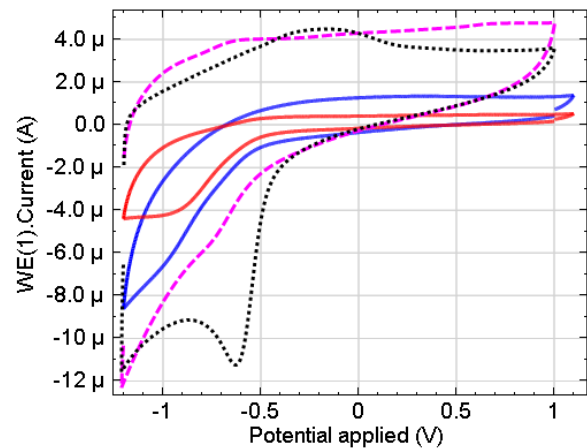
3 сурет – 0,1 М Na_2SO_4 электролит ерітіндісіндегі әртүрлі электродтардың ЦВА қисықтары, потенциал берілу жылдамдығы 50мВ/с, рН=3,5



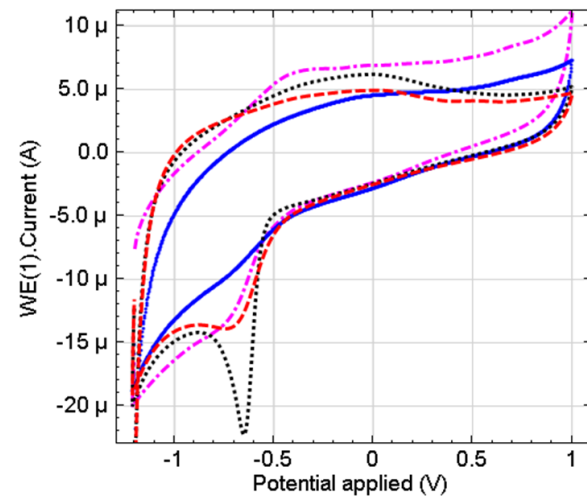
4 сурет – 0,1 М Na_2SO_4 электролит ерітіндісіндегі әрқилы электродтардың ЦВА қисықтары, потенциал берілу жылдамдығы 50мВ/с, рН=4,5

өнімдерінің пайда болатындығымен сипатталады (4-сурет с қисық). Ол ГҚ тотығу өнімдері болуы мүмкін. ГҚ-молибат электродында (4-сурет д қисық) -0,5В потенциалдан кейінгі -1,2В дейінгі теріс потенциал аймақтарында бірнеше тотықсыздану аймақтары бар. Мұндағы алғашқы -0,5В мен -0,7В потенциал аралығында электрод құрамындағы молибдат иондарының тотықсыздану өнімі немесе электролит құрамындағы еріген оттегі молекулаларының каталикалық тотықсыздану өнімдері болуы хақ, ал -0,7В пен -0,9В аралығындағы потенциал мәндерінде электрод құрамындағы молибдат иондарының тотықсыздануы жүруі мүмкін, сонымен қатар -0,9В пен -1,2В потенциал аралығында электрод бетінде атомарлы сутектің түзілуі артып, молибдат иондарының тотықсыздануына каталикалық әсер көрсетуі мүмкін деген тұжырым жасауға болады. Себебі катодтық аймақта молибден өнімдерінің тотығу интенсивтілігін айқын байқауға болады (4-сурет д қисық).

Бұл рН мәнінің артуына байланысты алынатын ЦВА қисықтары да ерекшеленеді. Мысалы 0,1 М Na_2SO_4 электролит ерітіндісіндегі ШКЭ электролит ерітіндісінің құрамындағы еріген оттектің тотықсыздану үдерісі қарқынды жүретіндігін байқаймыз (5 және 6 – сурет а қисығы). Бірақ нафионды және ГҚ электродтарда мұндай қарқынды анодтық интенсивтілік болмайды



5 сурет – 0,1 М Na_2SO_4 электролит ерітіндісіндегі сан түрлі электродтардың ЦВА қисықтары, потенциал берілу жылдамдығы 50мВ/с, рН=5,5



6 сурет – 0,1 М Na_2SO_4 электролит ерітіндісіндегі әрқилкі электродтардың ЦВА қисықтары, потенциал берілу жылдамдығы 50мВ/с, рН=6,5

(5 және 6 – сурет б, с қисығы). Себебі электрод бетіне оттегі молекуласының тотықсыздануына немесе адсорбциялануына нафион мен ГҚ тосқауыл жасайды деп болжау жасаймыз. Сонымен қатар олардың тосқауылдық қабілеті ортаның рН тәуелді. Ал ГҚ-молибдат электродының құрамындағы молибдат иондарының анодтық аймақта тотықсыздануға өте шашар ұшырайтындығын байқауға болады, өйткені катодтық аймақта ток интенсивтілігінің шамасы тым аз. (5 және 6 – сурет д қисығы).

Электродтың бетін ГҚ-молибдат қосылысымен түрлендіру арқылы алынған нәтижелер беттікте иммобилизацияланған молибден немесе молибденнің оксидті қосылыстарының электрохимиялық белсенділігін көрсетеді. Бұл белсенділік рН=4,5 болған ортада айқын байқалады. Сондықтан электрод бетін ГҚ-молибдат қосылысымен түрлендіру, болашақта электрокаталикалық реакцияларды жүзеге асыруға мүмкіндік береді деп тұжырымдауға болады.

Алғыс

Бұл жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің қолдауымен жүзеге асырылды (гранттық жоба AR 05133881).

Қорытынды

Металл құрамды оттекті анионы мен ГҚ жүйесінің маңызды үдерістері сорбция және кешенді қосылыстар түзу болып табылады. ИҚ спектр нәтижесінен, ГҚ мен молибдат ионының өзара байланысын көрсетеді. Молибдат ионы ГҚ құрамындағы функционалдық –COOH, –C — OH, > C = O, -OH топтармен, немесе қос байланысы бар орындармен иондық немесе электрон-донорлы кешенді механизмі арқылы жүзеге асады деген қорытындыға алып келеді. Ал ЦВА қисықтары арқылы алынған мәліметтер электрод бетінде иммобилизацияланған молибден немесе молибденнің оксидті қосылыстарының электрохимиялық белсенділігі, электрокаталикалық реакцияларды ГҚ-молибдат электрод арқылы іске асыруға мүмкіндігін тудырады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
2. Ваксман С.А. Гумус: происхождение, химический состав и его значение в природе. – М.; Л., 1937. – 470 с.
3. Попов А.И., Бурак А.Ю. Коллоидно-химические свойства гуминовых веществ// Сб. науч. трудов С.-Петербург. гос. аграрн. ун-та. – СПб, 1998. – 243 с.
4. Cook R.L., Langford C.H. A Biogeopolymeric View of Humic Substances with Application to Paramagnetic Metal Effects on ¹³C NMR// Understanding Humic Substances. Advanced Methods, Properties and Applications/ Eds E. A. Ghabbour, G. Davies. Cambridge, 1999, – P. 580-587.
5. Чарыков А.К., Осипов Н.Н. Карбоновые кислоты и карбоксилатные комплексы в химическом анализе – Л.: Химия, 1991. – 240 с.
6. Zherebtsov S.I., Malysenko N.V., Bryukhovetskaya L.V. , Lyrschikov S.Yu. IZR. Sorption of Copper Cations from Aqueous Solutions by Brown Coal and Humic Acids. Solid Fuel Chem. 2015; -P. 30-39 (Russian).
7. Redman AD, Macalady DL, Ahmann D. Natural organic matter affects Arsenic speciation and sorption onto hematite. Environ. Sci. Technol. 2002; -P. 2889-2896.

8. Buschmann J, Sigg L. Antimony(III) binding to humic substances: Influence of pH and type of humic acid. *Environ. Sci. Technol.* 2004;38:4535-4541.
9. Lin HT, Wang MC, Li GC. Complexation of arsenate with humic substance in water extract of compost. *Chemosphere.* 2004;56:1105-1112.
10. Bauer M, Blodau C. Mobilization of arsenic by dissolved organic matter from iron oxides, soils and sediments. *Sci. Total Environ.* 2006;354:179-190.
11. Ritter K, Aiken GR, Ranville JF, et al. Evidence for the aquatic binding of arsenate by natural organic matter-suspended Fe(III). *Environ. Sci. Technol.* 2006;40:5380-5387.
12. Kar S, Maity JP, Jean JS, et al. Role of organic matter and humic substances in the binding and mobility of arsenic in a Gangetic aquifer. *J. Environ. Sci. Heal. - Part A Toxic/Hazardous Subst. Environ. Eng.* 2011;46:1231-1238.
13. Warwick P, Inam E, Evans N. Arsenic's interaction with humic acid. *Environ. Chem.* 2005;2:119-124.

ӘОЖ 544.4
МРНТИ 31.15.27

ПОЛИЭТИЛЕН МАТРИЦАСЫНА ТҰРАҚТАНҒАН КҮМІС НАНОБӨЛШЕКТЕРІН АЛУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

ДАРМЕНБАЕВА А.С., НУРЛЫБАЕВА А.Н., КАЛМАХАНОВА М.С.,
ТИЛЕУОВА А.Г., СЕЙДУАЛИЕВ Т.Б., ТАМАБЕКОВА М.М.

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті

Аңдатпа: Мақалада полиэтилен матрицасында тұрақтанған күміс наноөлшемді бөлшектері алынуы қарастырылған. Зерттеу жұмысы барысында алынған наноөлшемді бөлшектері бар композиттердің қасиеттері ИҚ-спектроскопия, рентгендік дифракция және жарық түсіруші электронды микроскоп әдістерімен зерттелді. Рентген-фазалық талдау әдісінің көмегімен синтезделген нанобөлшектердің фазалық құрамы зерттеліп, композиттердің фазалық құрамының тәуелділік факторлары анықталды.

Түйінді сөздер: Полиэтилен, күміс нанобөлшектері, ИҚ-спектроскопия, композиттік материалдар, рентген-фазалық талдау

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ В ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ МАТРИЦЕ, И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Аннотация: Статья посвящена получению наноразмерных частиц серебра, стабилизированных в полиэтиленовой матрице. Свойства полученных наноразмерных композитов были исследованы методами ИК-спектроскопии, рентгеновской дифракции и просвечивающей электронной микроскопией. Фазовый состав синтезированных наночастиц анализировали с использованием рентгенофазового метода и определяли факторы зависимости состава композитной фазы.

Ключевые слова: Полиэтилен, наночастицы серебра, ИК-спектроскопия, композиционные материалы, рентгенофазовый анализ

PRODUCTION OF SILVER NANOPARTICLES STABILIZED IN A POLYETHYLENE MATRIX AND STUDY OF THEIR PROPERTIES

Abstract: The article is devoted to the production of nanoscale silver particles stabilized in a polyethylene matrix. The properties of nanosized composites obtained in the course of the studies were investigated by IR spectroscopy, X-ray diffraction, and transmission electron microscopy. The phase composition of the synthesized nanoparticles was analyzed using the x-ray phase method and the factors of the composition of the composite phase were determined.

Key words: Polyethylene, silver nanoparticles, IR spectroscopy, composite materials, x-ray phase analysis

Кіріспе

Соңғы жиырма жыл ішінде «нано» префиксі бар бірқатар жаңа терминдер лексикаға тез еніп кетті: нанобөлшек, нанокұрылым, на-

нотехнология, наноматериал, нанокластика, нанохимия, наноклоидтар, нанореактор және т.б. Электроника және компьютерлік тех-

нологиялар дамуының жаңа кезеңі интегралдық схемалардың жекелеген элементтерін әрі қарай миниатюралаумен тікелей байланысты. Сондықтан наноөлшемді нысандардың қасиеттерін зерттеу және олардың негізінде бірегей қасиеттері бар жаңа материалдарды құру өзекті болып табылады [1-2].

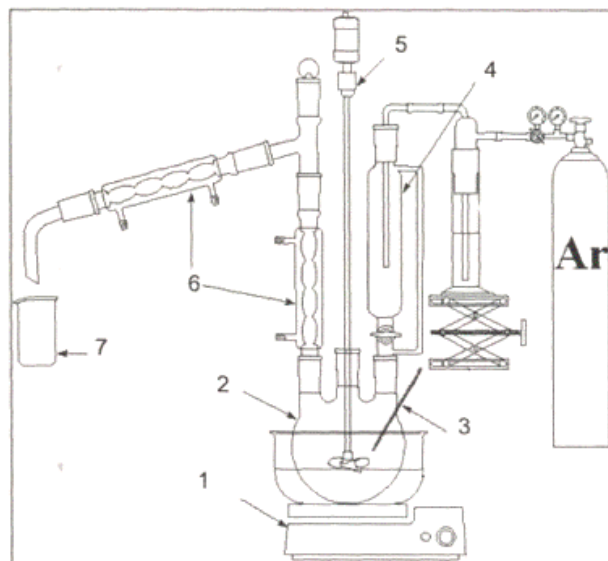
Қазіргі уақытта нанобөлшектердің бірегей немесе кванттық өлшемдер әсерінен пайда болатын ерекше физикалық қасиеттері зерттеу нысаны болып табылады. Сондай-ақ қазіргі кезде нанобөлшектерді дайындаудың бірқатар жалпы әдістері жасалынған, олардың көпшілігін магнитті және жартылай өткізгішті нанобөлшектерді алуға қолдануға болады [3-4].

Энергетикалық тұрғыдан бөлшектердің мөлшерін азайту оның химиялық потенциалындағы беттік энергия үлесінің артуына әкеледі. Осыған байланысты наноөлшемді бөлшектер кез келген химиялық қосылыстармен тиімді әрекеттесе алады, бұл орайда тұрақтандырғыш ортаның алатын орны айрықша. Полимер матрицаларында нанобөлшектерді тұрақтандырудың бірнеше артықшылығы бар: алынған материалдар полимер көлеміндегі металл бөлшектердің біркелкі таралып қана қоймай, сонымен қатар металл құрамдас нанобөлшектердің полимермен химиялық әсерлесуінің беріктігімен де ерекшеленеді. Олай болса, жұмыстың басты мақсаты – полимерлі матрицадағы күміс нанобөлшектері негізінде, композициялық материалдарды синтездеу, сонымен бірге олардың қасиеттерін зерттеу.

Тәжірибелік бөлім

Полимер матрицасында металл құрамдас нанобөлшектері композиттерінің синтезі 1-суретте көрсетілген арнайы қондырғы бойынша жүргізілді.

Полимер үлгісі ыстыққа төзімді шыны ыдысқа (реакторға) 2 орналастырылды. Реактор инертті (аргон) газбен толтырылып, қыздырылған мыс түйіршіктері арқылы оттегі мен азот қоспаларынан тазартылады. Қоспа колба қыздырғышта 1 араластырғыштың көмегімен қарқынды араластырылып қыз-



1 сурет – Композиттік материалдарды синтездеуге арналған зертханалық қондырғының схемасы: 1 - электрлі жылытқыш; 2 - шыны реактор (үш мойынды колба); 3 - термометр; 4 – тамшуыр воронка; 5 - жоғары жылдамдықты электр араластырғыш; 6 - тоңазытқыш; 7 - шығарылатын газдарға арналған тұзақ (ловушка)

дырылды. Синтездеу температурасы 220-ден 250°C-қа дейінгі аралықта еді. Экспериментті жүргізу температурасы термометрдің 3 көмегімен бақыланып, $\pm 5^\circ\text{C}$ дейін дәлдікте болды. Белгіленген температураға дейін қыздырғаннан кейін қоспаны 30 минут бойы үздіксіз араластыра отырып жылытуды жалғастырды.

Ары қарай межеленген воронкадан 4 полимер балқымасына металл құрамды қосылыс тамшылатып құйылды. Бұл кезде реакциядағы газ тәріздес өнімдерін жылдам және толық жою үшін реактор арқылы инертті газ үздіксіз жіберіліп отырды. Реактордан шыққан газ тәріздес өнімдер тұзақта 7 рет салқындатылып, конденсацияланды.

Металл құрамды қосылыстың есептелген мөлшері толық құйылғаннан кейін, алынған қоспаны үздіксіз 50 минут бойы араластырылады, содан кейін салқындатылады. Ары қарай Бюхнер воронкасында фильтрлейді. Алынған ұнтақ ауада кептірілді.

Нәтижелер және оларды талқылау

Наноөлшемді бөлшектер – бұл беттік қабатында өте белсенді бөлшектері бар заттар, олар өз кезегінде, барлық түрдегі, көбі-

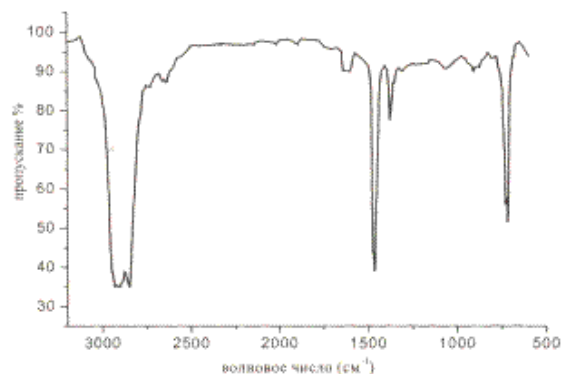
несе өте жағымсыз, өздігінен жүретін процестердің пайда болуына әкеледі. Наноөлшемді бөлшектер қоспаларға сезімтал, ерітіндідегі концентрацияның жоғарылауымен бір-бірімен тез байланысады және бұл процестер әдетте қайтымсыз. Наноөлшемді бөлшектердің ерітінділерінің ерекшеліктері – олар үздіксіз фаза – дисперстік орта (еріткіш) және дисперсті фазадан (наноөлшемді бөлшектердің өзі) тұратын коллоидтық жүйелер болып саналады. Тұрақтандырғыштар болмаған кезде олар тұрақтылығы өте төмен типтік лиофобты коллоидтар болып табылады. Сондықтан мұндағы маңызды міндеттердің бірі – олардың тұрақтылығын арттыру. Наноөлшемді бөлшектердің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін бөлшектер арасындағы импульсивті күштер алыс қашықтықтағы тартымды күштерге сәйкес қашықтықта әрекет етуі керек. Мұнда ең алдымен, синтетикалық полимерлер сияқты әртүрлі тұрақтандырғыштарды қолдану арқылы қол жеткізіледі.

Сонымен қатар жоғары молекулалық қосылыстарды пайдалану арқылы наноөлшемді металл бөлшектерін тұрақтандыру полимер коллоидтары туралы қазіргі ғылымның маңызды бөлімі болып есептеледі. Сондай-ақ бұл жағдайда наноөлшемді бөлшектердің таза зарядты тұрақтануы, әсіресе полярлы емес органикалық ортада жеткіліксіз болады. Стерикалық деп аталатын осындай тұрақтандыру нәтижесінде наноөлшемді бөлшектер қорғаныштық тосқауылмен қоршалады, ол жеткілікті мөлшердегі сольватталған полимер тізбегінің үздіксіз қабаты болып табылады, нәтижесінде коллоидтық жүйе қорғаныс қабаты өзгеріссіз болғанша шексіз тұрақты болады. Осы мағынада тұрақтандырылған бөлшектерді күрделі деп санасақ, онда: олардың ядросы – лиофобты, ал сыртқы қабаты – лиофилен түрінде қарастырылады.

Көбінесе қорғаныш коллоидпен қоршалу түрінде анықталатын полимердің тұрақтандырушы әсері наноөлшемді бөлшектердің бетіне макромолекулалардың адсорбциясының салдары болып табылады. Полимердің наноөлшемді бөлшектермен әрекеттесуі кезінде жүретін процестерді зерттеудің тү-

бегейлі мәні зор, өйткені ол бізге тұрақтандыру механизмін ғана емес, сонымен бірге пайда болатын фазааралық шекарадағы адгезия табиғатын да түсінуге мүмкіндік береді. Көмірсутек полимерлерінің матрицаларында полимер-металдың өзара әрекеттесу механизмі бірқатар факторлармен айқындалады, олардың ішіндегі ең маңыздылары молекулалық күштердің табиғаты, наноөлшемді бөлшектердің беттік жетілмегендігі, ішкі кернеулер және электр заряды. Тұрақтандырғыш полимердің наноөлшемді бөлшектермен әрекеттесуі екі жолмен жүзеге асырылуы мүмкін. Біріншісі макромолекулалардың бөлшектердің бетіне, мысалы физикалық адсорбцияға қосылуын қамтиды.

Наноөлшемді бөлшектердің полимер құрылымына әсерін анықтау үшін ПЭВД және ПЭВД матрицасындағы Ag негізіндегі композиттің РПС-спектрлері зерттелді (2-сурет).



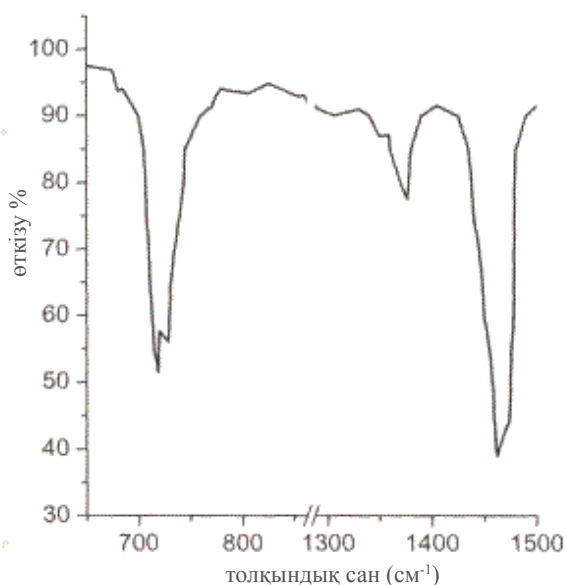
2 сурет – Нанотолықтырғыштары жоқ термиялық өңделген ПЭВД ИҚ-спектрі

С-Н байланысының валентті тербелісі аймағында ($-CH_2-$) топтарына жататын 2848 және 2929 см^{-1} жұтылу жолақтары тіркелді. С-Н байланысының деформациялық тербелісі аймағында CH_3 -тобының сипаттамалық жолағы табылды - 1378 см^{-1} , бұл ПЭВД шашырауының қысқа тізбекті тармағын сипаттайды.

Полиэтиленнің кристалды бөлігінде макромолекулалардың тығыз орналасуына байланысты көрші ($-CH_2-$) молекулалар тобының тербелістерінің әрекеттесуі жүреді. Бұл тербеліс жиілігін бірлік ұяшықтағы молекулалар санына сәйкес екі компонентке бөлінуіне әкеледі. Бұл $729-719\text{ см}^{-1}$ екі еселенген

түрінде С-Н байланысының маятниктік және қайшы деформациялық тербелістерінің жиілігінде ИҚ сiңіру спектрінде айқын көрінеді (3-сурет). 800-1000 см^{-1} диапазонында жатқан винилден, винил және транс-винилдендік топтардың сiңіру жолақтарын түсіндіру олардың қабаттасуын қиындатады (винил тобына - 908 см^{-1} жолақтары және винил тобына - 963 см^{-1} диапазоны тән).

Бұл жолақтар, [5] С-Н байланыстарының —C=C— байланыстарындағы жазықтықтан тыс деформациялық тербелістерге қатысты. Винилиден, винил және транс-винилден топтарының жұтылу жолақтары қабаттасатын —C=C— 1636 см^{-1} байланысының деформациялық тербелістері әлсіз байқалады. 1469 см^{-1} жолақтың бөлінуі байқалмайды, бірақ жолақтың асимметриялық құрылымы суретте, сол жағында көрінеді.



3 сурет – С-Н байланыстарының деформациялық тербелістерінің жиілігіндегі ИҚ-сiңіру спектрі (729-719 см^{-1} , 1469 см^{-1})

719 см^{-1} компоненті аморфты және кристалды бөлікке, ал 729 және 1469 см^{-1} құрамдас бөліктері тек кристалға жатады. Қалыпты құрылымдағы алкандар көмірсутектерінің спектрлерін зерттегенде, 730 см^{-1} компоненті тек орторомбылық модификацияға ғана тән, сондықтан оның ПЭВД-нің ИҚ-спектрінде болуын нанобөлшектерді синтездеу жағдайында полиэтилен кристалда-

рының орторомбылық модификациясының сақталуы туралы рентгендік дифракция деректерін растау ретінде қарастыра аламыз.

1700-1750 см^{-1} диапазонында әртүрлі типтегі карбонилді қосылыстар – қышқылдық, кетонды, альдегидті, эфирлі, перқышқылды, эфирлі қосылыстар сiңіріледі. Оттегі бар топтардың қалыптасуы «тозу» процесіне ұшыраған полиэтиленге тән. Осы рефлексінің аймағындағы «термиялық» ПЭВД үлгісі үшін $\nu(\text{C-O})$ диапазоны 1175 см^{-1} әлі анықталмады.

Комплекстің ИҚ-спектрлерін және алынған композитті салыстыру кезінде N-H байланысының валенттік тербеліс жолақтарының болуы байқалады (3175 см^{-1} -3109 см^{-1}).

Комплексті қалыптастыру кезінде 1615 см^{-1} тиомочевина молекуласының HNH-тобының деформациялық тербелістеріне сәйкес келетін сiңіру жолағы екі 1665 см^{-1} және 1628 см^{-1} спектрге айналады, ол тиомочевина молекуласындағы электрон тығыздығын қайта бөлуге сәйкес келуі керек. Синтезделген нанокompозиттің спектрі толқын ұзындығына қарай жылжитын 1668 см^{-1} бір ғана сiңіру жолағын қамтиды.

Сызықтық полимерлер полимерлердің нанобөлшектерді тұрақтандырудың теориялық аспектілерін, атап айтқанда нанобөлшектердің бетіндегі макромолекулалардың адсорбциясын зерттеу үшін өте ыңғайлы модель екендігі дәлелденді. Мұндай адсорбция өте төмен қарқынмен жүреді.

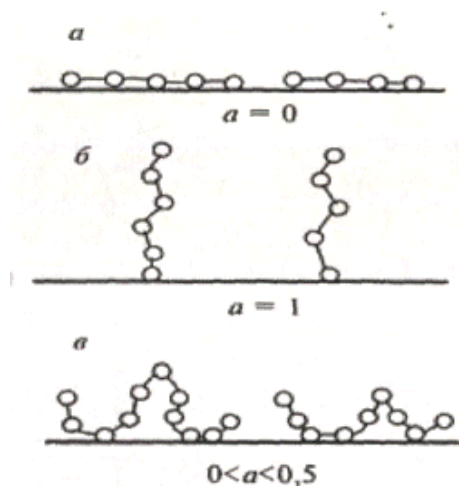
Полимердің адсорбция процесін екі кезеңге бөлуге болады: полимер адсорбция қабатындағы тепе-теңдікке жеткен уақытпен анықталатын макромолекулалардың дисперсті фаза бөлшектерінің бетіне таралуы және адсорбцияның дұрыс болуы. Полимер тізбектерінің бөлшек бетіне таралу уақыты – коллоидты ерітіндідегі дисперсті фазаның концентрациясына, полимердің молекулалық салмағына, жүйенің араластырылу ұзақтығына және қарқындылығына, дисперсиялық ортаның тұтқырлығына байланысты.

Сонымен бірге адсорбциялық қабатта тепе-теңдік орнату баяу жүреді, көптеген жағдайларда ол бірнеше сағатқа немесе тіпті күндерге созылуы мүмкін. Адсорбцияның

осы кезеңінің ұзақтығы көбіне полимер мен металдың химиялық табиғатынан, оның бетіндегі элементар бірліктердің адсорбциялану энергиясын, еріткіштің термодинамикалық қасиеттеріне, полимердің молекулалық салмағының таралуына және т.б. байланысты.

Наноөлшемді бөлшектердің бетіндегі полимерлердің адсорбциясы әртүрлі адсорбциялық күйлермен сипатталады.

Ең көп тарағаны адсорбциялық бетке қатысты полимер молекулаларының көлденең және тік орналасуына сай келетін фигураның үш күйі (4-сурет), сонымен қатар «іلمектер» түрінде болады. Көлденең адсорбция полимердің дисперсті фазаның бетіне берік байланыстырылуына сәйкес келеді, бірақ бұл жағдайда пайда болған адсорбция қабаты өте жұқа.

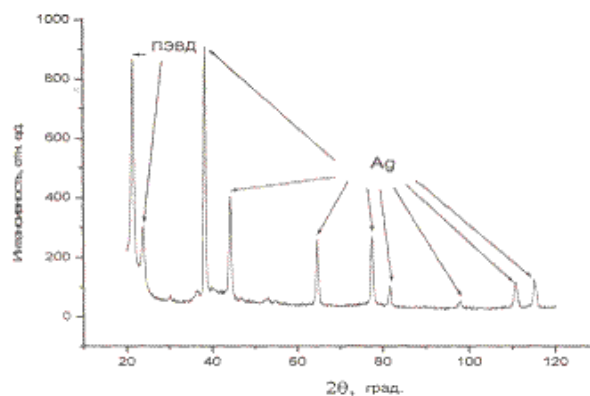


4 сурет – Полимерлердің беткі қабаттағы адсорбциялық күйінің түрлері: а - көлденең адсорбция, б - тік адсорбция, в - «іلمектер» түріндегі адсорбция

Осыған орай тік адсорбция кезінде тік қабат пайда болады, бірақ адсорбция күштері соншалықты әлсіз, полимер молекулалары ерітіндіге оңай оралады. Беттік «іلمектер» адсорбциялық өзара әрекеттесудің аралық нұсқаларына сәйкес келеді. Сондай-ақ егер наноөлшемді бөлшектердің екі беті жақын қашықтықта болса, бұл концентрацияланған ерітінділер үшін ерекше молекулалардың әртүрлі ұштары екі бетке адсорбцияланған кезде «көпірлер» пайда болуы мүмкін. Сондықтан металл фрагменттері на-

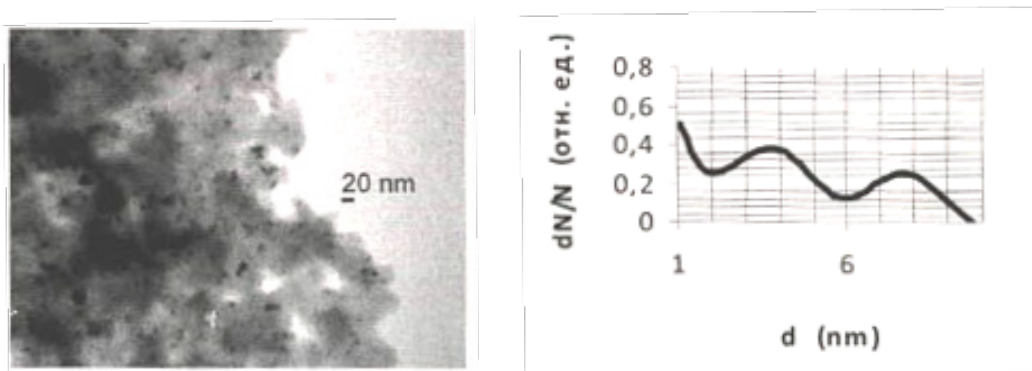
ноөлшемді бөлшектердің бетінде көп мөлшерде шоғырлануы мүмкін.

Полимерлерде наноөлшемді бөлшектерді алудың барлық айқындалған әдістерінің ішінен полимер балқытылған ерітіндідегі органикалық тұз ерітінділерінің термиялық ыдырау әдісімен, көп жағдайда дисперсті орта сәйкес металдың оксиді түрінде болады. Асыл металдар тотығуға аз сезімтал, синтез режимі және прекурсорды дұрыс таңдау арқылы іс жүзінде оксид қоспасы жоқ наноөлшемді металл бөлшектерін алуға мүмкіндік береді. $[Ag_2(NH_3)_4]C_2O_4$ сулы ерітіндісі прекурсор ретінде қолданылды және $t = 200-220^\circ C$ термиялық ыдырауға ұшырады. Синтез нәтижесінде сфероидальқ нанообъектілер алынды (5-сурет). Рентгендік дифракция деректері алынған қосылыстың тазалық дәрежесін көрсетеді, Ag+ПЭВД үлгілері үшін дифрактограммада күміс металына сәйкес келетін $2\theta = 38,42; 44,33; 64,74; 77,49; 81,63; 98,03; 110,83; 115,09$ шағылысулар бар және күміс оксидінің рефлекстеріне тән шағылысулар байқалмайды (5-сурет).

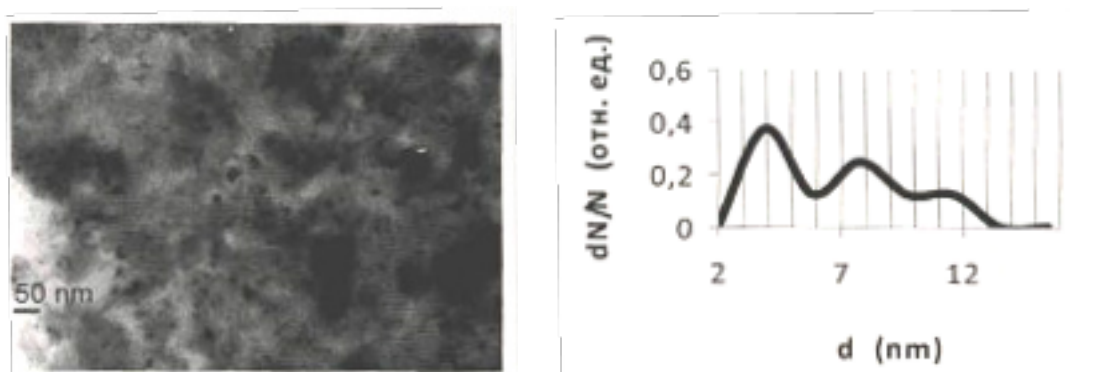


5 сурет – 10 масс. % ПЭВД-Аг нанобөлшектерінен тұратын композиттер үлгілерінің дифрактограммасы

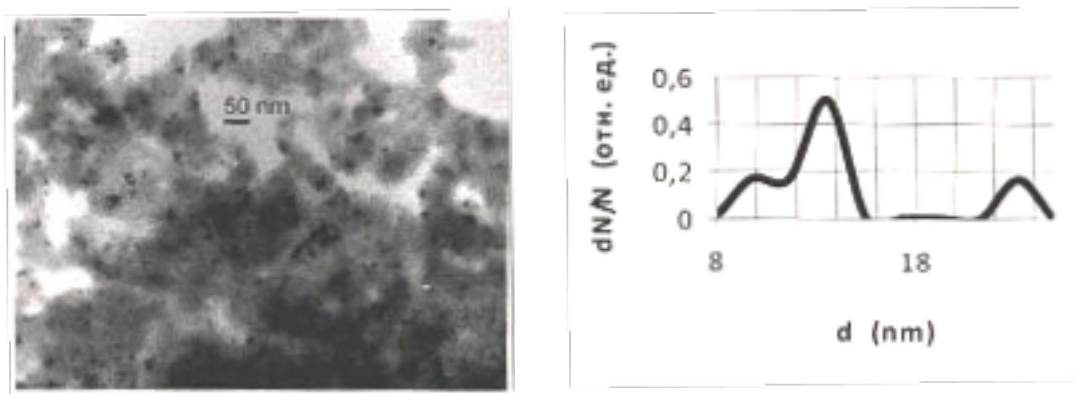
Осылайша алынған композиттердің физико-химиялық қасиеттеріне зерттеу жүргізілді. Рентген-фазалық талдау әдісінің көмегімен синтезделген нанобөлшектердің фазалық құрамы зерттелді. Композиттердің фазалық құрамы бастапқы реагентке, температуралық режимге байланысты екенін айтуға болады.



а) наноөлшемді бөлшектердің орташа мөлшері 4,62 нм.



ә) наноөлшемді бөлшектердің орташа мөлшері 6,8 нм.



б) наноөлшемді бөлшектердің орташа мөлшері 14,21 нм.

3 сурет – Сол жақта – күміс нанобөлшектері бар композиттердің микрофотографиясы (ПЭМ), оң жақта – өлшемі бойынша нанобөлшектердің орналасу функциясы: а) Ag - 5 масс. %; ә) Ag - 10 масс.%; б) Ag - 30 масс.%

Қорытынды

Қорытындылай келе, зерттеу жұмысында жоғары қысымды полиэтиленге күміс нанобөлшектері отырғызылған композиттер синтезделді. Композиттердің құрамы анықталып, синтезделген наноөлшемді бөлшектердің мөлшері нақтыланды. Синтездеу температурасын 150°-ден 300°С-ге жоғарыла-

ту полимер матрицасында аморфты фазаның пайда болуына және бөлшектің орташа өлшемінің кішіреюіне алып келеді. Жоғары қысымды полиэтиленмен тұрақтанған күміс нанобөлшектерінің (5 масс. %, 10 масс.%, 30 масс.%) орташа мөлшері сәйкесінше 4,62 нм, 6,8 нм және 14,21 нм құрады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР

1. Moriarty Ph. Nanostructured materials // Rep. Prog. Phys. - 2001. - Т. 64. – С. 297-381.
2. Помогайло А.Д. Наночастицы металлов в полимерах / А.Д. Помогайло, А.С. Розенберг, И.Е. Уфлянд. – М.: Химия, 2000.
3. Burkeev M.Zh., Khamitova T.O., Navliček D., Sarsenbekova A.Zh. с соавторами. Synthesis, Characterization, and Catalytic Properties of Metal-Polymer Complexes Based on Copolymers of Polyethylene(propylene) Glycol Maleates with Acrylic Acid // Russian journal of applied chemistry. – 2019. - Том: 92, выпуск: 1. - С. 1-8. <https://doi.org/10.1134/S1070427219010014>
4. Khomutov G.B. Interfacial synthesis of noble metal nanoparticles // Materials Science and Engineering C. – 2002. – V. 22. – P. 141-146.
5. Khomutov G.B. The design, fabrication and characterization of controlled-morphology nanomaterials and functional planar molecular nanoclusterbased nanostructures // Surface Science. – 2003. – V. 532-535. – P. 287-293.

УДК 615.28

МРНТИ 76.09.76.09.27 61.49. 61.49.01

МЕТОД РОТАТАБЕЛЬНОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ

МЫЛТЫКБАЕВА Ж.К.¹, КОВАЛЕВА Г.Г.²

¹Казахский Национальный университет имени аль-Фараби

²Национальный научный центр особо опасных инфекций имени Масгута Айкимбаева

Аннотация: В данной статье рассмотрено влияние концентрации активных компонентов на эффективность дезинфицирующих средств с использованием метода ротатабельного центрального композиционного планирования эксперимента. Эффективность изучали на культуре кишечной палочки *E. coli*. Определено оптимальное процентное соотношение химического состава для получения ДС на основе альдегидов, аминов, хлорсодержащих веществ: дидециламмоний хлорид -9,8%; глутаровый альдегид -9,7%; глиоксаль 7,7%; дистиллированная вода - 66,8%; вспомогательные компоненты – 6%. Выявлено, что наибольшее влияние на эффективность дезинфектанта оказывают парные взаимодействия компонентов, а не содержание компонентов по отдельности. Исключение составляет дистиллированная вода. При соблюдении указанных условий, гибель *E. coli* составляет 98,1±1,6% (найдено в эксперименте). Теоретически рассчитанное значение (по уравнению) составило 95,4%. Отклонение экспериментально найденной величины от теоретической составило 2,75%, что свидетельствует об адекватности модели.

Изучение нового сконструированного дезинфицирующего средства (ДС) позволило сделать заключение об эффективности для: *St. aureus* ATCC 6538, начиная с концентрации 0,25% при экспозиции 60 минут; *Y. pestis* EV и *V. cholerae* O1 75-M в концентрации не менее 2% экспозиции 60 минут; *S. albicans* ATCC 10231 в концентрации 0,5% при воздействии 15 минут; *B. anthracis* Ценковского 4% раствор экспозиция 60 минут. ДС по степени воздействия на организм, токсичность относится к 3 классу умеренно опасных веществ при введении в желудок и 4 классу малоопасных веществ при нанесении на кожу.

Ключевые слова: дезинфицирующие средства, антисептические препараты, токсичность, умеренно опасные вещества, эффективность дезинфектанта

ДЕЗИНФЕКЦИЯЛЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ КЕЗІНДЕГІ ЭКСПЕРИМЕНТТІ РОТАТАБЕЛЬДІ ОРТАЛЫҚТЫҢ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ЖОСПАРЛАУ ӘДІСІ

Аңдатпа: Бұл мақалада эксперименттің ротатабельді орталықтың композициялық жоспарлау әдісін пайдалана отырып, дезинфекциялаушы заттардың (ДЗ) тиімділігіне белсенді компоненттердің шоғырлануының әсері қарастырылған. *E.coli* ішек таяқшасының қызметінің тиімділігі зерттелді. Альдегид, амин хлорлы заттар негізінде ДЗ алу үшін химиялық құрамының оңтайлы пайыздық арақатынасы айқындалды: Дидециламмоний хлорид -9,8%; глутарлы альдегид -9,7%; глиоксаль 7,7%; дистилденген су - 66,8%; қосымша компоненттер – 6%. Дезинфектанттың тиімділігіне компоненттердің бөлек құрамы емес, өзара қосарлана әрекеттесуі әсер ететіні анықталды. Тазартылған су ерекшелігі болып табылады. Көрсетілген шарттарды сақтаған кезде *E. coli* жойылуы 98,1±1,6 % (экспериментте табылған) құрайды. Теориялық есептелген мән (теңдеу бойынша) 95,4% құрады. Экс-

периментальді табылған шаманың теориялықтан ауытқуы 2,75% құрады, бұл модельдің пара-парлығын куәландырады.

Жаңа құрастырылған дезинфекциялық заттарды (ДҚ) зерттеу: *Y. pestis EV* және ATCC 6538 60 минут экспозиция кезінде 0,25% концентрациясынан бастап; *Y. pestis EV* және *V. cholerae O1 75 - M* экспозицияның кемінде 2% 60 минут концентрациясындағы; *C. albicans ATC 10331* 15 минут әсер еткенде 0,5% концентрациясындағы; *B. anthracis* Ценковский 4% ерітіндісі экспозициясы 60 минут тиімділік туралы қорытынды жасауға мүмкіндік берді. ДҚ ағзаға әсер ету дәрежесі, уыттылығы бойынша асқазанға енгізу кезінде орташа қауіпті заттардың 3 класына және теріге жағу кезінде аз қауіпті заттардың 4 класына жататындығы анықталады.

Түйінді сөздер: дезинфекциялау құралдары, антисептикалық препараттар, уыттылық, орташа қауіпті заттар, дезинфектант тиімділігі

METHOD OF ROTATABLE CENTRAL COMPOSITION PLANNING OF THE EXPERIMENT IN THE STUDY OF EFFICIENCY DISINFECTANTS

Abstract: This article discusses the effect of the concentration of active components on the effectiveness of disinfectants with using of the rotatable central compositional design of the experiment. Efficacy studied on *E. coli* culture. There was determinate optimal percentage of the chemical composition for obtaining disinfectants based on aldehydes, amines, chlorine-containing substances: Didecylammonium chloride -9.8%; Glutaraldehyde -9.7%; glyoxal 7.7%; distilled water - 66.8%; auxiliary components - 6%. It was found that the greatest influence on the effectiveness of the disinfectant is exerted by the pairwise interactions of the components and not the content of the components separately. The exception is distilled water. Under these conditions, the death of *E. coli* is $98.1 \pm 1.6\%$ (found in the experiment). The theoretically calculated value (according to the equation) was 95.4%. The deviation of the experimentally found value from the theoretical was 2.75%, which indicates the adequacy of the model.

The study of a new designed disinfectant allowed us to conclude that it is effective for: *St. aureus ATCC 6538* starting at concentration of 0, 25% with an exposure of 60 minutes; *Y. pestis EV* u *V. cholerae O1 75- M* at concentration of at least 2% of the exposure for 60 minutes; *C. albicans ATCC 10231* at a concentration of 0.5% when exposed to 15 minutes; *B. anthracis Tsenkovsky* 4% solution for 60 minutes. DS according to the degree of exposure to the body, toxicity belongs to the 3rd class of moderately hazardous substances when introduced into the stomach and the 4th class of low-hazard substances when applied to the skin.

Key words: disinfectants, antiseptic drugs, toxicity, moderately dangerous substances, the effectiveness of the disinfectant

XXI век отмечен всевозрастающей агрессией микроорганизмов. Как заявил один из руководителей Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) “инфекционные болезни атакуют нас по всем фронтам”, что обостряет повышенное внимание к профилактике инфекционных заболеваний и росту требований к качеству дезинфекционных мероприятий. Наиболее универсальным, широко распространенным и эффективным является химический метод дезинфекции [1, 2].

Несмотря на огромное количество новых препаратов с антимикробным действием, зоокомиальные (внутрибольничные) инфекции продолжают оставаться актуальными для здравоохранения всего мира в силу широкого распространения, большого социально-экономического и медицинского ущерба, причиняемого здоровью человека [3-5].

В комплексе санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий, направленных на профилактику инфекционных заболеваний вообще, и ВБИ, в особенности,

важную роль играют дезинфектологические технологии, предусматривающие использование дезинфицирующих средств, обеспечивающих устранение патогенных и условно-патогенных микроорганизмов с объектов окружающей, в том числе, внутрибольничной среды, служащих факторами передачи инфекций.

Вопросами поиска и разработки антисептических и дезинфицирующих препаратов занимаются во всем мире. Это объясняется тем, что ни одно из средств не является идеальным, а также постоянно возрастают запросы здравоохранения, меняются условия производства и сырьевые возможности, повышается внимание к экологической безопасности. Требования, предъявляемые к препаратам, резко ограничивают круг химических соединений, которые могут быть использованы в качестве действующего начала дезинфектантов. Наиболее широко применяют следующие группы – альдегиды, кислородсодержащие препараты, хлорактивные соединения, спирты, поверхностно-активные вещества, фенолсодержащие [6, 7].

Получение ДС проводилось на малогабаритной установке УПЭС-30-55/70/35 с пультом управления ПЧ-1 для отработки технологии производства новых продуктов, выпуска

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{44}x_4^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4 \quad (1)$$

Использовалось ротатабельное центральное композиционное планирование эксперимента. Независимые переменные и их уровни,

использованные для ротатабельного центрального композиционного планирования, приведены в таблице 1.

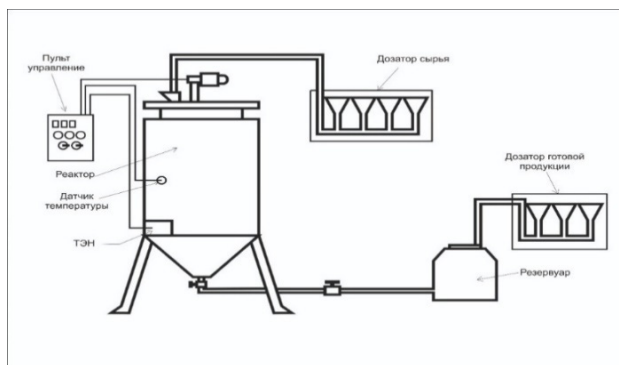


Рис. 1 – Установка для получения лабораторно-промышленной серии ДС

Экспериментальная часть

Проводили оптимизацию состава дезинфектантов, обеспечивающих максимальную эффективность в отношении *E. coli*. Варьировались следующие независимые переменные:

- содержание дидециламмония хлорида, %;
- содержание глутарового альдегида, %;
- содержание глиоксаля, %;
- содержание дистиллированной воды, %.

Цель работы заключалась в получении уравнения, описывающего влияние эффективности состава дезинфектанта по отношению к *E. coli*:

Таблица 1 – Независимые переменные и их уровни, использованные для ротатабельного центрального композиционного планирования

Переменные	Обозначение	Уровни				
		-2	-1	0	1	2
Содержание дидециламмония хлорида, %	x_1	7,0	9,0	11,0	13,0	15,0
Содержание глутарового альдегида, %	x_2	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0
Содержание глиоксаля, %	x_3	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Содержание дистиллированной воды, %	x_4	44,0	53,0	62,0	71,0	80,0

Экспериментально найденные значения эффективностей составов дезинфектантов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты экспериментов

Номер опыта	Кодированные значения параметров					<i>E. coli</i> (кишечная палочка), %	
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	Эксперимент	Модель
1	1	-1	-1	-1	-1	72,4	77,22
2	1	1	-1	-1	-1	75,7	75,95
3	1	-1	1	-1	-1	75,8	78,00
4	1	1	1	-1	-1	78,0	78,39
5	1	-1	-1	1	-1	82,3	85,37
6	1	1	-1	1	-1	76,4	81,35
7	1	-1	1	1	-1	83,5	84,35
8	1	1	1	1	-1	88,4	81,99
9	1	-1	-1	-1	1	74,8	81,44
10	1	1	-1	-1	1	83,6	87,17
11	1	-1	1	-1	1	84,9	84,37
12	1	1	1	-1	1	94,6	91,75
13	1	-1	-1	1	1	76,8	80,84
14	1	1	-1	1	1	85,8	83,82
15	1	-1	1	1	1	82,0	81,97
16	1	1	1	1	1	87,0	86,60
17	1	-2	0	0	0	86,9	78,79
18	1	2	0	0	0	78,5	82,16
19	1	0	-2	0	0	94,5	84,24
20	1	0	2	0	0	82,0	87,81
21	1	0	0	-2	0	79,2	74,37
22	1	0	0	2	0	77,0	77,37
23	1	0	0	0	-2	86,0	83,36
24	1	0	0	0	2	94,0	92,19
25	1	0	0	0	0	86,3	84,7
26	1	0	0	0	0	86,0	84,7
27	1	0	0	0	0	86,7	84,7
28	1	0	0	0	0	86,4	84,7
29	1	0	0	0	0	86,5	84,7
30	1	0	0	0	0	86,3	84,7
31	1	0	0	0	0	86,5	84,7
32	1	0	0	0	0	86,4	84,7
33	1	0	0	0	0	86,7	84,7
34	1	0	0	0	0	86,5	84,7
35	1	0	0	0	0	86,6	84,7
36	1	0	0	0	0	86,3	84,7

Для нахождения коэффициентов уравнений ($b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_{11}, b_{22}, b_{33}, b_{44}, b_{12}, b_{13}, b_{14}, b_{23}, b_{24}, b_{34}$) использовался метод наименьших квадратов:

$$b_j = (\sum_i x_{ij} Y_i) / N \tag{2}$$

Расчетные значения коэффициентов:

b_0	82,50	b_3	0,75	b_{13}	-0,69	b_{24}	0,54	b_{22}	3,03
b_1	0,84	b_4	-2,21	b_{14}	1,75	b_{34}	-2,19	b_{33}	2,50
b_2	0,89	b_{12}	0,41	b_{23}	-0,45	b_{11}	2,65	b_{44}	-6,47

Произведем оценку значимости указанных коэффициентов регрессии. Для этого используем нуль-гипотезу, т.е. гипотезу о равенстве $b_i = 0$.

Если она подтверждается, то коэффициент b_i следует признать статистически незначимым и отбросить из искомой модели; если гипотеза не подтверждается, то соответствующий коэффициент b_i следует признать значимым и включить в модель.

Проверку гипотезы проводим с помощью t – критерия Стьюдента, который при проверке нуль-гипотезы формируется в следующем виде:

$$t = \frac{|b_i|}{\sqrt{S_{b_i}^2}} = \frac{|b_i|}{\sqrt{S_y^2}} \tag{3}$$

где $S_{b_i}^2$ – дисперсия ошибки определения коэффициента b ; t – коэффициент Стьюдента.

Дисперсию ошибки определения коэффициента b находим по формуле:

$$S_{b_i}^2 = \frac{S_y^2}{N} \tag{4}$$

где S_y^2 – сумма квадратов отклонений экспериментально найденного отклика от среднеарифметического значения; N – общее число опытов ротатбельного центрального композиционного планирования (в нашем случае $N=36$).

Доверительный интервал равен:

$$\Delta b_i = \pm t S_{b_j} \tag{5}$$

Если величина коэффициента регрессии (по модулю) превышает значение Δb_i , то коэффициент является значимым, если не превы-

шает – коэффициент является незначимым, и мы его исключаем из уравнения регрессии.

Чтобы найти значение Δb_i для каждого уравнения регрессии зададимся доверительной вероятностью. Пример доверительной вероятности 95%.

Число степеней свободы определяем по формуле:

$$f = N(k-1), \tag{6}$$

где N – число серий параллельных опытов; k – число параллельных опытов.

В нашем случае число серий параллельных опытов составляет 12 (опыты с 25 по 36 в таблице 2), а число параллельных опытов в каждой серии – 3. Тогда $f = 24$.

Из таблицы распределения Стьюдента находим, что при доверительной вероятности 95% (0,95) и $f = 24$, $t = 2,064$.

Найдено, что незначимыми являются следующие коэффициенты: $b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{24}$. Статистическая незначимость указанных коэффициентов может быть обусловлена следующими причинами: 1) уровень базового режима близок к точке частного экстремума по переменной X_i или по произведению переменных; 2) шаг варьирования выбран слишком малым; 3) указанные переменные имеют слабую функциональную связь с выходным параметром Y .

Таким образом, после исключения незначимых коэффициентов, получаем следующее уравнение регрессии:

$$Y = 82,50 - 2,21x_4 + 1,75x_1x_4 - 2,19x_3x_4 + 1,65x_1^2 + 1,03x_2^2 + 2,50x_3^2 - 6,47x_4^2 \tag{7}$$

Поверхность отклика от переменных X_1 и X_4 приведена на рисунке 2 а. Значения X_2 и X_3 были зафиксированы в центре плана ($X_2 = 0$; $X_3 = 0$). Поверхность отклика от переменных X_3 и X_4 приведена на рисунке 2 б. Значения X_1 и X_2 были зафиксированы в центре плана ($X_1 = 0$; $X_2 = 0$). Поверхность отклика от пе-

ременных X_1 и X_2 приведена на рисунке 2 в. Значения X_3 и X_4 были зафиксированы в центре плана ($X_3 = 0$; $X_4 = 0$). Поверхность отклика от переменных X_2 и X_3 приведена на рисунке 2 г. Значения X_1 и X_4 были зафиксированы в центре плана ($X_1 = 0$; $X_4 = 0$).

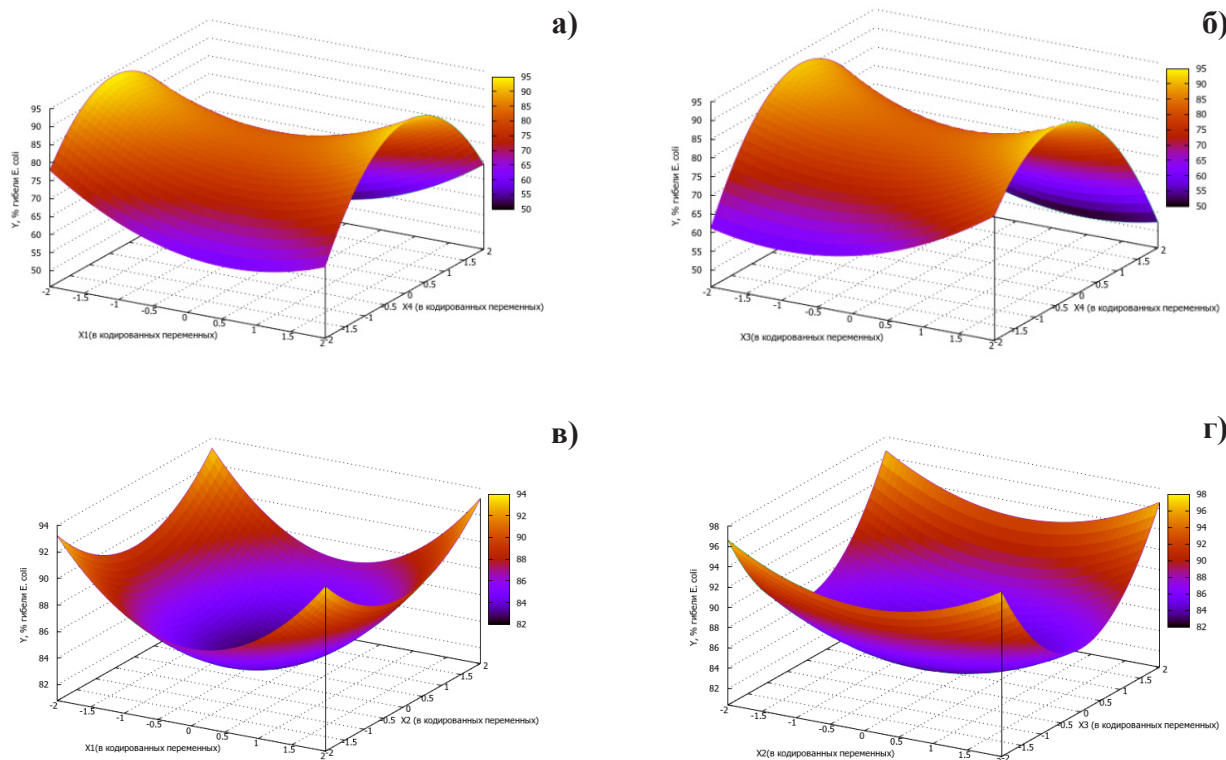


Рис. 2 – а) поверхность отклика (Y , % гибели *E. coli*) от изменения содержания дидециламмония хлорида (X_1 , %, в кодированных переменных) и дистиллированной воды (X_4 , %, в кодированных переменных); б) поверхность отклика (Y , % гибели *E. coli*) от изменения содержания глиоксаля (X_3 , %, в кодированных переменных) и дистиллированной воды (X_4 , %, в кодированных переменных); в) поверхность отклика (Y , % гибели *E. coli*) от изменения содержания дидециламмония хлорида (X_1 , %, в кодированных переменных) и глутарового альдегида (X_2 , %, в кодированных переменных); г) поверхность отклика (Y , % гибели *E. coli*) от изменения содержания глутарового альдегида (X_2 , %, в кодированных переменных) и глиоксаля (X_3 , %, в кодированных переменных)

Таким образом, наибольшее влияние на эффективность дезинфектанта оказывают парные взаимодействия компонентов, а не содержание компонентов по отдельности. Исключение составляет дистиллированная вода (x_4).

Для определения значений параметров переменных, обеспечивающих максимальное значение отклика (то есть максимальное значение % гибели *E. coli*) найден максимум функции с использованием программы Mathcad. Значения кодированных перемен-

ных затем были переведены в натуральные переменные. Максимальному значению Y соответствуют следующие значения концентраций компонентов (оптимальные значения):

- содержание дидециламмония хлорида – 9,8%;
- содержание глутарового альдегида – 9,7%;
- содержание глиоксаля – 7,7 %;
- содержание дистиллированной воды – 66,8%.

При соблюдении указанных условий гибель *E.coli* составляет $98,1 \pm 1,6\%$ (найдено из

эксперимента). Теоретически рассчитанное значение (по уравнению) составило 95,4%. Отклонение экспериментально найденной величины от теоретической составило 2,75%, что свидетельствует об адекватности модели.

Для изучения эффективности вновь сконструированного ДС проведены испытания на различных видах антисептических и дезинфицирующих препаратов. Работа проводилась в соответствии с «Методическими указаниями по проведению лабораторных предрегистрационных испытаний средств дезинфекции, предстерилизационной очистки, стерилизации и антисептиков» (утверждены Приказом МЗ РК № 133 от 4 ноября 2008 г.).

Использованы тест-штаммы микроорганизмов: *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Escherichia coli* № К-12, *Candida albicans* ATCC 10231, *B. cereus*, *Vibrio cholerae* O1 (75 M), *Yersinia pestis* EV, *Bacillus anthracis* Ценковского. Штаммы соответствуют требованиям, предъявляемым к тест-штаммам микроорганизмов, используемых при испытаниях эффективности дезинфицирующих средств. Штаммы культивировали на агаре и бульоне Хоттингера с рН -7,0±0,2 (рисунок 3).

В качестве интерферирующей субстанции использована 40% инактивиро-

ванная нормальная лошадиная сыворотка. Тест-объектами служили изделия медицинского назначения (резиновые, силиконовые, пластмассовые и металлические трубки, стекло, батистовые тесты, кафельная плитка – обработка поверхностей).

Для оценки эффективности средства при обеззараживании изделий медицинского назначения тест-объекты контаминировали взвешаями тест-штаммов микроорганизмов, выращенными на агаре Хоттингера в течение 24 часов при оптимальной температуре, концентрацией 2×10^9 м.к. в 1 мл 0,9%-ного раствора натрия хлорида. Для получения споровой формы культуры штаммов *B. cereus* и *Bacillus anthracis* Ценковского инкубировали в течение 7 суток при 37°C. В работе использовалась культура, содержащая не менее 70% спор (определяли в мазке, окрашенном по Граму).

После контаминации поверхностей микроорганизмами объекты орошали растворами испытуемого ДС. По истечении времени для дезинфекции контаминированные тест-объекты полностью погружали в пробирки с питательными средами и помещали в термостат для инкубирования в оптимальных условиях. В качестве контролей

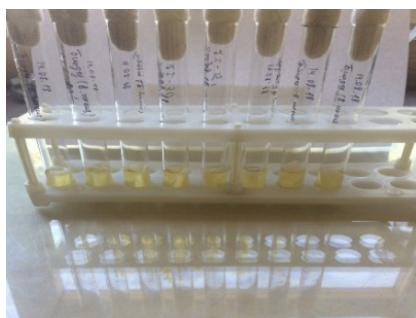
а) контаминация тест-объектов микробной взвесью



в) контаминация тест-объектов микробной взвесью



б) приготовление микробной взвеси



г) питательный бульон для контроля эффективности ДС

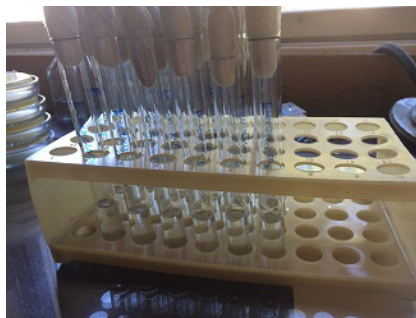
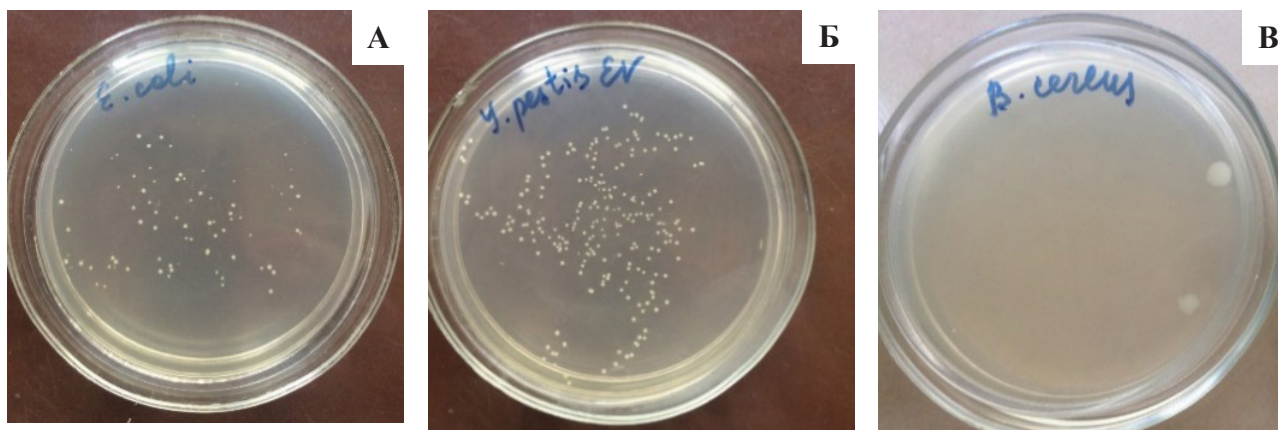


Рис. 3 – Тест-штаммы микроорганизмов

использовали тест-объекты, погруженные в стерильную водопроводную воду. Для моделирования органического загрязнения использовали дополнительную нагрузку проб 40% нормальной лошадиной сывороткой.

Результаты испытания бактерицидных, фунгицидных и спороцидных свойств ДС без белковой нагрузки идентичны результатам с белковой нагрузкой (рис.4).



А - Контроль колониеобразующих единиц (КОЕ) штамма *E. Coli*
 Б - Контроль КОЕ штамма *Y. pestis EV*
 В - Контроль КОЕ штамма *B. cereus*

Рис. 4 – Контроль штаммов

Таблица 3 – Эффективность ДС в отношении *St. aureus*, *E. coli*

Концентрация ДС, %	Длительность контакта, мин	<i>St. aureus</i> ATCC 6538				<i>E. coli</i>			
		Резина силиконовая	Стекло	Металл	ИМН/белье	Резина силиконовая	Стекло	Металл	ИМН/белье
0,25	60	0	0	0	0/0	0	0	0	0/0
0,5	30	0	0	0	0/*	0	0	0	0/*
	60	0	0	0	0/*	0	0	0	0/*
1	15	*	0	0	*/0	*	0	0	*/0
	30	0	0	0	0/*	0	0	0	0/*
Контроль культуры, КОЕ в 1 мл		6,3×10 ⁸				4,2×10 ⁸			
Примечание – * Режим не предусмотрен									

Результаты испытания эффективности свойств ДС представлены в таблицах 3-6.

В таблице 3 представлены результаты испытаний эффективности ДС по отношению к вегетативным формам микроорганизмов III-IV групп патогенности (возбудители внутрибольничных инфекций). Концентрации дезинфицирующего средства и временные экспозиции, указанные в таблице обеспечивают

обеззараживание объектов, контаминированных вегетативными формами микроорганизмов III-IV групп патогенности.

Эффективность дезинфицирующего средства в отношении особо опасных инфекций изучали на штаммах *Y. pestis EV*, *V. cholerae O1 75-M*. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Эффективность ДС в отношении *Y. pestis EV, V. cholerae OI 75-M*

Концентрация ДС, %	Длительность контакта, мин	<i>Y. pestis EV</i>				<i>V. cholerae OI 75-M</i>			
		Резина силиконовая	Стекло	Металл	ИМН/белье	Резина силиконовая	Стекло	Металл	ИМН/белье
2	60	0	0	0	*	0	0	0	*
Контроль культуры, КОЕ в 1 мл		6,7 × 10 ⁸				1,0 × 10 ⁹			
Примечание – * Режим не предусмотрен									

Таблица 5 – Эффективность ДС в отношении *C. albicans ATCC 10231*

Концентрация ДС, %	Длительность контакта, мин	<i>C. albicans ATCC 10231</i>				
		Поверхности	Стекло	Пластмассы	Металл	ИМН/Белье
0,5	15	0	0	0	0	*
Контроль культуры, КОЕ в 1 мл		6,3 × 10 ⁸				
Примечание – * Режим не предусмотрен						

Таким образом, обеззараживание 2% концентрацией ДС в течение не менее 60 минут обеспечивает дезинфекцию объектов, загрязненных особо опасными патогенами, не образующими споры.

Представленные в таблице 6 результаты испытаний эффективности свидетельствуют о фунгицидном действии ДС в отношении тест-штамма *C. albicans ATCC 10231*.

Результаты, представленные в таблице 6, свидетельствуют об эффективности растворов при работе со споровыми микроорганизмами II-IV групп патогенности. Стабильность

эффективности бактерицидного, спороцидного и фунгицидного действий ДС определяли в течение 5 суток.

Изделия медицинского назначения (шприцы, пробирки, чашки Петри, пипетки, скальпели, пинцеты, использованные для вскрытия 3 белых мышей) исследовали после дезинфекции 2% раствором в течение 30 мин. Замачивание изделий в дезинфицирующем растворе проводили при полном их погружении так, чтобы толщина слоя средства над инструментами была не менее 1 см. Полости изделий заполняли с помощью вспомога-

Таблица 6 – Эффективность ДС в отношении *B. cereus, B. anthracis Ценковского*

Концентрация ДС, %	Длительность контакта, мин	<i>B. anthracis Ценковского</i>				<i>B. cereus</i>			
		Резина силиконовая	Стекло	Металл	Пластмассы	Резина силиконовая	Стекло	Металл	Пластмассы
4	360	0	0	0	0	0	0	0	0
Контроль культуры, КОЕ в 1 мл		6,5 × 10 ⁷				8,7 × 10 ⁷			

ных средств, удаляя при этом пузырьки воздуха. По окончании заявленного времени каждое изделие промывали тампонами, ершами в этом же растворе и ополаскивали под проточной водой в течение 1-3 минут, а затем ополаскивали в емкости с дистиллированной водой в течение 1 минуты. Проводили контроль предстерилизационной очистки рабочим раствором реактива «Азопирам». В шприцы наливали 1 мл рабочего раствора «Азопирам» и через иглу пропускали на марлевую салфетку. Наблюдали за изменением цвета реактива «Азопирам» в течение 1 мин. С прошедшими предстерилизационную очистку изделиями изменение цвета раствора не наступило.

Таким образом, результаты представленных испытаний подтверждают эффективность нового ДС при предстерилизационной очистке инструментов медицинского назначения.

Одним из важных показателей ДС является его токсичность для лабораторных животных. «Токсичность» – это величина, которая показывает, насколько то или иное соединение опасно для здоровья и жизни млекопитающих и теплокровных существ. Также можно сказать, что токсичность – это спо-

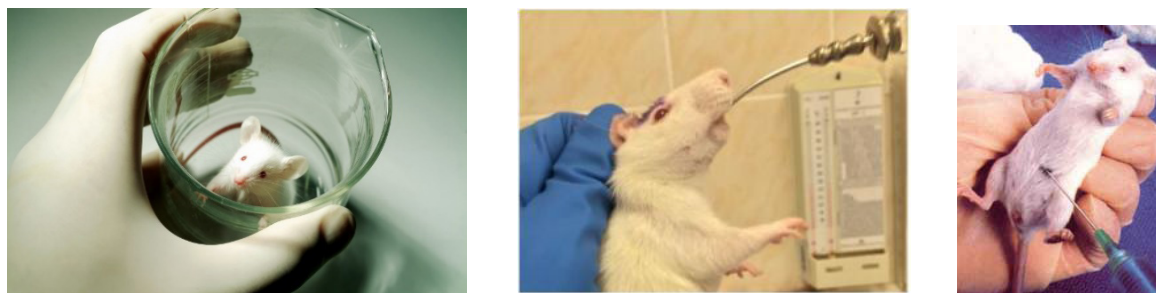
собность того или иного соединения вызывать необратимые изменения в состоянии здоровья людей, животных или растений. Вычисляется данный показатель как обратное значение средней смертельной дозы того или иного агента. Существуют следующие классы токсичности.

Токсичность вновь сконструированного ДС на основе альдегидов, аминов, хлорсодержащих веществ оценивали путем определения средне-смертельной дозы (LD_{50}) при введении в желудок и нанесении на кожу для четырех рабочих доз (методика по Tainter) – 1000 мг/кг, 2000 мг/кг, 3000 мкг/кг и 4000 мг/кг.

Исследования проводили в опытах на здоровых белых мышах массой 18-22 г. Подопытных животных брали одной линии, вида, возраста, обоего пола, одинаковых весовых характеристик, SPF (свободные от патогенной флоры) - категории методом случайной выборки, по 6 белых мышей на каждую дозу. В желудок препарат вводили зондом по 0,5 мл; на кожную поверхность спинки животных аппликации препарата наносили на предварительно выстриженный участок 2×2 см на 4 часа из расчета 20 мг/см².

Таблица 7 – Токсикологические показатели дезинфицирующих средств

Наименование показателя	Модельная среда	Обнаруженная концентрация	Допустимая концентрация	НД на методы исследований
Токсикологические:				
- средняя смертельная доза (LD_{50}) при введении в желудок - класс опасности	Водный раствор	2000 мг/кг 3 класс (умеренно опасные вещества)	151-5000 мг/кг 3 класс (умеренно опасные вещества)	Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.007-76
- средняя смертельная доза (LD_{50}) при нанесении на кожу - класс опасности	Водный раствор	>2500 мг/м 4 класс (малоопасные вещества)	>2500 мг/м 4 класс (малоопасные вещества)	Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.007-76



А) взвешивание белой мыши
 Б) определение воздействия ДС путем введения в желудок
 В) определение воздействия ДС путем нанесения на кожу

Рис. 8 – Определение токсичности ДС

Срок наблюдения за животными после острого воздействия составил 14 дней (рис. 8). Во время опыта тщательно следили за проявлением симптомов интоксикации: клинические симптомы и общее состояние животных (вес, аппетит, температура тела, поведение животных).

Согласно полученных результатов, средство по степени воздействия на организм относится к 3 классу умеренно опасных веществ при введении в желудок и 4 классу малоопасных веществ при нанесении на кожу по Межгосударственному стандарту ГОСТ 12.1.007-76. Средство оказывает выраженное местно-раздражающее действие, вызывает умеренное раздражение кожи и слизистых оболочек глаз, обладает умеренными сенсибилизирующими свойствами.

Проведенные лабораторные испытания эффективности и токсичности вновь созданного ДС на основе альдегидов, аминов, хлорсодержащих веществ свидетельствуют о том, что оно может использоваться для проведе-

ния текущей и заключительной дезинфекции в лечебно-профилактических, детских и коммунальных учреждениях, предприятиях общественного питания, для дезинфекции изделий медицинского назначения, лабораторной посуды.

Таким образом, методом ротатабельного центрального композиционного планирования эксперимента изучено влияние концентрации активных компонентов на эффективность дезинфицирующего средства и определен оптимальный состав ДС на основе альдегидов, аминов, хлорсодержащих веществ (дидециламмония хлорид - 9,8%; глутаровый альдегид - 9,7%; глиоксаль - 7,7%; дистиллированная вода - 66,8%). Выявлено, что наибольшее влияние на эффективность дезинфектанта оказывают парные взаимодействия компонентов, а не содержание компонентов по отдельности. Отклонение экспериментально найденной величины от теоретической составило 2,75%, что свидетельствует об адекватности модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гельфанд Б.Р. Кандидозная инфекция в хирургии и интенсивной терапии // Клинич. антибиотикотерапия. – 2002. – № 2 (16). – С. 23-30.
2. Junpeng Zhang^a, Weiying Li, Jiping Chenc, Feng Wang^b, Wanqi Qic, Yue Li // Environmental Pollution, v. 246, March 2019, pp.131-140
3. Günter Kampf // Infection Prevention in Practice, 12 February 2020, s.100044
4. Yu Shi, Ning Yang, Li Zhang, Ming Zhang, Hong-Hong Pei, Hai Wang // American Journal of Infection Control, v. 47, Issue 10, October 2019, pp 1255-1262

5. Dong U ,Park Seung,Hun Ryua Heung,Kyu Lim Sun,Kyung Kim Ye-Yong ,Choi Jong,Ju Ahn Eun, Leed Sang,Bum Honge Kyung,Hyun Do Jae-lim // Science of The Total Environment , v. 596–597, 15 October 2017, pp.53-60
6. Weiyang Li,Junpeng Zhang,Feng Wang,Lin Qian,Yanyan Zhou,Wanqi Qi,Jiping Chen // Chemosphere ,v. 202, July 2018, pp.586-597
7. Claudia Cortesiaa, Teresita Bello, Gustavo Lopez, Scott Franzblau ,Jacobus de Waard, Howard Takiffa // Brazilian Journal of Microbiology ,v. 48, Issue 1, January–March 2017, pp.151-158
8. Yingying Hong, Peter J.Teska , Haley F.Oliver // American Journal of Infection Control,v. 45, Issue 11, 1 November 2017, pp.1284-1285
9. Maryline Girard, Kirsten Mattison, Ismail Fliss, Julie Jean // International Journal of Food Microbiology,v.219, 16 February 2016, pp.7-11.

УДК 620.22
МРНТИ 29.19.22

ГИДРОФОБТЫ ЖӘНЕ МЕТАЛДЫҚ КҮЙЕ НЕГІЗІНДЕ «BACKYPAPER» ЖАСАУ

НАЖИПҚЫЗЫ М.

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Жану проблемалары институты

Аңдатпа: Ұсынылып отырған жұмыста гидрофобты және металдық қасиеті бар күйе негізінде «backypaper» жасалынды. Пропан-бутан газ қоспасы жалынның жануы барысында түзілген күйенің гидрофобты қасиеті зерттелініп, синтезделген күйеге металдық қасиет берілді. Металдық қасиетті күйеге беру үшін, күйе үлгілері темір тұзының қаныққан ерітінділерімен өңделді. Күйе үлгілерін зерттеу барысында, олардың гидрофобтылық, әрі металдық қасиеті бар екендігі орнықтырылды. Алынған күйенің құрылымы туралы толық ақпарат алу үшін, жиналған күйе физика-химиялық (жарықты комбинациялық шашырату, жарықтандырғыш электрондық микроскоп) әдістермен зерттелінді.

Түйінді сөздер: синтез, күйе, гидрофобтылық, металдық, қасиет, гидрофобты материалдар

CREATION OF «BACKYPAPER» ON THE BASIS OF HYDROPHOBIC AND METALLIC SOOT

Abstract: In this paper it was created «backypaper» based on soot having hydrophobic and metallic properties. The hydrophobic properties of soot formed during the combustion of a propane-butane gas mixture were studied, and metal properties were given. In order to give the metallic properties to the soot, they were treated with saturated solutions of iron salts. In the study of soot samples, it was found that they have both hydrophobic and metallic properties. It was investigated collected soot by physicochemical methods (Raman spectra, transmission electron microscopy) for establish a complete information about the structure of sample.

Key words: synthesis, soot, hydrophobicity, metallic properties, hydrophobic materials

СОЗДАНИЕ «BACKYPAPER» НА ОСНОВЕ ГИДРОФОБНОЙ И МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ САЖИ

Аннотация: В предлагаемой работе была создана «backypaper» на основе сажи с гидрофобными свойствами. Изучены гидрофобные свойства сажи, образующейся при сжигании пропан-бутановой газовой смеси, и придавались им металлические свойства. Для придания им металлических свойств образцы сажи обрабатывали насыщенными растворами солей железа. При исследовании образцов сажи было установлено, что они обладают как гидрофобными, так и металлическими свойствами. Для установления полной информации о структуре получаемой сажи полученная сажка была исследована физико-химическими методами (Комбинационное рассеяние света, просвечивающий электронный микроскоп).

Ключевые слова: синтез, сажка, гидрофобность, металлические свойства, гидрофобные материалы

Кіріспе

Васкурарег (көміртекті парақ) – көміртекті нанотүтікшелердің агрегатына негізделген жұқа қабықша тәріздес болып келеді. Нанотүтікшелер адамның шашынан 50 000 есе жұқа, бұл жоғары механикалық және электрлік қасиеттерді көрсетеді, бұл оны жанармай жасушалары мен композициялық қолдануға қолайлы етеді. Ол аэроавтика және медициналық секторды қоса алғанда, қолдану аясының спектрі кең: өрттен қорғау; теледидар экрандары; жылу өткізгіш; сүзу; қалқан; мата жасау; батареялар және т.б. Нақты өмірде қолдану үшін оның қасиеттерін жақсарту және өндіріс құнын төмендету үшін көптеген зерттеулер әлі де жүргізілуде. Таяу жылдары бұл материал өзіндік ерекшеліктеріне байланысты технологиялар әлеміне жаңалық енгізеді [1-3].

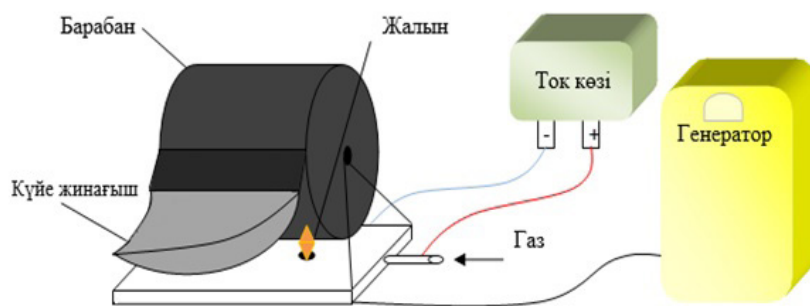
Васкурарег (көміртекті парақ) ертедегі ескі машинкадағы көміртегі қағазына ұқсайды, бірақ болаттың балама массасынан әлдеқайда күшті. Васкурарег дайындалу барысында қабаттасып, сығылған кезде, алынған материал болаттан 500 есе күшті, салмақтың оннан бір бөлігіне тең болады. Сонымен қатар, ол тиімді жылу өткізгіштікке және оптикалық шағылыстыруға ие. Әдетте, васкурарег (көміртекті парақ) вакуумды сүзу арқылы дайындалады да қалыңдығы біркелкі болатын қабықшаларды алуға мүмкіндік береді. Алайда кластерлердің болуы ерітіндідегі көміртекті нанотүтікшелердің нашар дисперсиясын және / немесе көміртекті нанотүтікшелердің ерітіндісін сүзу үшін қолданылатын мембрананың кеуек мөлшері жеткіліксіз екенін көрсетуі мүмкін [1].

Көміртегі әрқашан өмір үшін маңызды элемент екендігі баршамызға аян. Ол көп уақыттан бері белгілі еді, сол себепті, қымбат алмас пен майлау графитінен бастап күңгірт күлге, қара шамға, кокске және көмірге дейін, әртүрлі физикалық нысандарда немесе аллотроптарда кездеседі. Фуллерен, көміртекті нанотүтікшелер және графен сияқты танымал болған және кейіннен жасанды түрде дамыған нысандар материалтану саласындағы маңызды кезең болып табылады және болашаққа үлкен мүмкіндіктер береді.

Күйе, шамның күйесі, көмір, кокс және т.б. атомдардың жүйелі орналасуы болмағандықтан, табиғатта аморфты болып келеді.

Гидрофобты материалдар тасты, кірпішті, бетон мен беттердің сылағын судың зиянды әсерінен және атмосфералық құбылыстардың әсерінен қорғау үшін қолданылатын материалдар болып саналады. Осы сияқты ылғалдылықтың алуан түрлі зиянды әсерлерінің салдары құрылыс материалдарының қирауына әкелетіндіктен, өндірісі пайдалы және қолдануға тиімді болатын, гидрофобты композициялық материалдарға деген сұраныс жылдан жылға артуда.

Құрылыс ғимараттарының қирауының негізгі себептерінің бірі ылғал болғандықтан, суға төзімді материалдарды жасау қазіргі таңдағы өзекті мәселе болып есептеледі. Көмірсутекті отындардың жануы барысында арнайы шарттарда түзілетін күйе аса гидрофобты қасиетке ие, оны ары қарай гидроизоляциялық материалдарға толтырғыш ретінде пайдаланылады. Соңғы кездері гидрофобты күйені жалында синтездеумен байланысты



1 сурет – Гидрофобты күйе синтезіне арналған қондырғының сызба нұсқасы

көптеген жұмыстар ашық жарияланымдарда шығарыла бастады [4-6].

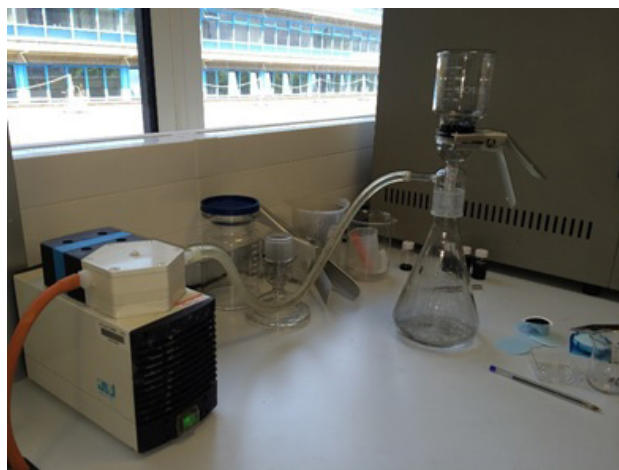
Ұсынылған жұмыста гидрофобты және әрі гидрофобты, әрі металдық қасиеті бар күйе синтезделініп, олардың негізінде «backuraper» (көміртекті парақ) жасалынған.

Тәжірибелік бөлім

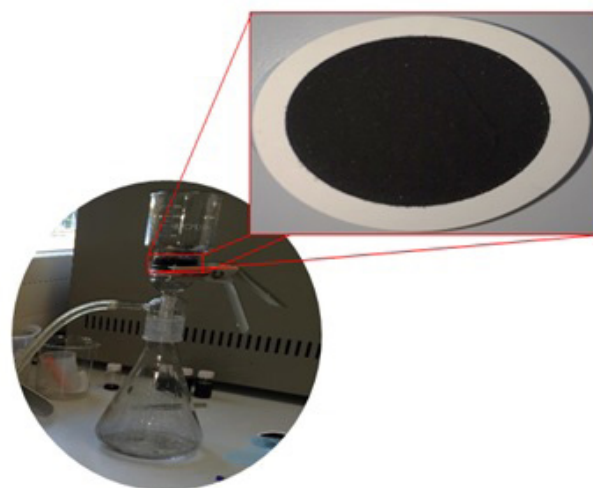
Пропан-бутан жалынында электр өрісінің әсерімен гидрофобты күйені синтездеуге арналған құрылғының жалпы сызба нұсқасы 1-ші суретте келтірілген.

1-ші суретте көрсетілгендей, айналып тұратын «барабан» тәріздес жанарғының барабанына күйе түзіліп, түзілген күйе арнайы күйе жинағышқа жиналып отырды. Арнайы генератор диаметрі 12,5 см, биіктігі 13,5 см болат барабанды қозғалысқа келтіреді. 1кВ электр өрісінің берілуі кезінде, пропан-бутан қоспасының жануы нәтижесінде гидрофобты күйе синтезделді. Жанғыш қоспаны беру жылдамдығы 70 см³/мин құрады. Барабан мен жанарғы арасындағы қашықтық 2 см-ге тең болды.

Нәтижесінде алынған гидрофобты және металдық қасиеті бар күйе негізінде «backuraper» жасау үшін, диаметрі шамамен 47 мм болатын фильтрлеуші мембрана қолданылды. Ал оның қалыңдығы даярланған ерітіндідегі күйе мөлшеріне байланысты қадағаланды. Жақсы араластырылған ерітінділер біртекті қалыңдыққа, жоғары беріктілікке және күйенің парақ құрылымының барлық бетіне біркелкі таралуына қол жеткізуге мүмкіндік береді. «Backuraper» жасау үрдісі екі сатыдан тұрады: суспензия және фильтрация.



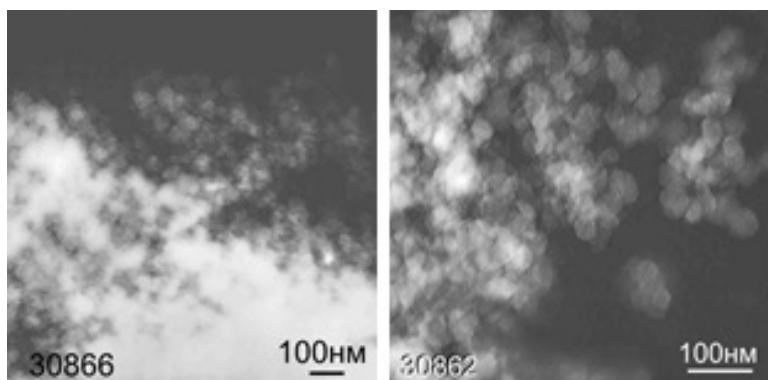
2 сурет – «BUCKYPAPER» алуға арналған құрылғы суреті



3 сурет – Алынған «BUCKYPAPER» көрінісі

Зерттеу нәтижелері

Алынған гидрофобты күйе үлгілерінің жарықтандырғыш микроскоптық көрінісі 4-ші суретте келтірілген.



4 сурет – Гидрофобты күйе үлгілерінің жарықтандырғыш микроскоптық көрінісі

4-ші суреттен көрініп тұрғандай, үлгі доминантты домалақ (зерттелінген торда шамамен 70%) және қабықшалы (шамамен 30%) түзілімдерден тұрады. Көлемді агрегаттарда жиналған дөңгелектенген жалпақ бөлшектердің мөлшері 35-50 нм (30866, 360862).

Алынған гидрофобты күйеге металдық қасиет бергеннен кейін, үлгілердің жарықтандырғыш микроскоптық көрінісінде темір фазасының микрокристалдары бар екендігі байқалған. Оны 5-ші суреттен көре аламыз.

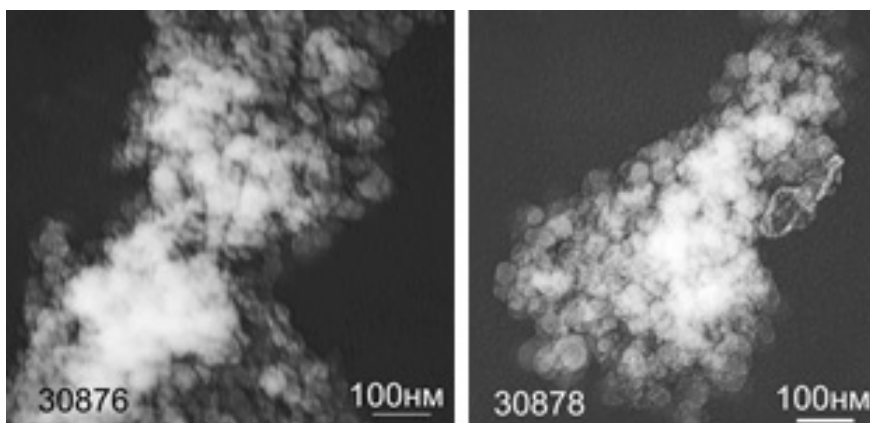
Үлгінің барлық дерлік дөңгелектенген бөлшектерден тұратын бөлігі (шамамен 90%) агрегирленген (жинақталған) (30876). Агрегаттың 50% шар тәрізді (200-300 нм) және 50% тікбұрышты – жалпақ пішінді. Микродифракциялық көріністердің көп бөлігі құрылымдық реттелмеген болып келеді. Гидрофобты күйе үлгісімен салыстырғанда (4-ші сурет), әрі гидрофобты және металдық

қасиеті бар (5-ші сурет) күйе үлгісінде темір фазасының микрокристалдары бар екендігін байқауға болады.

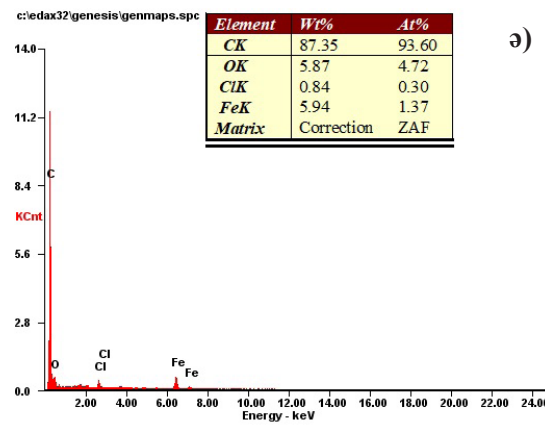
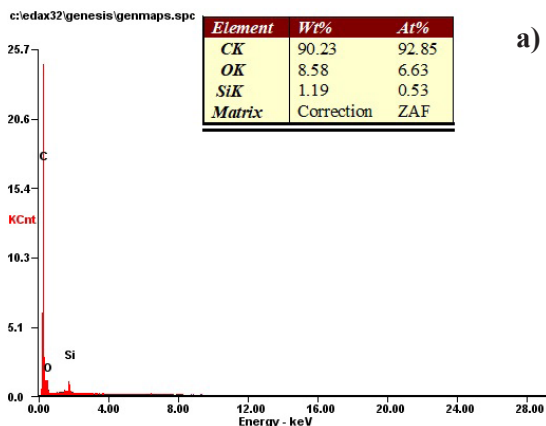
Күйеге металдық қасиеттің берілгендігіне көз жеткізу үшін элементтік талдау жүргізілді. 6-шы суреттен үлгілердің элементтік талдау (EDAX) нәтижелерін байқаймыз.

6-ші а, суреттен байқағанымыздай, үлгі құрамында, көміртегі 90,23%; оттегі 8,58%; кремний 1,19% үлесті құраса, ал 6-ші ә, суретте, әрі гидрофобты, әрі металдық қасиеті бар күйе үлгісінің құрамында көміртегі 87,35%; оттегі 5,87%; хлор 0,84%; темір 5,94% үлесті құраған.

EDAX нәтижелерін салыстыратын болсақ, б, а - суретке қарағанда, б, ә - суретте металл тұзы есебінде темір хлоридін пайдаланғандықтан, үлгі құрамында (Fe) темір мен (Cl) хлордың үлесінің бар екендігі білінеді.



5 сурет – Гидрофобты әрі металдық қасиеті бар күйе үлгілерінің жарықтандырғыш микроскоптық көрінісі



6 сурет – Гидрофобты қасиеті бар күйе үлгісі (а) және әрі гидрофобты, әрі металдық қасиеті бар күйе үлгісінің (ә) элементтік талдау нәтижелері

Қорытынды

Зерттеулер барысында гидрофобты және гидрофобты, әрі металдық қасиеті бар күйе синтезделініп, олардың негізінде «backpaper» жасалынған. Сондай-ақ синтезделген күйеге қосымша металдық қасиеттің

берілуі, оның өткізгіштігінің артуына септігін тигізеді. Алынған гидрофобты, металдық қасиеті бар, күйе негізіндегі «backpaper»-ларды батареяларға арналған электродтар жасауда, пьезодатчиктерде пайдалануға болады.

Алғыс

Бұл жұмысты Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі АРН№05133836 жобасының, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті мен Жану проблемалары институты қолдағаны үшін алғыс білдіреміз.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Potnis S. From carbon to backpaper. *Resonance*. 2017, 22(3). – С. 257–268.
2. Bruno Ribeiro, Edson Cocchieri Botelho, Michelle Leali Costa and Cirlene Fourquet Bandeira. Carbon nanotube buckypaper reinforced polymer composites: a review. *Polímeros*, 27(3), 201. – С. 247-255.
3. Faiza Khanab, Ayesha Kausara, Muhammad Siddiqb. A Review on Properties and Fabrication Techniques of Polymer/Carbon Nanotube Composites and Polymer Intercalated Buckypapers. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*. Taylor & Francis. 2015. – P. 1-62.
4. Нажипқызы М., Мансуров З.А., Пури И.К., Лесбаев Б.Т., Шабанова Т.А., Цыганов И.А. Получение супергидрофобной углеродной поверхности при горении пропана//Нефть и газ. – 2010. – № 5(59). – С. 27-33.
5. Sen S., Puri I.K. Flame synthesis of carbon nanofibers and nanofiber composites containing encapsulated metal particles. *Nanotechnology*. – 2004. - №15(3). - P. 264-268.
6. Nazhipkyzy M., Lesbayev B., Mansurov Z., Arapova A., Baidaulova D., Solovyova M., Prikhodko N.G. Creation based on superhydrophobic soot waterproofing materials obtained in flames. *Advanced Materials Research*. 2012, V.535-537. - P.1437-1440.

УДК 54.057:661.722
МРНТИ 31.15.28

СУТЕГІ ӨНДІРІСІ ҮШІН ЭТАНОЛДЫ СУ БУЫМЕН КОНВЕРСИЯЛАУДЫҢ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫ: ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

НАУРЗКУЛОВА С.М.¹, МАСАЛИМОВА Б.К.¹, АРАПОВА М.В.²

¹М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті
²Г.К. Боресков атындағы катализ институты, Новосібір, Ресей

Аңдатпа: Сутегі болашақтың отыны ретінде қарастырылады, өйткені ол экологиялық таза энергия тасымалдаушысы және қарқынды дамып келе жатқан әртүрлі отын ұяшықтар технологиясында маңызды қолданысқа ие. Бүгінгі күнде сутектің 96% қазбалы отын көздерінен алынады, бірақ сутекті биожаңартылатын шикізатты, бірінші кезекте этанолды (ЭБК) булы конверсиялау сияқты жасыл химияның тиімді үрдісі арқылы өндіруге болады. Бұл технологияны кеңінен қолдануға қолданыстағы катализаторлардың кемшіліктері кедергі келтіруде: қарқынды зерттеулерге қарамастан, бүгінде биоотынды су газы мен сутегіне айналдыратын белсенді, талғамдылығы жоғары, тұрақты және экономикалық тиімді катализаторлар жоқ деуге болады. ЭБК үрдісі ауыспалы (Ni, Co, Cu) және асыл металдарға (Pd, Pt, Rh, Ru) негізделген катализаторларда кеңінен зерттелген. Асыл металды катализаторлар ЭБК үрдісінде жоғары белсенділік пен селективтілікті көрсетті, бірақ олардың экономикалық тиімділігі туралы мәселе әлі де қарастырылуда. ЭБК үрдісінде никель және кобальтқа негізделген арзан және жоғары белсенді катализаторлар салыстырмалы түрде кеңінен пайдаланылуда. Алайда күйенің түзілуі және белсенді компоненттің пісіп қалуы катализаторлардың тез залалсыздандырылуына әкеледі. Соңғы жиырма жыл ішінде ЭБК катализаторларының белсенділігі, селективтілігі және тұрақтылығын арттыру мақсатында, сонымен қатар реакция механизмін анықтау үшін көптеген зерттеулер жүргізілді. Бұл шолуда ЭБК үрдісінің ауыспалы металдарға негізделген тиімді катализаторын жасаудағы белгілі зерттеулердің нәтижелері жинақталған.

Түйінді сөздер: эбулы конверсия, каталитикалық жүйелер, реакция механизмдері, этанол

КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ ЭТАНОЛА: ОБЗОР

Аннотация: Водород рассматривают в качестве топлива будущего, поскольку он является экологически чистым энергоносителем и играет важную роль в быстро развивающейся технологии различных топливных элементов. На сегодняшний день, 96% водорода получают из ископаемых источников, однако водород может быть получен в таком перспективном процессе зеленой химии, как паровая конверсия биовозобновляемого сырья, в первую очередь – этанола (ПКЭ). Широкое применение этой технологии сдерживают недостатки существующих катализаторов: несмотря на интенсивные исследования, на сегодняшний день не существует активных, селективных и стабильных рентабельных катализаторов трансформации биотоплив в синтез-газ и водород. Процесс ПКЭ детально изучен для катализаторов на основе переходных (Ni, Co, Cu) и благородных металлов (Pd, Pt, Rh, Ru). Катализаторы на основе благородных металлов показали высокую активность и селективность в процессе ПКЭ, однако их рентабельность остается под вопросом. Относительно недорогие и высокоактивные катализаторы на основе никеля и кобальта широко используются в процессе ПКЭ. Однако образование кокса и спекание активного компонента приводят к быстрой дезактивации катализаторов. За последние два десятилетия проведено множество исследований с целью повышения активности,

селективности и стабильности катализаторов ПКЭ, а также определения механизма реакции. Этот обзор суммирует известные результаты исследований по разработке эффективного катализатора процесса ПКЭ на основе переходных металлов.

Ключевые слова: паровая конверсия, каталитические системы, механизм реакции, этанол

CATALYSTS FOR HYDROGEN PRODUCTION USING THE ETHANOL STEAM CONVERSION: A REVIEW

Abstract: Hydrogen is considered as a fuel of the future because it is a clean energy carrier and has important application in the fast expanding fuel cell industry. Today, 96% of hydrogen is obtained from fossil sources, however, it can be produced in such a promising process of green chemistry as steam reforming of bio-renewable raw materials, primarily ethanol (ESR). The widespread use of this technology is constrained by the disadvantages of existing catalysts: despite intensive research, today there are no active, selective and stable cost-effective catalysts for biofuels reforming into synthesis gas and hydrogen. The ESR process has been studied in detail for catalysts based on transition (Ni, Co, Cu) and noble metals (Pd, Pt, Rh, Ru). Noble metal catalysts have shown high activity and selectivity in the ESR process, but their profitability is doubtful. Relatively inexpensive and highly active catalysts based on nickel and cobalt are widely used in the SCE process, however, coke formation and sintering of the active component lead to their rapid deactivation. Over the past two decades, many studies have been conducted to increase the activity, selectivity and stability of ESR Ni- and Co-containing catalysts, as well as determine the reaction mechanism. This review summarizes the results of studies on the development of an effective catalyst for a transition metal-based ESR process.

Key words: steam reforming, catalytic systems, reaction mechanism, ethanol

Кіріспе

Бүгінгі таңда сутегі әртүрлі энергия мен жылу генераторлары үшін ең экологиялық таза отын болып табылады (отын ұяшықтары, ішкі жану қозғалтқыштары, жылжымалы электр станциялары) [1]. Құрамында көп энергия болуына қарамастан сутегі қолданыста ешқандай зиянды заттар бөлмейді. Сутегі табиғатта бос күйінде кездеспейді, сондықтан оны көмірсутектерден, судан немесе сутек құрамды қосылыстардан өндіру қажет. Қазіргі уақытта сутегі өндірісі төрт негізгі әдіске негізделген: суды электролиздеу, көмірді газдандыру, ауыр жанармайларды жартылай тотықтыру және табиғи газдар мен биоотындарды булы конверсиялау. Қазақстанда сутегі, суды электролиздеу және метанды булы конверсиялау әдістері арқылы өндірілуде. Алайда сутегін суды электролиздеу әдісі арқылы өндіру, электр энергиясын өте көп мөлшерде тұтынуына байланысты өте қымбатқа түседі. Ал табиғи газдарды булы конверсиялау әдісі арқылы сутегін

өндіруде, қосымша зиянды көмірқышқыл газы түзіледі. Сондықтан сутегі өндірісі үшін табиғи отындарды тұрақты шикізат ретінде пайдалану ғалымдардың алаңдаушылығын туғызуда. Осы мәселеге байланысты, соңғы жылдары сутегін жаңартылатын отын көздерінен өндіру зерттеушілердің үлкен қызығушылығын тудырды. Биомаса – шикізат ретінде көптеген ғылыми зерттеулердің тақырыбы ғана емес, сонымен қатар кейбір елдерде дәстүрлі қазба энергия көздерін алмастыруда. Биомасадан сутегін тікелей газдандыру үрдісі немесе «биомаса → сұйық биотын → сутегі» сатылы түрлендіру арқылы өндіруге болады [2]. Екінші әдіс біріншісіне қарағанда, тиімдірек және шикізатты сақтау мен тасымалдау құнын төмендетуге мүмкіндік береді. Жаңартылатын отындардың ішінде биоэтанол табиғатының тұрақтылығы және улылығы төмен қасиеттерімен сутегіні өндірісі үшін шикізат ретінде назар аудартты.

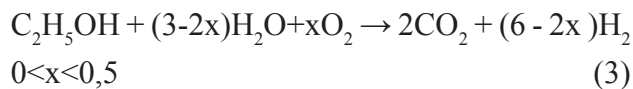
Биоэтанолды өндіру үшін әртүрлі шикізат түрлері қолданылады, оларды 3 негізгі топқа жіктеледі: крахмал және қант бар шикізат, лигноцеллюлозды шикізат және балдырлар. Крахмал және қант құрамды шикізаттардан биоэтанол алу өндірісін баламалы отын өндірісінің дамуындағы алғашқы қадам деп санауға болады. Қазақстан ірі ауылшаруашылық аймақ ретінде, сутегі өндірісін негізгі биомасалық шикізат көзімен қамтамасыз ете алатын, ауаны ластаушы зиянды газдарсыз сутегі өндірісін дамытуда потенциалы жоғары мемлекет.

Сутегі өндірісінде, асыл металды және ауыспалы металды катализаторлар (Co, Ni, Cu, Rh, Ru, Pt, Pd) сутегі өнімінің шығым мөлшері жоғары болғандықтан, белсенді катализаторлар ретінде қолданылуда [3]. Сутегінің өнеркәсіптік өндірісінде асыл металды катализаторлар құнының жоғарылығына байланысты қолдануға тиімсіз. Ауыспалы металды катализатор арзан, жоғары өнімді және қолжетімді болғандықтан, этанолдың булы конверсиялау үрдісінде жоғары деңгейде зерттелуде. Оларды өнеркәсіпте пайдалануға кедергі келтіретін негізгі мәселе катализаторлардың күйеленіп және соның салдарынан олардың тез жарамсыздануы болып табылады. Аталған еңбекте асыл және ауыспалы металдарға негізделген катализаторлар, соның ішінде сутегі өндірісінде кең қолданыстағы ауыспалы металдар негізіндегі катализаторлардың каталитикалық қасиеттері, күйенің пайда болу және реакция механизмдері туралы зерттеушілердің соңғы 10 жылдағы жұмыстарына шолу қарастырылды. Зерделенген нәтижелер бойынша, белсенді металдың бөлшектерінің өлшемі, тотығу дәрежесі, тасымалдаушының қышқылдық-негіздік және тотықсыздану қасиеттері, сонымен қатар промотрды дұрыс таңдау күйенің және жанама өнімдердің пайда болуын азайтудың маңызды факторлары екендігі анықталды.

Этанолдан сутекті алу үрдістері

Сутекті этанолдан өндірудің үш негізгі үрдісі белгілі: булы тотығу (1), жартылай то-

тығу (2) және жартылай булы тотығу немесе автотермиялық тотығу (3) [4]:



Этанолдың булы конверсиясы сутегінің жоғары шығымын қамтамасыз етеді, осыған байланысты бүгінде өнеркәсіпте өндірілетін сутегінің 90%-дан астамы табиғи газдарды булы конверсия үрдісі негізінде өндіріледі. Бірақ бұл реакция эндотермиялық болып табылады, сондықтан катализ үрдісінде жоғары жұмыс температурасын қажет етеді.

Жартылай тотығу – экзотермиялық процесс. Реакция салыстырмалы төмен температурада этанолдың жану реакциясы нәтижесінде басталады және стационарлық күйге жеткенде, қосымша жылу беруді қажет етпейді [5]. Процестің тиімділігі сонымен қатар атмосфералық оттегіні тотықтырғыш ретінде қолдану арқылы қамтамасыз етіледі. Қолданыстағы әдістермен салыстырғанда, бұл әдістің басты кемшілігі – сутегінің шығымы салыстырмалы түрде төмен [6]. Сондай-ақ катализатор қабатында ыстық аймақтардың пайда болуы катализатордың пісіп қалуы, соның салдарынан жарамсыздығына әкелуі мүмкін.

Этанолды жартылай булы тотығу реакциясы булы және жартылай тотығу реакцияларын біріктіреді. Бұл олардың салыстырмалы жылдамдықтарын термиялық бейтарап жұмыс жағдайларына қол жеткізу үшін реттеуге мүмкіндік береді (яғни, автотермиялық риформинг). Бұл бастапқы шикізаттағы су және оттегінің құрамына байланысты сыртқы жылу көзіне деген қажеттілікті жояды.

Жоғарыда аталған процестердің тиімділігін арттыратын технологиялар бар, мысалы, CO₂ газын немесе сутекті реакция қоспасынан немесе реактордың шығысында тікелей алу. Мұндай жағдайларда сутегі шығымы 99% жетуі мүмкін [7]. Алайда бұл қадам белсенділігі мен тұрақтылығы процесті тиімді жүргізудің негізгі параметрлері болып табы-

латын катализатордың жұмысын оңтайландырғаннан кейін ғана тиімді.

Этанолдың су буымен конверсиялау реакциясының механизмдері

Этанолдың булы конверсиясының негізгі реакциялық жолына үш реакция кіреді: этанолдың дегидрленуі (4), ацетальдегидтің булы конверсиясы (5) және су газын ауыстыру реакциясы (WGS) (6) [8-10, 42, 43].

Негізгі реакция жолдары:

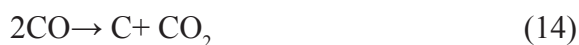


Төмен температурада этанолдың дегидратациялау (4) реакциясы жүреді, реакция нәтижесінде ацетальдегид пен сутегі түзіледі. Реакция температурасының жоғарылауы этанолдың конверсиясының жоғарылауына ғана емес, сонымен қатар сутегі мен COx-тің де талғамдылығының жоғарылауына әкеледі, себебі ацетальдегидің булы конверсиясы және су газының ауысу реакциялары жүйелі түрде жоғары температурада өтеді.

Жанама реакциялар:



Күйенің түзілу реакциялары:



Этанолды булы конверсиялау реакциясында негізгі реакциялармен бірге жанама реакциялар қатар жүреді, мысалы, этанолдың дегидратациялануы (7), ацетальдегидтің ыдырауы (8), ацетонның түзілуі (9), альдолдардың конденсациясы және күйенің түзілуі. Көп жағдайда ацетальдегидтің ыдырауы тоқтатылады, өйткені ол белсенді емес метанды бөледі және сутегі селективтілігін

төмендетеді. Ацетальдегидтен адсорбцияланған ацетат бөлшектерінің түзілуіне ықпал ету, негізінен ацетальдегид буларының конверсиясын жоғарылатуға және ацетальдегидтің CH_4 -ке дейін ыдырауына кедергі келтіретіні анық [11]. CO (11) немесе CO (12)-нің H_2 қатысында метандану реакциялары, бұл сутегіні шығындайтын қажетсіз реакциялар, бірақ бұған дейінгі мәлімдемелерде реакцияның тек Co негізді катализаторларда ғана аз көлемде жүретіндігі айтылған [11]. Этанолды булы конверсиялау үрдісінде этиленнің ыдырауы (13), метанның ыдырауы (14) және CO диспропорциясы (Будуар реакциясы(15)) сияқты күйенің түзілуінің бірнеше реакциялары жүреді. Этилен мен метанның түзілуін басу және су газын ауыстыру реакциясын промотрлеу күйенің түзілуін болдырмайды [10,42,43]. Бу/этанолдың молярлық қатынасы күйенің түзілуін болдырмаудың маңызды құралы ретінде мәлім: күйенің түзілуін, әдетте, бу/этанолдың молярлық қатынасын көбейту арқылы басады [10]. Алайда артық будың пайда болуына жол бермеу керек, себебі бұл энергия тиімділігін төмендетеді және жылу шығындарын арттырады.

Этанолдың булы конверсиясының катализаторлары

Төмен температурада тиімді жұмыс жасайтын және қажетсіз жанама өнімдердің пайда болуына жол бермейтін катализаторды дайындау осы саладағы зерттеулердің ең маңызды талабы болып табылады.

Сутегін өндіруде этанолдың булы конверсиясында жекелеген белсенді металдар, бірнеше белсенді металдардың комбинациясы, сондай-ақ жеке және аралас оксидті тасымалдағыштары бар каталитикалық жүйелер сыналды.

Осы бөлімде этанолдың булы конверсия үрдісінде сан түрлі каталитикалық жүйелердің (жеке немесе аралас металдар және бір немесе аралас тотықты тасымалдағыштар) белсенділігі қарастырылады.

Конверсия, H_2 шығымы, H_2 селективтілігі төменде көрсетілген (мол.%) теңдеулер (17-20) бойынша есептеледі.

$$X_{C_2H_6O} = \frac{C_{C_2H_6O}}{C_{C_2H_6O}^0 - C_{C_2H_6O}} \quad (17)$$

$$Y_{H_2} = \frac{C_{H_2}}{6 \cdot C_{C_2H_6O}} \quad (18)$$

$$S_i = \frac{v_i C_i}{C_{C_2H_6O}^0 - C_{C_2H_6O}} \quad (19)$$

Асыл металды катализаторлар

Асыл металдардың ішінде этанолдың булы конверсия реакциясында, 300-750°C температурада және катализатор құрамында 0,5-5% металл болған жағдайда, ең белсенді: Rh [15, 16], Pt [17,18], Pd [19,20] және Ru [21,22] болып табылады. Зерттеулер көрсеткендей, бұл металдар өздерінің электронды құрылымына байланысты С – С байланыстарының үзу реакциясында өте белсенді болады. Бұл 400°C температурада тасымалдаушыға тәуелсіз этанолдың толық конверсиялануын қамтамасыз етеді. Мұндай катализаторлар сутегі және су газының жоғары шығымымен, сондай-ақ көміртек шөгінділерінің түзілуінің төмендігімен сипатталады [23]. Асыл металды катализаторлардың тиімділігіне қарамастан, асыл металдардың қымбат болуы, оларды өнеркәсіптік көлемде қолдануға мүмкіндік бермейді. Барлық белсенді асыл металдардың ішінде, оттегі құрамды көмірсутектерді булы конверсиялау реакциясында, рутений ең қолжетімді болып саналады, бірақ ол негізгі белсенді фаза ретінде емес, промотер ретінде жиі қолданылады. Бірнеше зерттеулерде, бірдей жағдайларда синтезделген асыл металды катализаторлар ішінде, тасымалдағыштарға отырғызылған рутенийдің дисперстілігі салыстырмалы түрде едәуір төмен болатындығы мәлімделген. Бұл реакция кезінде катализатордың көмірленуінің салдарынан жылдам жарамсыздануына, әрі қарай металл бөлшектерінің іріленіп, нәтижесінде пісіп қалуына байланысты белсенділігінің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Соған қарамастан, катализатордың беткі қабатында ұсақ дисперсті рутений бөлшектерін тұрақтандыруда, мұндай қоспа, ауыспалы ме-

талдардың каталитикалық белсенділігін айтарлықтай жақсартады [24]

Ауыспалы металды катализаторлар *Ni- негізді катализаторлар*

Ni – катализаторлар ЭБК үрдісінде кеңінен зерттелген. Бұл катализаторлар салыстырмалы түрде арзан және Со-негізіндегі катализаторларға қарағанда С-С байланыстарын үзуде белсенділігі жоғары [25, 26]. тасымалдағыштарға енгізілген Ni бөлшектерінің өлшемі белсенділікті, селективтілікті және көмірді тұндыруды басқарудың маңызды факторы болғандықтан, жоғары дисперсияланған Ni бөлшекті катализаторларды алу үшін әртүрлі синтездеу әдістері (бірге тұндыру, сіндіру, гидротермалдық әдіс, сольвотермалдық әдіс, ксерогель әдісі, золь-гель цитратты және күрделі эфир полимерінің прекурсорлары (Пекини) әдісі), тасымалдағыштары және промотрлары белсенді зерттелуде. Ni – катализаторларға қышқылды, негізді және аралас қышқылды-негізді оксидті тасымалдағыштар қолданылады. Қышқылды тасымалдағыштар Al_2O_3 [25-31], B_2O_4 (B=Al,Fe,Mn) [32-34], SiO_2 [35-37], этанолдың конверсиясын жоғарылатады, бірақ этанол дегидрленіп күйе прекурсоры этиленді түзіп, сутегінің шығымын төмендетеді. Негізді тасымалдағыштар MgO [38,39], CoO_2 , ZrO_2 [35, 42-47], La_2O_3 [48], металл-тасымалдағыш арасындағы өзара байланысын күшейтіп, катализатордың тұрақтылығын күйе прекурсорларын басу арқылы қамтамасыз етеді. Аралас оксидті тасымалдағыштар аттапульгит [39], монтмориллонит [40], гидротальцит [41], Ni-құрамды перовскитті оксидтер [49, 50], Ni-құрамды композиттер [51-56] катализатордың тұрақтылығын және сутегі шығымы мен селективтілігін жоғарылату үшін қолданылады. ЭБК-да белсенді металдарға тасымалдағышты дұрыс таңдаудың маңыздылығы жоғары, себебі металл мен тасымалдағыш арасындағы берік байланыс күйенің түзілуін төмендетеді. 1-кестеде 350-700°C температурада, әртүрлі синтездеу әдістерімен алынған Ni – негізді катализа-

торлардың этанолдың булы конверсиясының нәтижелері келтірілген.

Al_2O_3 тасымалдағышы Ni негізіндегі катализаторларда бағасының арзан, беттік ауданы жоғары және термиялық тұрақтылығына байланысты кеңінен қолданылады. [25, 27-29]. Алайда Al_2O_3 тасымалдағышы қышқылдығы жоғары, сондықтан күйенің түзілуіне ықпал етеді. [25, 29]. Al_2O_3 тасымалдағышын негіздік оксидтермен (MgO , CaO , La_2O_3 , ZrO_2) модификациялау, қышқылдық қасиеттерін тиімді бейтараптандырып күйенің түзілуіне жол бермейді [27, 29-31]. Бірақ модификатордың артық мөлшерін қосу, оның беттік ауданын және белсенділігін төмендетеді [30].

[32] жұмыста авторлар этанолдың булы конверсиясына Ni / B_2O_4 ($\text{B} = \text{Al}$, Fe , Mn) шпинель құрылымды оксидті катализаторлардың құрамындағы ауыспалы металдардың каталитикалық белсенділікке әсерін зерттеді. Барлық шпинель құрылымды оксидті катализаторлар алдын ала тотықтырып, өңдеусіз этанолдың булы айналымына ықпал ететінін және реакция кезінде никельдің бөлшектері біртіндеп азаятындығын анықтады. Ni/ Al_2O_4 катализаторы этанолдың тұрақты конверсиясын және H_2 жоғары селективтілігін, ал Ni/ Fe_2O_4 және Ni/ Mn_2O_4 катализаторларының белсенділігі күйенің түзілуіне байланысты төмендегені анықталды. [33] Ni/ MgAl_2O_4 шпинель құрамындағы Ni-дің массалық үлесін (мас.%) 1,5-нан 10-ға дейін жоғарылатқанда этанолдың конверсиясын, сондай-ақ сутегі шығымын жақсартты, ал күйе тұнбасы мен жанама өнімдердің шығымы төмендеді. 10 мас.% Ni/ MgAl_2O_4 625°C температурада этанол конверсиясының жоғары (100%) және сутек шығымының (53%) орташа мәнін көрсетті. Ал [34] мақала авторлары $\text{Ni}_{1-x}\text{Cu}_x\text{Al}_2\text{O}_4$ ($x=0, 0.01, 0.05, 0.1$) катализаторларының прекурсорлар сериясын цитрат әдісімен синтезdedі. Шпинель құрылымына Cu-ды енгізу Ni бөлшектерінің төмен тотығу температурасында тасымалдағыш бетінде дисперстілігін жоғарылатты. Авторлар $\text{Ni}_{0.9}\text{Cu}_{0.1}\text{Al}_2\text{O}_4$ биметалды шпинель H_2 және жоғары (~ 70%), ал CO-ға төмен (15%) селективтілік көрсеткенін және CH_4 -ның мүлде түзілмегенін мәлімдеді.

SiO_2 қышқылды оксидтерде Ni катализатордың тасымалдағышы ретінде қолданылды. [35] әдебиет авторларымен Ni/ SiO_2 катализаторын, ылғалды сіндіру әдісі бойынша әртүрлі масалық қатынаста Zr/Ce модифицирлеуші қоспаларымен Ni/ $\text{Ce}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2/\text{SiO}_2$ катализаторлар сериясын, сонымен қатар, салыстыру үлгісі ретінде Ni/ SiO_2 , Ni/ CeO_2 және Ni/ ZrO_2 катализаторлары дайындалған. Ni/ SiO_2 катализаторы Ni/ CeO_2 және Ni/ ZrO_2 -ге қарағанда сутегіге жоғары селективтілікті көрсетті, бірақ катализатордың бетінде күйе түзіліп, белсенділігінің төмендеу салдарынан этанол толық конверсияланбаған. Ni/ SiO_2 катализаторларына Ce немесе Zr модифицирлеуші қоспаларды енгізгенде, этанолдың конверсиялау көрсеткіші жақсарған (100%). Ал Ce және Zr-ді Ni / SiO_2 -ге бірге енгізгенде, Ni тасымалдағышпен күшті әрекеттесіп, Ni бөлшектерінің тасымалдағыш бетіндегі дисперстілігі жоғарылаған. Каталитикалық сынақ нәтижесі бойынша 600°C температурада этанолдың толық конверсиясын және 84%-дан жоғары сутегінің селективтілігіне қол жеткізген. SiO_2 талшығына отырғызылған Ni катализаторы тек сутекті алуда ғана емес, сонымен қатар көміртекті нанотүтікшелердің түзілуіне де белсенді әсер етті (CNTs) [36,37]; сондықтан оны CNT- SiO_2 талшықты композиті және сутегін өндіруде қатар пайдалануға болады. Сондай-ақ Ni / CNT- SiO_2 талшықты катализаторы ЭБК үрдісінде 300°C температураның өзінде - ақ белсенділік [37] көрсетті.

MgO тасымалдағышы қатысында катализаторда күйе мөлшерінің төмендейтіндігі анықталды. Ni/ MgO катализаторы [38] 500°C температурада этанолдың шамамен 85% конверсиясын және сутегіге 67% селективтілігін көрсетті. [39] мақалада Чен және бірлескен авторлар Mg – модифицирленген мезокеуекті Ni/Attapulgate (Ni/ $x\text{Mg-ATP}$, $x = 0.5, 10$ және 20 мас.%) катализатор сериясын бірге тұндыру әдісімен синтездеп, ЭБК үрдісінде каталитикалық белсенділігін және күйеленуге тұрақтылықтарын зерттеді. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, Mg- промотрі металдың дисперстілігін жақсартып, катализатор бетіндегі қышқыл мөлшерін төмендеткен.

Сәйкесінше күйенің түзілуін басып, никель бөлшектерінің пісіп қалмауына ықпал еткен. Сондай-ақ Ni/10Mg-АТР құрамды катализатордың 700°C температурада конверсияның ең жоғары көрсеткішін (100%) және H₂ селективтілігін (96,7%) көрсеткенін мәлімдеді.

[40, 41] мақала авторлары ММТ және гидроталцит сияқты табиғи немесе синтетикалық қабатты саз минералдары, беттік аудандарының, қышқылдық-негіздік қасиеттерінің және ион алмасу қабілеттерінің жоғары болуына байланысты ұсақ дисперсті Ni бөлшектерін тұндыру үшін қолайлы тасымалдағыштар ретінде қарастырады. 12 мас.% Ni/20 мас.% ММТ–TiO₂ нанокөмірлік катализаторы золь-гельді сіңдіру әдісімен дайындалып, каталикалық сипаттамалары мұқият зерттелген. Модифицирленген Ni/ММТ–TiO₂ нанокөмірлік катализаторында Ni-ММТ беттік фазасының түзілуі Ni -дің дисперстілігін және тотықсыздану қасиеттерін жақсартқан. 12 мас. %Ni/20 мас.%ММТ–TiO₂ нанокөмірлік катализаторында этанолдың конверсиясы мен H₂ шығымы сәйкесінше 89% және 55% жеткенін және 20 сағ.уақыт көлемінде тиімді тұрақтылық көрсеткенін баяндады [40]. Ni-Mg-Al гидроталцит прекурсорынан, жоғары дисперсті Ni ұсақ бөлшектері бар Ni/Mg-Al-O катализаторын синтездеуге болады. Се промотры енгізілген Ni катализаторлары 544°C температурада жоғары белсенділік пен төзімділікті көрсетті [41].

Ni катализаторына CeO₂ негізіндегі тасымалдағыштарын қолдану ЭБК үрдісін оңтайландырудың бірден бір әдісі болып табылады. Себебі CeO₂ тасымалдағышында оттегінің жинақталу қабілеті және беткі қабатында оттегінің қозғалғыштығы жоғары болуына байланысты күйенің түзілуіне жол бермейді [42-47]. [42] жұмыста Ce/Co(Ni) молярлық қатынасы 0-ден 1-ге дейінгі Ce(NO₃)₃ × 6H₂O прекурсорынан алынған әртүрлі мөлшердегі церий оксиді бар Co-xCe/CeO₂ және Ni-xCe/CeO₂ катализаторларының сериясы сіңдіру әдісімен дайындалды. Сыналған катализаторлардың ішінде Co-0.1Ce/CeO₂ және Ni-0.1Ce/CeO₂ үлгілері металл кристаллиттерінің ең

кіші өлшемін, металл-тасымалдағыштың өзара ең берік байланысын және ең жақсы каталикалық сипаттамалары мен күйеге жоғары тұрақтылығын байқатты. Зерттеушілер Co(Ni) – тасымалдағыш арасындағы байланыс Ce мөлшерінің Co(Ni)/Ce=0.1-ден жоғарылауымен төмендейтіндігін байқады. Ni-0.1 Ce/CeO₂ катализаторы 500°C температурада 100% этанолдың конверсиясын және H₂-71% селективтілігін көрсетті. CeO₂ тасымалдағышын MgO немесе CaO негізгі оксидтерімен допирлеу күйенің тұнуын басу үшін тиімді екендігі [43] мақалада баяндалған. Сондай-ақ CeO₂-ді Zr, La немесе Sm-мен допирлеу тасымалдағышта оттегінің жинақтау қабілетін жақсартады, демек белсенділігі мен беріктігін арттырады [43-47].Ni/CeO₂ катализаторларына ~2 мас.% La₂O₃ промотрын енгізгенде, көміртектің тұну жылдамдығы төмендеп, белсенді фазаның дисперстілігі және металл мен тасымалдағыштың өзара әрекеттесуі күшейген. Ni-0.1La/CeO₂ үлгісіне 21 сағ. уақыт көлемінде этанолдың толық конверсиясы үшін 460°C температура жеткілікті болды. Катализатор осы уақыт көлемінде H₂ (88%) және CO₂ (68%) жоғары селективтілік көрсетті [44]. CeO₂-ге 8 мас.%Ni/5мас.%La енгізу 550°C температурада тіпті 60 сағ. реакциядан кейін де этанолдың жоғары конверсиясын (> 90%) және сутектің тазалығын (> 70%) көрсеткенін [45] әдебиет авторлары жариялады. Жаңа наносым құрылымды Ni/Ce_{0,9}Sm_{0,1}O_{2-δ} катализаторы 550°C температурада 192 сағаттық реакциядан кейін де белсенділігін жоғалтпай, жоғары сутектік шығымды (> 60%) көрсетті [46]. [47] әдебиет авторларымен синтезделген 0,5 мас.% В допирленген 10 мас.%Ni / Ce_{0,5}Zr_{0,5}O₂ катализатор этанолдың өте жоғары конверсиясын (100%) және H₂ шығымы (92%) 550°C температурада 50 сағат бойы сақталатындығын көрсетті, себебі В-мен допирленген катализатор CeVO₃ түзілуіне байланысты оттегінің жоғары сыйымдылық қабілетіне ие.

Ni /La₂O₃ катализаторында Ni құрамын 10%-дан 45%-ға дейін жоғарылатқанда, 350°C температурада сутектің селективтілігі

55%-дан 70%-ға және этанолдың конверсиясы 38%-дан 100%-ға дейін өсті [48].

Құрамында La, Pr сирек жер металдары бар перовскит құрылымды оксидті катализаторлар ЭБК реакциясында жоғары белсенділік пен тұрақтылықты көрсетті [49,50]. Ереже бойынша, ABO_3 құрылымындағы А және В белсенді орталықтарының катиондарын ішінара алмастыру арқылы перовскит оксидінің тотығу -тотықсыздану қасиеттерін басқаруға мүмкіндік береді. Ішінара алмастырылған La, Pr -Ni негізіндегі перовскит оксидтері жоғары дисперсияланған Ni металл бөлшектерін түзе алады және белсенді металл аймағының пісіп қалуына жол бермейді. ЭБК реакциясы күйенің аз түзілуімен жүреді [25, 45, 49,50]. $LaNi_{0.85}Zn_{0.15}O_{3-\delta}$ құрамды катализатор 700°C температурада 100 сағаттық реакциядан кейін де сутектің жоғары шығымын (83%) көрсетті [49]. [50] мақала авторлары $PrFe_{0.6}Ni_{0.3}Ru_{0.1}O_3$, $LaFe_{0.7}Ni_{0.3}O_3$, $Pr_{0.7}Ni_{0.3}O_3$ перовскит құрылымды массивті катализаторлары 700 ° C температурада этанол конверсиясының жоғары мәнін (100%) және сутек шығымы бойынша $PrFe_{0.6}Ni_{0.3}Ru_{0.1}O_3$ -90%, $Pr_{0.7}Ni_{0.3}O_3$ -75%, $LaFe_{0.7}Ni_{0.3}O_3$ -60% нәтижелерін көрсеткенін мәлімдеді. Сынақ нәтижелері көрсеткендей, құрамында празеодим сирек жер металы бар катализатор белсенді, себебі сирек жер металдары катализатордың құрылымын тұрақтандырып, оттегінің қозғалғыштық және реакцияласу қасиеттерін жоғарылатады. Ал катализатордың құрамында Ru болуы реакцияның басталу температурасының төмендеуіне ықпал етеді.

[51] мақала авторлары $LaNiOx$ композиттік оксидтері 400°C төмен температурада каталитикалық белсенділік көрсеткенін мәлімдеді. Катализ нәтижесі бойынша 1Ni–1La (H) құрамды композит үлгісі 350°C температурада этанолдың жоғары конверсиясын (99%) және сутектің тазалығын (> 70%) көрсеткенін мәлімдеді. Осы мақала авторларымен ультрадыбыстық сәулеленумен никель-лантанды оксидті композитті нанотүтікшелері жасалды. U- $LaNiOx$ нанотүтікшелері ЭБК үрдісінде сыналып, 325°C темпе-

ратурада конверсия шамамен 100% көрсетті. [52-54] авторлары перовскиттерге (Ln ферриттері-никелаттары, манганиттері-хромиттері және т.б.), флюориттерге (Ni + Pt, Ni + Ru қоздырған церезирконий оксидтері) және олардың нанокөмпазиттеріне негізделген катализаторлар, металл және тасымалдаушының өзара күшті әрекеттесуіне байланысты дисперсті металл бөлшектернің пісіп қалуына тұрақты және өте тиімді катализаторлар екенін көрсетті. Ni атомдарының ансамбльдерін Pt/Ru -мен араластыру, тасымалдағыштарда оттегінің жоғары қозғалғыштық және реакцияласу қабілеттерін жоғарылатып, катализаторда күйенің түзілуін болдырмайды. [55] әдебиет авторлары көміртегі оксидті композитті тасымалдағышқа отырғызылған никель және кобальт катализаторларын золь-гель әдісімен дайындады. $16Ni63C21A$ құрамды никельді катализатор жоғары белсенділік танытып, 400°C температураның өзінде-ақ конверсияның 100% көрсетті. Бірақ сутегінің жоғары шығымын алу үшін шамамен 600°C жоғары температура қажет болды. [29] Биоотындарды (этанол, глицерин, анизол, скипидар майы) су газына және сутегіне айналдыруға арналған Mg-мен допирленген алюминий тасымалдағышына отырғызылған, Ni + Ru нанобөлшектерінің қоспасымен промотрленген, арзан $LaNi_{0.9}Ru_{0.1}O_3$ перовскит және $MnCr_2O_4$ шпинель құрылымды оксидті нанокөмпазитті белсенді компоненттері бар құрылымдық катализаторлар синтезделді. Тасымалдағыштың қышқылдық қасиеттерін басу, енгізілген күрделі оксидтердің жоғары тотығу -тотықсыздану қабілеті және металл мен тасымалдағыштың өзара күшті әрекеттесуі биоотындарды риформингілеуде катализатордың көмірленуге тұрақтылығына жауап беретін негізгі факторлар екендігі көрсетілді. Микроұяшықты жылуөткізгіш $CrAlO$ керметті пластинаға отырғызылған, 2 мас.% Ni + 2 мас.% Ru) / $MnCr_2O_4$ / 10 мас.% MgO – $\gamma-Al_2O_3$ белсенді компонент глицерин, анизол және скипидар сияқты реактивті отындарды автотермиялық тотықтыруда жоғары белсенділік пен көмірленуге тұрақтылықты байқатты.

1 кесте – ЭБК үрдісінің Ni-құрамды катализаторлары

Белсенді металл/гасымалдағыш	Каталитикалық сипаттамалары			Катализаторды дайындау әдісі	Әдебиет
	Конверсия (%)	H ₂ шығымы (%)	Температура (К)		
Ni- негізді катализаторлар					
10Ni/MgAl ₂ O ₄	100	53	625	Сіндіру	[33]
Ni _{0,9} Cu _{0,1} Al ₂ O ₄	100	70	600	Цитратты	[34]
Ni _{0,99} Cu _{0,01} Al ₂ O ₄	100	69	600	Цитратты	[34]
Ni _{0,95} Cu _{0,05} Al ₂ O ₄	100	68	600	Цитратты	[34]
Cu _{0,1} Ni _{0,9} /Al ₂ O ₄	100	33	600	Цитратты	[34]
Ni/Al ₂ O ₃	100	68	600	Цитратты	[34]
Ni/CeZrS-1/3	100	84,6	600	Ылғалды сіндіру	[35]
Ni/CeZrS-1	100	85,6	600	Ылғалды сіндіру	[35]
Ni/CeZrS-3	100	85,8	600	Ылғалды сіндіру	[35]
10Ni/SiO ₂ мезокеуек	100	38	500	сіндіру	[37]
10Ni/SiO ₂ талшық	100	47	500	сіндіру	[37]
10NiCNTs-/SiO ₂ талшық	100	50	500	сіндіру	[37]
5Ni/SiO ₂ талшық	81	21	500	сіндіру	[37]
5NiCNTs-/SiO ₂ талшық	100	30	500	сіндіру	[37]
Ni/MgO	85	67	500	тұндыру	[38]
Ni/10Mg-ATP	100	96,7	700	бірге тұндыру	[39]
12Ni/20MMT–TiO ₂	89	55	500	золь-гель	[40]
Ni-0.1Ce/CeO ₂	100	71	500	сіндіру	[42]
Ni-0.1La/CeO ₂	100	88	460	сіндіру	[44]
8Ni-5La/CeO ₂	90	70	560	сіндіру	[45]
1Ni/Ce _{0,9} Sm _{0,1} O ₂	100	60	550	ылғалды сіндіру	[46]
10Ni /Ce _{0,5} Zr _{0,5} O ₂	100	92	450	бірге тұндыру	[47]
LaNi _{0,85} Zn _{0,15} O _{3-δ}	100	83	700	тұндыру-тотықтыру	[49]
PrFe _{0,6} Ni _{0,3} Ru _{0,1} O ₃	100	90	700	Пекини	[50]
Pr _{0,7} Ni _{0,3} O ₃	100	75	700	Пекини	[50]
LaFe _{0,7} Ni _{0,3} O ₃	100	60	700	Пекини	[50]
1Ni–1La (H) наноккомпозит	99	70	350	бірге тұндыру-тотықтыру	[51]
PrFe _{0,7} Ni _{0,3} O ₃	100	55	750	Пекини	[68]
5Ni/PrFeO ₃ (900)	100	65	600	сіндіру	[68]
5Ni/PrFeO ₃ (700)	100	55	700	сіндіру	[68]
16Ni63C21	100	50	400	золь-гель	[55]
Ni-Ca/SBA-15	100	88	700	золь-гель	[67]

Со- негізді катализаторлар

ЭБК үрдісінде Со – катализаторлары да арзан, белсенді және метанның түзілуі төмен болғандықтан, белсенді зерттелуде. Алайда Со-катализаторлары булы конверсиялау үрдісінде тез күйеленіп, жарамсыздануы өнеркәсіптік қолдануға кедергі келтіруде [56, 57]. Қазіргі уақытта кобальтты катализаторды күйеленуге тұрақтылығын арттыру мәселесі, көптеген зерттеулердің негізгі бағыты болып табылады. Монометалдық кобальтты катализаторлардың әдетте беттік ауданы төмен және жоғары температуралық реакцияда металдық бөлшектер пісіп қалады. Тасымалдағыш, промотр және реакция жағдайлары тасымалдағыштарға отырғызылған Со катализаторларының тотығу күйіне әсер етеді және этанолдың булы риформингі үрдісінде оның белсенділігі мен күйеге төзімділігінде маңызды рөл атқарады [56, 57]. Со – негізді катализаторлардың этанолдың булы конверсия реакциясындағы каталитикалық сипаттамалары 2-кестеде берілген.

[56] Al_2O_3 тасымалдағышын СаО кальций оксидімен допирлегенде, негіздік қасиеті жоғарылап, қышқылдылығы төмендеген. Катализатордың этиленге селективтілігі күрт төмендеп, каталитикалық тұрақтылығы жоғарылаған. [57] мақала авторлары Со/ Al_2O_3 катализаторын Na, Mg, Zr, La, Ce және периодтық кестедегі 19-дан 30-ға дейінгі барлығы 16 химиялық элементтермен ылғалды сіндіру әдісі бойынша модифицирлеп, әртүрлі қоспалардың кобальттың каталитикалық белсенділігіне әсерін зерттеген. Зерттеу нәтижелері қоспалардың катализатордың физико-химиялық қасиеттеріне, кобальттың тотығу күйіне және күйеге тұрақтылығына әсер ететіндігін көрсетті. CoV_2O_6 , $MgAl_2O_4$, $MnAl_2O_4$, $NiAl_2O_4$ және $ZnAl_2O_4$, Co_7Fe_3 құймалары катализаторларды күйдіру / тотықтыру кезінде түзілді. Катализатордың каталитикалық белсенділігі Na, K, Cu, Ni, Ce элементтері қатысында артып, ал Mg, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn қоспалары қатысында төмендеген. Сондай-ақ Na, K, Ca, Fe, Zn, La қоспалары күйенің түзілуін басып оң әсер етсе, Cu, Zr элементтері қатысында, керісінше күйенің тұнуы

жоғарылаған. Қоспалар күйенің морфологиясына немесе түзілген көміртекті нанотүтікшелердің диаметріне де әсер еткенін анықтады. Каталитикалық сынақ нәтижесі бойынша конверсиялау мәні 78 мен 100% және сутегі шығымы 28-90% аралық мәндерін көрсеткен. Ең төменгі конверсия (78%) және сутек шығымының (28%) мәнін Sc-Co/ Al_2O_3 катализаторы көрсетті. Ал сутектің ең жоғары шығымын (~90) Na, K, Ni қоспалары қосылған Со/ Al_2O_3 катализаторлары көрсетті. [58, 59] әдебиет авторлары Fe промотрінің Со/ Al_2O_3 катализаторына әсерін зерттеп, модифицирлеуші қоспаның аз мөлшері катализатордың белсенділігіне оң әсер ететіндігін анықтады. [60] жұмыста Со / Al_2O_3 және Со / SiO_2 катализаторлардың белсенділіктері ЭБК үрдісінде салыстырылғанда, Со / SiO_2 катализаторының белсенділігі Со / Al_2O_3 қарағанда жоғары болған, мұның себебі Со және Al_2O_3 арасындағы өзара күшті әрекеттесуі нәтижесінде Со тотығуы қиын болуы мүмкін екендігімен түсіндірілген.

Со-катализаторда күйені залалсыздандырудың тиімді жолы $CoOx$ [60,61] және $MnOx$ [62, 63] сияқты белсенді тотықтырғышты немесе промотрлерді пайдалану болып табылады. Se^{4+}/Se^{3+} қайтымды тотығу-тотықсыздану реакциясының арқасында, SeO_2 оттегінің жоғары қозғалғыштығын және оттегіні сақтауда сыйымдылық қабілеттілігін көрсетеді. Сәйкесінше SeO_2 күйе және адсорбцияланған CH_x бөлшектерін тотықтыруға тікелей ықпал ете алады. Сонымен қатар SeO_x , Со тотығу күйіне әсер етеді және оның тұрақтылығын жақсартады. [64] мақала авторлары Со-0.3Ce/сепиолит катализаторының ағымда 100 сағ. уақыт көлемінде жоғары белсенділік танытқаны туралы хабарлады. [44] мақалада La_2O_3 промотрінің Ni(Co)/ SeO_2 катализаторларына әсерін зерттеген. La промотрі қатысында катализаторларда күйенің түзілуі төмендеген. Никельді катализаторда этанол толық конверсиялану үшін 460°C температура жеткілікті болса, ал кобальтты катализатордың тұрақты жұмысын қамтамасыз ету үшін біршама жоғары температура (500°C) қажет болған. Бірақ кобальтты ката-

лизатордың H_2 селективтілігі никельді катализаторға қарағанда, сәйкесінше жоғары мәнді көрсеткен (94%<88%). Co/CeO_2 құрамына аз мөлшерде К қосқанда, беткі ОН және К - О топтарының санының көбеюіне байланысты күйенің тұнбасы оннан бірге төмендеді [65].

[66] әдебиетте Fe, Ni, Cu, Cr және Na (1 мас.%) промотрлерінің Co_{10} мас.%/ZnO-ұяшықты катализаторларының сутегі шығымына және су газын ауыстыру реакциясына әсерін зерттеген. Fe және Cr-мен промотрленген катализаторлар ЭБК үрдісінде жақсы нәтиже көрсетті. Fe промотрленген катализатор төмен температурада су газын ауыстыру реакциясында жоғары белсенді екені анықталды.

Вискайно және бірлескен авторлар Ca және Mg-мен модифицирленген SBA-15 тасымалдағышына отырғызылған Co және Ni катализаторлардың каталитикалық белсенділігін салыстырмалы зерттеді. Mg және Ca элементтерін тасымалдағышқа бірге енгізгенде металдың дисперстілігі жоғарылап, модифицирленген SBA-15 тасымалдағышпен металл бөлшектерінің өзара әрекеттесуіне ықпал етті. Бұл әсер Co катализаторларында анағұрлым айқын байқалды. Нәтижесінде Mg және Ca модифицирленген Co- үлгілері тотығу үшін жоғары температураны қажет етіп, S_2 аралық қосылыстарды риформингілеуде белсенді Co^0 бөлшектерін жеткілікті қолдамады. Модификацирленген Co катализаторларының $Co/SBA-15$ катализаторына қарағанда этанолдың конверсиясы мен сутегінің селективтілігі төмен. Ал $Ni/Ca/SBA-15$ катализаторы $700^\circ C$ температурада 100% конверсияны және сутегіге селективтілігін -88% 50 сағат ішінде сақтайтынын мәлімдеді [67]. [68] мақалада авторлар Ni (Co) - перовскит құрылымды ферритті катализаторлардың құрылымдық және ЭБК үрдісіндегі тотығу-тотықсыздану қасиеттерін салыстырмалы зерттеді. $PrFe_{1-x}Ni(Co)_xO_3$ ($x=0,3-0,4$) катализатор сериясы Пекини әдісімен, ал екінші катализаторлар сериясы 5%wt.Ni(Co)/ $PrFeO_3$ $PrFeO_3$ -мен сіндіріп, үлгілерді 5% Mo-мен модифицирлеп синтездеді. $700^\circ C$ -тан жоғары температурада барлық катализаторларда негізгі өнімдер H_2

мен CO болды. $700^\circ C$ -тан төмен температурада сіндіру әдісімен синтезделген катализаторлардың этанолдың бастапқы конверсиясы және сутегі шығымы Ni (Co) құрамды перовскиттермен салыстырғанда жоғары болды. Ni құрамды, перовскит құрылымды катализаторлар Co негізіндегі үлгілерге қарағанда белсенді болғанына қарамастан, 5% Co / $PrFeO_3$ (700) катализаторы, 5% Ni / $PrFeO_3$ (700) салыстырғанда жоғары белсенділік байқатты.

Жоғары белсенді және тұрақты Co негізіндегі катализаторлар, әдетте Co^0 және Co^{2+} металл бөлшектерінен тұрады, ал тек Co^{2+} тұратын Co-гидрооцальцит, өте белсенді және тұрақты, олар күйенің аз мөлшерінің түзілуімен сипатталады [69, 70]. Co/гидрооцальцитке La-ды енгізгенде, катализатордың тұрақтылығы жоғарылап, этиленнің түзілуін тежеді [69]. [70] жұмыста авторлар Co/Sr- әртүрлі гидроксилпатитті тасымалдағыштарға (Co/Ca-P, Co/Sr-P, Co/Ca-V, Co/Sr-V) отырғызылған Co катализаторларды сіндіру әдісімен синтездеді. Катализаторлар $550^\circ C$ температурада каталитикалық сынақтан өткізіліп, нәтижесінде Co/Sr-P катализаторы жоғары конверсия және сутек шығымын көрсетті. Авторлар Co/Sr-P катализаторының ЭБК үрдісіндегі белсенділігін оның негіздік қасиетінің басымырақ болғанымен тұжырымдаған.

Co_3O_4 шпинель үлгілері тотықтырусыз төмен белсенділікті танытты. Эксперименттік және теориялық зерттеулер металдық кобальт Co^0 күйенің түзілуінің белсенді орталығы екенін көрсетті [71-72]. [73] мақалада марганец оксидінің Co_2MnO_4 шпинелінің каталитикалық тұрақтандыруға әсері зерттелген. Co негізделген шпинель құрылымды $Co_2MnO_4/SBA-15$, $Co_xO_y/SBA-15$, $Co_xO_y/Mn_xO_y/SBA-15$ катализаторлары тотықтырылып, каталитикалық белсенділіктері және құрылымының тұрақтылығы ЭБК реакциясында салыстырмалы сыналды. Co_2MnO_4 шпинелінің құрылымы 71 сағатқа дейін жоғары тұрақтылықты, ал $Co_2MnO_4/SBA-15$ катализаторы ең жоғары каталитикалық белсенділікті $700^\circ C$ температурада көрсетті. Co_2MnO_4 шпинелінің құрамындағы марга-

нец оксиді, шпинель құрылымын тұрақтандырып, оттегіні каталитикалық белсенді кобальт орталықтарына тасымалдады.

[74] әдебиет авторларымен Co/ZnO-Al₂O₃ аралас оксидті тасымалдағышты катализатордың белсенділігіне, активті фазаның құра-

мы (9-41 мас.%) және реакция температура-сының (350-600°C) әсері зерттелді. 24 мас.% Co/ZnO 5мас.% Al₂O₃ катализаторы 480°C температурада толық конверсияны және 95% H₂ селективтілігін көрсетті.

2 кесте – ЭБК үрдісінің Со-құрамды катализаторлары

Белсенді металл/ тасымалдағыш	Каталитикалық сипаттамалары			Катализаторды дайындау әдісі	Әдебиет
	Конверсия (%)	H ₂ шығымы (%)	Температура (K)		
Со- негізді катализаторлар					
Co/Al ₂ O ₃	100	80	600	ылғалды сіңдіру	[57]
Na-Co/Al ₂ O ₃	100	90	600	ылғалды сіңдіру	[57]
K-Co/Al ₂ O ₃	100	85	550	ылғалды сіңдіру	[57]
Mg-Co/Al ₂ O ₃	97	68	600	ылғалды сіңдіру	[57]
Ca-Co/Al ₂ O ₃	98	70	600	ылғалды сіңдіру	[57]
Sc-Co/Al ₂ O ₃	78	28	600	ылғалды сіңдіру	[57]
Ti-Co/Al ₂ O ₃	98	62	600	ылғалды сіңдіру	[57]
V-Co/Al ₂ O ₃	90	65	550	ылғалды сіңдіру	[57]
Cr-Co/Al ₂ O ₃	88	51	600	ылғалды сіңдіру	[57]
Mn-Co/Al ₂ O ₃	92	59	600	ылғалды сіңдіру	[57]
Fe-Co/Al ₂ O ₃	100	78	600	ылғалды сіңдіру	[57]
Ni-Co/Al ₂ O ₃	100	90	600	ылғалды сіңдіру	[57]
Cu-Co/Al ₂ O ₃	100	74	600	ылғалды сіңдіру	[57]
Zn-Co/Al ₂ O ₃	100	78	600	ылғалды сіңдіру	[57]
Zr-Co/Al ₂ O ₃	100	88	600	ылғалды сіңдіру	[57]
La-Co/Al ₂ O ₃	100	80	600	ылғалды сіңдіру	[57]
Ce-Co/Al ₂ O ₃	100	88	600	ылғалды сіңдіру	[57]
10Co/CeO ₂	100	93	450	бірге тұндыру	[60]
29Co/CeO ₂	100	96	500	бірге тұндыру	[61]
17Co/MnO _x	90	98	420	тотықсыздандырып тұндыру	[62]
13.1Co-Birnessite	99	70	500	сіңдіру	[63]
12.7Co-Todorokite	100	75	500	сіңдіру	[63]
Co-0.1La/CeO ₂	100	94	500	сіңдіру	[44]
10Co/ сепиолит	54	34	560	бірге тұндыру	[64]
Co-0.3Ce/сепиолит	91	69	560	бірге тұндыру	[64]
PrFe _{0.7} Co _{0.3} O ₃	100	56	800	Пекини	[68]

$\text{PrFe}_{0.6}\text{Co}_{0.4}\text{O}_3$	100	52	800	Пекини	[68]
5%Co/PrFeO ₃	100	66	600	сіндіру	[68]
24 Co/ZnO -5Al ₂ O ₃	100	95	480	сіндіру	[74]
5Co/Ca-P	27	39	550	сіндіру	[70]
5Co/Sr-P	36	43	550	сіндіру	[70]
5Co/Ca-V	19	38	550	сіндіру	[70]
5Co/Sr-V	11	19	550	сіндіру	[70]
0Ni/SBA-15	69	41	500	тұндыру	[76]
8Ni-2Co/SBA-15	86	53	500	тұндыру	[76]
5Ni-5Co/SBA-15	68	42	500	тұндыру	[76]
9Ni-1Co/MCM-41	90	80	490	сіндіру	[77]
10Co/MCM-41	90	80	490	сіндіру	[77]
5Cu-10Ni-10Co/ hydrotalcite	98	83	400	сіндіру	[79]

Ni-Co биметалды катализаторлар

Никель, кобальтқа қарағанда C-C байланыстарын үзуде тиімді, бірақ кобальтты катализаторларда күйе аз мөлшерде түзіледі. Сондықтан биметалды Ni - Co катализаторлары жоғары тиімді және тұрақты болады [75,77]. [75] Аралас Ce-Zr оксидті тасымалдағыш (CZ91,Ce: Zr =9:1) никельді (CZ91Ni), кобальтты (CZ91Co) және биметалды никель/кобальтты (CZ91NiCo) белсенді металдардың тасымалдағышы ретінде ЭБК үрдісінде қолданылды. CZ91NiCo биметалды катализаторы 500°C температурада, монометалдық катализаторларға қарағанда, сутегі шығымы, конверсиялануы және CO₂-ге селективтілігі жоғары болды. Авторлар мұны бұл үлгінің жоғары тотықсыздану қабілетімен түсіндірді. Катализатор құрамындағы церия компонентінің негіздік қасиеті этиленнің түзілуін шектеді.

[76] жұмыста авторлар Ni/Co молярлық қатынасының ЭБР белсенділігіне әсерін жүйелі түрде зерттеп, 8мас.%Ni – 2мас.%Co / SBA-15 катализаторы ең жоғары белсенділік көрсеткенін хабарлады. Ni9-Co/MCM-41 биметалды катализаторыда Ni немесе Co монометалдық катализаторға қарағанда, жоғары белсенділік пен тұрақтылықты көрсетті [77]. Микроэмульсиядан дайындалған Ni /CeO₂ катализаторы ұқсас әдіспен дайындалған Ni-

Co /CeO₂ катализаторымен салыстырғанда жоғары белсенділік пен тұрақтылықты көрсеткенін, бірақ Ni-Co/CeO₂ катализаторы регенерация реакциясынан кейін 773 К температурада ұқсас сипаттамаларды көрсеткенін сипаттады. Ni_{0.25}-Co_{0.75} биметалдық нанобөлшектері Co нанобөлшектеріне қарағанда белсенді және Ni нанобөлшектеріне қарағанда селективті болатындығын хабарлады [78]. [79] мақала авторлары 5 мас.% Cu-10 мас.% Ni-10 мас.% Co / гидротальцитті триметалдық катализатордың 673 К температурада жоғары белсенділік пен H₂ жоғары шығымын көрсеткенін жариялады. 673 К температурада триметалдық катализаторларға енгізілген металдардың әсері келесідей анықталды: Cu этанолдың дегидрленуіне, Ni және Co C-C байланысының үзілуіне, Ni метанның булы конверсиясына және Co су-газының конверсиялау реакцияларына әсер етті.

Қорытынды

Отындарды булы конверсиялау (метанды булы конверсиялау) өндірісте кеңінен қолданылатын үрдіс және биоотындардан (әртүрлі биоотын түрлерін, соның ішінде этанолды қолдану арқылы) сутегін өндіру бағытында қарқынды зерттелуде. Бұл үрдіс сутегі мен сутегі газын өндірудің маңызды әдісі болып табылады және оны өнеркәсіптік кәсіп-

орындарда, сондай-ақ ықшам мобильді риформерлерді қолдануға болады. Сутегін этанолдан алу өндірісінің маңызды мәселесінің бірі жоғары тиімді, талғамдылығы жоғары және көмірленуге тұрақты катализаторларды жасау болып саналады. Булы конверсиялау үрдісінде асыл металдарға және ауыспалы металдарға негізделген катализатор кеңінен зерттелуде. Асыл металды катализаторлар ЭБК үрдісінде катализаторда күйенің аз немесе, тіпті түзілмеуіне байланысты өте белсенді, тұрақты болуына қарамастан, құнының қымбаттылығына қарай сутегі өндірісінде қолдану тиімсіз. Қазіргі уақытта ЭБК үрдісі үшін жоғары белсенді және арзан Ni, Co ауыспалы металды катализаторлар кеңінен зерттелуде. Ғалымдардың пайымдауынша, ауыспалы металдардың ішінде Ni арзан, белсенділігі асыл металдардан кем емес этанолдың конверсиясы мен сутегінің жоғары шығымын көрсететін жоғары перспективті катализатор. Ni-негізіндегі катализаторлар C-C байланыстарын үзуде жоғары белсенді. Практикалық қолдануы ең қолайлы Ni құрамды катализаторлардың негізгі мәселесі – катализаторлар-

дың тез көмірленіп, пісіп қалуы болып табылады. Катализаторлардың тұрақтылығы мен белсенділігіне ауыспалы Co, Cu немесе асыл Pt, Ru металдарының көмегімен Ni қорытпаларының түзілуі арқылы қол жеткізуге болады. Асыл металдар NiO-нің тотығу температурасының төмендеуіне және конверсиялау үрдісі кезінде Ni нанобөлшектерінің дисперстілігінің жоғарылауы мен тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Осы катализаторларды тұрақтылығын жоғарылатудың тағы бір тиімді әдісі жоғары оксидті қозғалғыштығы бар Ni құрамды күрделі оксид прекурсорларын (перовскиттер) немесе флюорит құрылымды оксидті тасымалдағыштарды (церий-цирконий және т.б. легирленген) пайдалану болып есептеледі. Сирек жер элементтері бар бұл жүйелер алынған катализаторларда екі өте пайдалы қасиеттерді біріктіреді, олар залалсыздандырудың екі негізгі жолын бөгейді: оттегінің жоғары қозғалғыштық бифункционалды механизмі күйенің түзілуін болдырмауын қамтамасыз етеді, ал Ni-дің тасымалдаушымен күшті әрекеттесуі, дисперсті металл бөлшектерінің пісіп қалуына жол бермейді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. V.A. Sadykov, O.V. Chub, Y.A. Chesalov, N.V. Mezentseva, S.N. Pavlova, M.V. Arapova, V.A. Rogov, M.N. Simonov, A.C. Roger, K.V. Parkhomenko, A.C. Van Veen. Mechanism of Ethanol Steam Reforming Over Pt/(Ni+Ru)-Promoted Oxides by FTIRS In Situ // *Top Catal* (2016) 59:1332–1342
2. Арапова М.В. Синтез и свойства Ni-содержащих катализаторов на основе сложных оксидов для процессов паровой конверсии этанола и глицерина // Диссертация 2017. с. 6-7
3. Shuhei Ogo, Yasushi Sekine. Recent progress in ethanol steam reforming using non-noble transition metal catalysts: A review // *Fuel Processing Technology* 199 (2020) 106238
4. Badwal S.P.S., Giddey S., Kulkarni A., Goel J., Basu S. Direct ethanol fuel cells for transport and stationary applications – A comprehensive review // *Applied Energy*. – 2015. V. 145. – P. 80–103.
5. Wang W., Wang Y. Thermodynamic analysis of hydrogen production via partial oxidation of ethanol // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2008. – V.33. – P. 5035–5044.
6. de Lima S.M., da Cruz I. O., Jacobs G., Davis B. H., Mattos L. V., Noronha F. B. Steam reforming, partial oxidation, and oxidative steam reforming of ethanol over Pt/CeZrO₂ catalyst // *Journal of Catalysis*. – 2008. – V.257. – P. 356–368.
7. Voldsund M., Jordal K., Anantharaman R. Hydrogen production with CO₂ capture // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2016. – V. 41. – P. 4969-4992.
8. A. Haryanto, S. Fernando, N. Murali, S. Adhikari. Current status of hydrogen production techniques by steam reforming of ethanol: a review // *Energy Fuel* 19(2005) 2098–2106.

9. P.R. de la Piscina, N. Homs, Use of biofuels to produce hydrogen (reformation processes)// *Chem. Soc. Rev.* 37 (2008) 2459–2467.
10. N. Bion, D. Duprez, F. Epron. Design of nanocatalysts for green hydrogen production from bioethanol // *ChemSusChem* 5 (2012) 76–84.
11. S. Ogo, T. Shimizu, Y. Nakazawa, K. Mukawa, D. Mukai, Y. Sekine. Steam reforming of ethanol over K promoted Co catalyst//*Appl. Catal. A Gen.* 495 (2015) 30–38.
12. J.H. Song, S.J. Han, I.K. Song, Hydrogen production by steam reforming of ethanol over mesoporous Ni–Al₂O₃–ZrO₂ catalysts// *Catal. Surv. Jpn.* 21 (2017) 114–129.
13. Y.C. Sharma, A. Kumar, R. Prasad, S.N. Upadhyay. Ethanol steam reforming for hydrogen production: latest and effective catalyst modification strategies to minimize carbonaceous deactivation// *Renew. Sust. Energ. Rev.* 74 (2017) 89–103.
14. P.D. Vaidya, A.E. Rodrigues. Insight into steam reforming of ethanol to produce hydrogen for fuel cells// *Chem. Eng. J.* 117 (2006) 39–49.
15. Zhong Z., Ang H., Choong C., Chen L., Huang L., Lin J. The role of acidic sites and the catalytic reaction pathways on the Rh/ZrO₂ catalysts for ethanol steam reforming // *Physical Chemistry Chemical Physics*. – 2009. – V. 11. – P. 872–80.
16. González V.O.A., Reyes H.J.A., Wang J.A., Chen L.F. Hydrogen production over Rh/Ce-MCM-41 catalysts via ethanol steam reforming // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2013. – V. 38. – P. 13914–25.
17. Pompeo F., Santori G., Nichio N.N. Hydrogen and/or syngas from steam reforming of glycerol. Study of platinum catalysts // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2010. – V. 35. – P. 8912–8920.
18. de Rezende S.M., Franchini C.A., Dieuzeide M.L., de Farias A.M.D., Amadeo N., Fraga M.A. Glycerol steam reforming over layered double hydroxide-supported Pt catalysts // *Chemical Engineering Journal*. – 2015. – V. 272. – P. 108–118.
19. Aupretre F., Descorme C., Duprez D. Bio-ethanol catalytic steam reforming over supported metal catalyst // *Catalysis Communications*. – 2002. – V. 3. – P. 263–267
20. Galvita V., Belyaev V., Semikolenov V., Tsiakaras P., Frumin A., Sobyenin V. Ethanol decomposition over Pd-based catalyst in the presence of steam // *Reaction Kinetics and Catalysis Letters*. – 2002. – V. 76(2). – P. 343–351.
21. P. Huang, J. Kuo, S. Tsai, Y. Tsai. Evaporation analysis of different fuels in evaporator coil of steam reformer for stationary PEM fuel cell systems//*Appl. ThermalEng.* 128 (2018) 564–577.
22. J.Saupsor, N.Kasempremchit, P.Bumroongsakulsawat, P.Kim-Lohsoontorn, S.Wongsakulphasatch, W. Kiatkittipong, N. Laosiripojana, J. Gong, S.Assabumrungrat. Performance comparison among different multifunctional reactors operated under energy self-sufficiency for sustainable hydrogen production from ethanol//*Int. J. Hydrog. Energy*, in press, 2019.03.090.
23. A. Tripodi, E. Bahadori, G. Ramis, I. Rossetti. Feasibility assessment, process design and dynamic simulation for cogeneration of heat and power by steam reforming of diluted bioethanol// *Int. J. Hydrog. Energy* 44 (2019) 2–22.
24. A. Tripodi, A. Pizzonia, E. Bahadori, I. Rossetti. Integrated plant layout for heat and power cogeneration from diluted bioethanol, *ACS Sustain// Chem. Eng.* 6 (2018) 5358–5369.
25. Y.C. Sharma, A. Kumar, R. Prasad, S.N. Upadhyay. Ethanol steam reforming for hydrogen production: latest and effective catalyst modification strategies to minimize carbonaceous deactivation// *Renew. Sust. Energ. Rev.* 74 (2017) 89–103
26. D. Zanchet, J.B.O. Santos, S. Damyanova, J.M.R. Gallo, J.M.C. Bueno, Toward understanding metal-catalyzed ethanol reforming, *ACS Catal.* 5 (2015) 3841–3863.
27. G.Garbarino, Ch.Wang, I.Valsamakis, S.Chitsazan, P.Riani, E.Finocchio, M.Flytzani-Stephanopoulos, G.Busca. A study of Ni/Al₂O₃ and Ni–La/Al₂O₃ catalysts for the steam reform-

- ing of ethanol and phenol//Applied Catalysis B: Environmental Volumes 174–175, 2015, Pages 21–34
28. L. He, S. Hu, L. Jiang, G. Liao, L. Zhang, H. Han, X. Chen, Y. Wang, K. Xu, S. Su, J. Xiang, Co-production of hydrogen and carbon nanotubes from the decomposition/ reforming of biomass-derived organics over Ni/ α -Al₂O₃ catalyst: Performance of different compounds//Fuel 210 (2017) 307–314.
 29. V.Sadykov, S. Pavlova, E.Smal, M. Arapova, M. Simonov, N. Mezentseva, V. Rogov, T. Glazneva, A. Lukashevich, A. Roger, K. Parkhomenko, A. Veen, O. Smorygo. Structured catalysts for biofuels transformation into syngas with active components based on perovskite and spinel oxides supported on Mg-doped alumina//Catalysis Today 293–294 (2017) 176–185
 30. J.H. Song, S. Yoo, J. Yoo, S. Park, M.Y. Gim, T.H. Kim, I.K. Song, Hydrogen production by steam reforming of ethanol over Ni/Al₂O₃-La₂O₃ xerogel catalysts, Mol. Catal. 434 (2017) 123–133.
 31. Elias K.F.M., Lucrédio A.F., Assaf E.M. Effect of CaO addition on acid properties of Ni–Ca/Al₂O₃ catalysts applied to ethanol steam reforming // International Journal of Hydrogen Energy. – 2013. – V. 38. – P. 4407–4417.
 32. Muroyama, H., Nakase, R., Matsui, T., & Eguchi, K. Ethanol steam reforming over Ni-based spinel oxide, International Journal of Hydrogen Energy (2010), 35, 1575–1581.
 33. A. Di Michele, A. Dell'Angelo, A. Tripodi, E. Bahadori, F. Sa`nchez, D. Motta, N. Dimitratos, I. Rossetti, G. Ramis, Int. J. Steam reforming of ethanol over Ni/MgAl₂O₄ catalysts // Hydrogen Energy 2019, 44 (2), 952–964.
 34. M. Nuñez Meireles, J.A. Alonso, M.T. Fernández Díaz, L.E. Cadús, F.N. Agüero. Ni particles generated in situ from spinel structures used in ethanol steam reforming reaction// Materials Today Chemistry 15 (2020) 100213
 35. J. Calles, A. Carrero, A. Vizcaíno and M. Lindo. Effect of Ce and Zr Addition to Ni/SiO₂ Catalysts for Hydrogen Production through Ethanol Steam Reforming//Catalysts 2015, 5, 58–76.
 36. S. Mhadmhan, P. Natewong, N. Prasongthum, C. Samart, P. Reubroycharoen, Investigation of Ni/SiO₂ fiber catalysts prepared by different methods on hydrogen production from ethanol steam reforming//Catalysts 8 (2018) 319.
 37. N. Prasongthum, R. Xiao, H. Zhang, N. Tsubaki, P. Natewong, P. Reubroycharoen. Highly active and stable Ni supported on CNTs-SiO₂ fiber catalysts for steam reforming of ethanol// Fuel Process. Technol. 160 (2017) 185–195.
 38. G. T. Wurzler, R. C. Rabelo-Neto, L. V. Mattos, M. A. Fraga, F. B. Noronha. Steam reforming of ethanol for hydrogen production over MgO—supported Ni-based catalysts// Appl. Catal., A 2016, 518, 115–128.
 39. M. Chen, Y. Wang, Z. Yang, T. Liang, S. Liu, Z. Zhou, X. Li. Effect of Mg-modified mesoporous Ni/Attapulgite catalysts on catalytic performance and resistance to carbon deposition for ethanol steam reforming //Fuel 2018, 220, 32–46.
 40. W. Mulewa, M. Tahir, N.A.S. Amin, MMT-supported Ni/TiO₂ nanocomposite for low temperature ethanol steam reforming toward hydrogen production// Chem. Eng. J. 326 (2017) 956–969.
 41. S. Bepari, S. Basu, N.C. Pradhan, A.K. Dalai. Steam reforming of ethanol over cerium-promoted Ni-Mg-Al hydrotalcite catalysts// Catal. Today 291 (2017) 47–57.
 42. M. Greluka, M. Rotkoa, S. Turczyniak-Surdackab. Comparison of catalytic performance and coking resistant behaviors of cobalt- and nickel based catalyst with different Co/Ce and Ni/Ce molar ratio under SRE conditions// Applied Catalysis A, General 590 (2020) 117334.
 43. F. Menegazzo, C. Pizzolitto, D. Zanardo, M. Signoretto, C. Buyschaert, G. Beny, A. Di Michele. Hydrogen production by ethanol steam reforming on Ni-based catalysts: effect of the support and of CaO and Au doping// Chemistry Select 2(2017) 9523–9531

44. M.Greluka, M.Rotkoa, S.Turczyniak-Surdackab, Enhanced catalytic performance of La_2O_3 promoted Co/CeO_2 and Ni/CeO_2 catalysts for effective hydrogen production by ethanol steam reforming// *Renewable Energy* Volume 155, August 2020, Pages 378-395
45. C. Pizzolitto, F. Menegazzo, E. Ghedini, G. Innocenti, A. Di Michele, G. Cruciani, F. Cavani, M. Signoretto. Increase of ceria redox ability by lanthanum addition on Ni based catalysts for hydrogen production// *ACS Sustain. Chem. Eng.* 6 (2018)13867–13876.
46. T. S. Rodrigues, A. B. L. de Moura, F. A. e Silva, E. G. Candido, A. G. M. da Silva, D.C. de Oliveira, J. Quiroz, P. H. C. Camargo, V. S. Bergamaschi, J. C. Ferreira, M. Linardi, F. C. Fonseca. Ni supported $\text{Ce}_{0.9}\text{Sm}_{0.1}\text{O}_{2-\delta}$ nanowires: an efficient catalyst for ethanol steam reforming for hydrogen production. *Fuel*, Volume 237, 1 February 2019, Pages 1244-1253
47. R. Wu, C. Tang, H. Huang, C. Wang, M. Chang, C. Wang. Effect of boron doping and preparation method of $\text{Ni}/\text{Ce}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2$ catalysts on the performance for steam reforming of ethanol // *Int. J. Hydrog. Energy* 44 (2019) 14279–14289.
48. J.-Y. Liu, C.-C. Lee, C.-H. Wang, C.-T. Yeh, C.-B. Wang Application of nickel-lanthanum oxide on the steam reforming of ethanol to produce hydrogen// *Int. J. Hydrogen Energy* 2010, 35 (9), 4069–4075.
49. J. Shao, G. Zeng, Y. Li. Effect of Zn substitution to a $\text{LaNiO}_{3-\delta}$ perovskite structured catalyst in ethanol steam reforming// *Int. J. Hydrog. Energy* 42 (2017) 17362–17375.
50. Arapova M. V., Pavlova S. N., Rogov V. A., Krieger T. A., Ishchenko A. V., Roger A.-C. Ni(Co)-Containing Catalysts Based on Perovskite-Like Ferrites for Steam Reforming of Ethanol // *Catalysis for Sustainable Energy – 2014. - V. 1. - P. 10–20.*
51. Siao-Wun Liu, Jyong-Yue Liu, Ying-Huei Liu, Yu-Hsung Huang, Chuin-Tih Yeh, Chen-Bin Wang. Ultrasonic-assisted fabrication of LaNiO_x composite oxide nanotubes and application to the steam reforming of ethanol// *Catalysis Today* 164 (2011) 246–250
52. V. Sadykov, L. Bobrova, S. Pavlova, V. Simagina, L. Makarshin, V. Parmon, J.R.H. Ross, A.C. Van Veen, C. Mirodatos. Syngas Generation from Hydrocarbons and Oxygenates with Structured Catalysts Series Energy Science, Engineering and Technology//Nova Science Publishers, Inc, New York, 2012 140 p.
53. V. Sadykov, N. Mezentseva, M. Simonov, E. Smal, M. Arapova, S. Pavlova, Y. Fedorova, O. Chub, L. Bobrova, V. Kuzmin, A. Ishchenko, T. Krieger, A.-C. Roger, K. Parkhomenko, C. Mirodatos, O. Smorygo, J. Ross. Structured nanocomposite catalysts of biofuels transformation into syngas and hydrogen: Design and performance// *Int. J. Hydrogen Energy* 40 (2015) 7511–7522.
54. V.A. Sadykov, S.N. Pavlova, G.M. Alikina, N.N. Sazonova, N.V. Mezentseva, M.V. Arapova, V.A. Rogov, T.A. Krieger, A.V. Ishchenko, R.V. Gulyaev, A.V. Zadesenets, A.-C. Roger, C.E. Chan-Thaw, O.L. Smorygo. Perovskite-based catalysts for transformation of natural gas and oxygenates into syngas, in: J. Zhang, H. Li (Eds.), *Perovskite: Crystallography, Chemistry and Catalytic Performance*//Nova Science Publishers, Inc, New York, 2013, pp. 1–58.
55. A Ishihara, A. Andou, T. Hashimoto, H Nasu. Steam reforming of ethanol using novel carbon-oxide composite-supported Ni, Co and Fe catalysts// *Fuel Processing Technology* 197 (2020) 106203
56. A. Tripodi, M. Compagnoni, E. Bahadori, E. Bahadori, I. Rossetti, G. Ramis. Process intensification by exploiting diluted 2nd generation bioethanol in the low-temperature steam reforming process// *Top. Catal.* 61 (2018) 1832–1841.
57. Y. Li, Zh.Zhang, P.Jia, D. Dong, Y.Wang, S.Hu, J. Xiang, Q. Liu, X.Hu, Ethanol steam reforming over cobalt catalysts: Effect of a range of additives on the catalytic behaviors // *Journal of the Energy Institute* 93 (2020) 165-184.
58. A. Kazama, Y. Sekine, K. Oyama, M. Matsukata, E. Kikuchi, Promoting effect of small amount of Fe addition onto Co catalyst supported on $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ for steam reforming of ethanol, *Appl. Catal. A Gen.* 383 (1–2) (2010) 96–101.

59. Y. Sekine, Y. Nakazawa, K. Oyama, T. Shimizu, S. Ogo. Effect of small amount of Fe addition on ethanol steam reforming over Co/Al₂O₃ catalyst, *Appl. Catal. A Gen.*472 (2014) 113–122.
60. H. Sohn, G. Celik, S. Gunduz, D. Dogu, S. Zhang, J. Shan, F.F. Tao, U.S. Ozkan. Oxygen mobility in pre-reduced nano- and macro-ceria with co loading: an APXPS, in-situ DRIFTS and TPR study//*Catal. Lett.* 147 (2017) 2863–2876
61. M. Greluk, M. Rotko, G. Słowik, S. Turczyniak-Surdacka. Hydrogen production by steam reforming of ethanol over Co/CeO₂ catalysts: effect of cobalt content// *J. Energy Inst.* 92 (2019) 222–238.
62. W. Gac, M. Greluk, G. Słowik, S. Turczyniak-Surdacka. Structural and surface changes of cobalt modified manganese oxide during activation and ethanol steam reforming reaction// *Appl. Surf. Sci.* 440 (2018) 1047–1062.
63. J.F. da Costa-Serra, A. Chica, Catalysts based on Co-Birnessite and Co-Todorokite for the efficient production of hydrogen by ethanol steam reforming// *Int. J. Hydrog. Energy* 43 (2018) 16859–16865
64. M. Chen, C. Wang, Y. Wang, Z. Tang, Z. Yang, H. Zhang, J. Wang, Hydrogen production from ethanol steam reforming: effect of Ce content on catalytic performance of Co/Sepiolite catalyst, *Fuel* 247 (2019) 344–355.
65. H. Sohn, G. Celik, S. Gunduz, D. Dogu, S. Zhang, J. Shan, F.F. Tao, U.S. Ozkan, Oxygen mobility in pre-reduced nano- and macro-ceria with co loading: an APXPS, in-situ DRIFTS and TPR study// *Catal. Lett.* 147 (2017) 2863–2876.
66. A. Casanovas, M. Roig, C.de Leitenburg A. Trovarelli, J. Llorca. Ethanol steam reforming and water gas shift over Co/ZnO catalytic honeycombs doped with Fe, Ni, Cu, Cr and Na. // *International Journal of Hydrogen Energy* (2010)35, 7690–7698
67. A.J. Vizcaino, A. Carrero, J.A. Calles. Comparison of ethanol steam reforming using Co and Ni catalysts supported on SBA-15 modified by Ca and Mg// *Fuel Processing Technology Volume* 146, 1 June 2016, Pages 99-109
68. M.V. Arapova, S.N. Pavlova, V.A. Rogov, T. A. Krieger, A.V. Ishchenko, A. C. Roger Ni(Co)-containing catalysts based on perovskitelike ferrites for steam reforming of ethanol // *Catal. Sustain. Energy* 2014; Volume 2: 10–20
69. [69] C. Cerda-Moreno, J.F. da Costa-Serra, A. Chica. Co and La supported on Zn-Hydroxalcite-derived material as efficient catalyst for ethanol steam reforming// *Int. J. Hydrog. Energy* 44 (2019) 12685–12692
70. S. Ogo, S. Maeda, Y. Sekine. Coke Resistance of Sr-Hydroxyapatite Supported Co Catalyst for Ethanol Steam Reforming// *Chem. Lett.* 2017, 46, 729–732
71. L. Río, I. López, G. Marbán. Stainless steel wire mesh-supported Co₃O₄ catalysts in the steam reforming of ethanol// *Applied Catalysis B: Environmental*, Volumes 150–151, 5 May 2014, Pages 370-379
72. M. Li, G. Chang Wang, Ethanol Reaction on Co₃O₄(110) and Co(0001): A Microkinetic Model Analysis// *The Journal of Physical Chemistry C* 2016 120 (49), 28110-28124
73. B. Subkwak, G. Lee, S. Park, M. Kang. Effect of MnO_x in the catalytic stabilization of Co₂MnO₄ spinel during the ethanol steam reforming reaction// *Applied Catalysis A: General* Volume 503, 25 August 2015, Pages 165-175
74. Banach B, MacHocki A, Rybak P, Denis A, Grzegorzczuk W, Gac W. Selective production of hydrogen by steam reforming of bio-ethanol// *Catal Today* 2011;176(1):28-35.
75. E. Moretti, L. Storaro, A. Talon, S. Chitsazan, G. Garbarino, G. Busca, E. Finocchio, Ceria–zirconia based catalysts for ethanol steam reforming// *Fuel*, Volume 153, 1 August 2015, Pages 166-175

76. A. Rodriguez-Gomez, A. Caballero. Bimetallic Ni-Co/SBA-15 catalysts for reforming of ethanol: how cobalt modifies the nickel metal phase and product distribution//Mol. Catal. 449 (2018) 122–130.
77. T. Nejat, P. Jalalinezhad, F. Hormozi, Z. Bahrami, Hydrogen production from steam reforming of ethanol over Ni-Co bimetallic catalysts and MCM-41 as support// Inst. Chem. Eng. 97 (2019) 216–226.
78. N. Pinton, M. V. Vidal, M. Signoretto, A. Martinez-Arias, V. C. Corberan. Ethanol steam reforming on nanostructured catalysts of Ni, Co and CeO₂: influence of synthesis method on activity, deactivation and regenerability// Catal. Today 296(2017) 135–143
79. A.D. Shejale, G.D. Yadav, Cu promoted Ni-Co/hydrotalcite catalyst for improved hydrogen production in comparison with several modified Ni-based catalysts via steam reforming of ethanol, Int. J. Hydrog. Energy 42 (2017) 11321.

УДК 546.87
МРНТИ 31.17.15

ФОСФОР ШИКІЗАТЫНЫҢ ҚҰРАМЫНАН ТИТАН, ВАНАДИЙ ҚОСПАЛАРЫН БӨЛІП АЛУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

САДИЕВА Х.Р., ТӨЛЕГЕН Н.Ж., ЕЛЕУКЕН А.Р.

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті

Аңдатпа: Мақалада фосфор шикізаты құрамынан титан, ванадий қоспаларын бөліп алу үрдісі қарастырылған. Зерттеу жұмысы барысында титан, ванадий қоспаларын күкірт қышқылымен шаймалап сілтісіздендіру арқылы бөліп алып, алынған титан және ванадий құрамдас қосылыстар физика-химиялық әдістердің көмегімен зерттелді. Сондай-ақ титан және ванадий құрамдас қосылыстар негізінде көміртегі нанотүтікшелері өсірілді.

Түйінді сөздер: Фосфор шикізаты, ванадий, титан, физика-химиялық талдау әдістері, ИК-спектроскопия

ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ТИТАНА И ВАНАДИЯ ИЗ СОСТАВА ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Аннотация: В статье рассматривается процесс отделения соединений титана и ванадия от фосфорного сырья. В ходе исследований соединения титана и ванадия были извлечены путем выщелачивания серной кислотой, далее полученные титан и ванадийсодержащие соединения были исследованы физико-химическими методами. А также на подложках на основе титан и ванадийсодержащих соединений были выращены углеродные нанотрубки.

Ключевые слова: фосфорное сырье, ванадий, титан, физико-химические методы анализа, ИК-спектроскопия

EXTRACTION OF TITANIUM AND VANADIUM COMPOUNDS FROM THE COMPOSITION OF PHOSPHATE ROCK AND STUDY OF THEIR PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES

Abstract: The article discusses the process of separation of titanium and vanadium compounds from phosphorus raw materials. In the course of the study, the titanium and vanadium compounds were recovered by leaching with sulfuric acid, and then obtained titanium and vanadium-containing compounds were studied by physicochemical methods. Also, carbon nanotubes were grown on substrates based on titanium and vanadium-containing compounds.

Key words: Phosphorus raw materials, vanadium, titanium, physicochemical methods of analysis, IR spectroscopy

Кіріспе

Фосфат кені фосфорлы өнеркәсіп өнімдерін өндіруге қажетті шикізат болып табылады. Ол ауыл шаруашылығында, химия өнер-

кәсібінде, тамақ өнеркәсібінде, фармацевтикада және т.б. кеңінен қолданылады. Әлемдегі фосфат қоры 70 млрд. тоннаға дейін жетеді.

Марокко ең үлкен фосфат ресурстарына ие, қоры 50 млрд тонна, бұл жалпы көлемнің 71,43% құрайды [1]. Фосфат ресурстарының минералдануы, магмалық шөгінділері, метаморфты шөгінділері және биогенді шөгінділері (гуано жинақталуы) бойынша төрт негізгі түрі бар. Фосфат ресурстарының шамамен 75%-ы шөгінділерге жатады [2].

Жоғары дәрежелі фосфат кені ылғал және пирогенді процестерден өтіп, әртүрлі фосфорлы тыңайтқыштар мен фосфаттар алу үшін пайдалануға болатын фосфор қышқылы мен фосфордың аралық өнімдерін алады. Ылғал фосфор процесінде қолданылатын фосфат концентратына қойылатын талаптар: P_2O_5 – 30% жоғары, CaO/P_2O_5 қатынасы 1,6-дан аз және MgO құрамы 1%-дан аз [3]. Алайда популяцияның өсуі және фосфатқа деген сұраныстың жоғарылауымен құрамында аз қоспасы бар жоғары сұрыпты фосфат кендері таусылуда. Фосфат кендерінің көп бөлігі қышқылдану процесінде тікелей қолдануға жарамсыз, өйткені олардың құрамы P_2O_5 салыстырмалы түрде төмен және әдетте құрамында қоспа минералдары, негізінен кварц, слюда, дала шпаты, доломит, кальцит, саз және т.б. Сондықтан фосфатты байыту саласы үлкен қиындықтарға тап болып отыр, яғни, бұл төмен сұрыпты фосфат кендерін

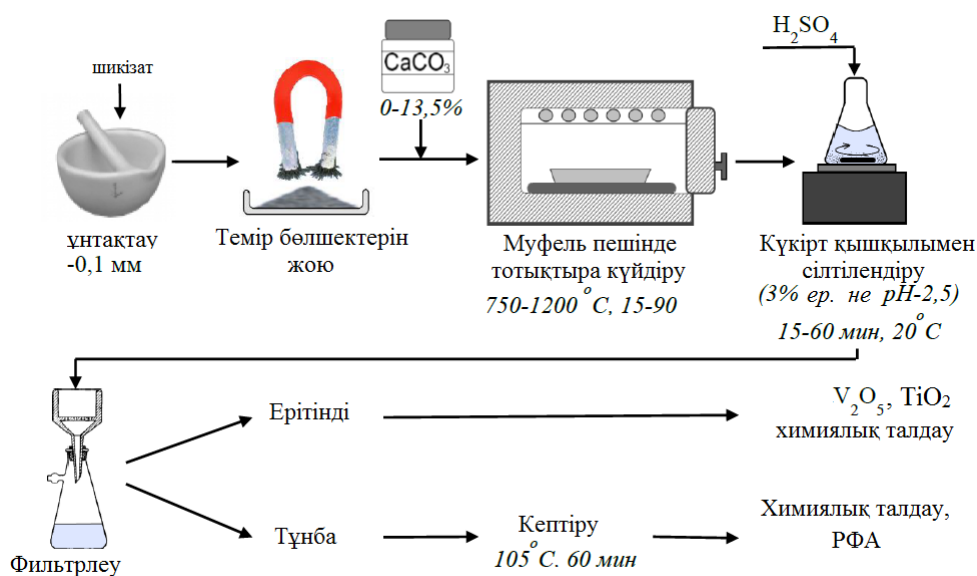
үнемді және тиімді пайдалану жолдарын іздеуге жол ашады [4-5].

Фосфаттың мөлшері төмен кендерін фосфат концентратын алу үшін алдын ала дайындау керек болғандықтан, фосфат минералдарының селективті бөлінуіне қол жеткізу үшін байыту әдістері мен реактивтер өте маңызды болып саналады. Руда құрамының әрқелкі құрамы мен құрылымына сүйене отырып, тиісті процестер мен реактивтер енгізіледі. Аталған мақалада фосфор шикізатының құрамынан титан, ванадий қоспаларын бөліп алу әдісі жан-жақты қарастырылып, олардың физика-химиялық қасиеттері зерттеледі.

Тәжірибелік бөлім

Зерттеудің мақсаты қышқыл ерітінділерімен сілтісіздендіру арқылы фосфор шикізатынан титан, ванадий қоспаларын бөліп алу болып табылады.

Фосфор шикізатын күйдіру әдістемесі төмендегі суретте келтірілген (1 сурет). Фосфорит концентратын қалпына келтіру арқылы алынған қож бөлшектерін мөлшері 0,1 мм дейін ұнтақтап, магнит көмегімен темір бөлшектерінен тазартылды. Салмағы 2 г үлгіні альдұмды қайыққа салып, ауада 800-1250°C температура аралығында зертханалық муфель пешінде жағылды. Күйдіру 15-тен 90 минутқа дейін алынды.



1 сурет – Шламды тотықтыра күйдіру және өнімдерін сілтісіздендіру

Салқындағаннан кейін шлакты Қ:С = 1:25 қатынасында 3% күкірт қышқылының ерітіндісімен сілтісіздендірілді (кейбір жағдайларда рН 2,5). Сілтісіздендіру бөлме температурасында 10-60 минут ішінде тұрақты түрде магнитті араластырғышпен жүргізілді.

Сілтісіздендірілгеннен кейін ерітінді қалдықтан вакуумды сүзгілеу арқылы бөлінді. Қалдық 105°C температурада кептірілген ыстық дистилденген сумен жуылды. Рентген-фазалық анализін қолдану арқылы технологиялық параметрлерге байланысты фазалық түрлендірулер және күйдіру кезіндегі титан, ванадийдің әрекеті зерттелді. Алынған ерітіндідегі титан, ванадий құрамы химиялық анализ көмегімен анықталды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Күкірт қышқылы ерітінділерімен сілтісіздендіру арқылы фосфоритті көп компонентті концентраттан титан және ванадий қоспаларын бөліп алынатын руданың құрамы 1-кестеде келтірілген.

Кестеден көрініп тұрғанындай, фосфогипстің құрамындағы зерттеліп отырған элементтердің максималды мөлшері келесідей: титан (Ti) – 0,12%, ванадий (V) – 0,14%.

Титан химиялық активті ауыспалы элемент, қалыпты жағдайда титан оттегі мен суға төзімді. Ол жоғары беріктігімен және тоттануға төзімділігімен ерекшеленеді. Оның тотығу дәрежесі +4, сирек +3, +2. 500-550°C-қа дейінгі температураларда металл бетінде оксид қабаты пайда болатындықтан ауада, теңіз суында, ылғал хлорда, хлоридтер мен азот және күкірт қышқылы ерітінділерінде

(HF, H₃PO₄, концентрлі H₂SO₄ ерітінділерін қоспағанда), сілтілердің сұйытылған ерітінділерінде коррозияға тұрақты. Содамен Na₂CO₃ немесе потапен K₂CO₃ балқыған кезде титан оксиді титанаттар түзеді:

Қыздырғанда титан галогендермен әрекеттесіп (мысалы фтормен 150°C-та, йодпен 550°C-та, хлормен 300°C-та) галогенидтер түзеді. Бор, көміртек, кремний және селенмен әрекеттесіп, металға ұқсас қосылыстар түзеді [6].

Көптеген өндіріс салаларында титанның беріктігі оның шамамен болаттың беріктігінен кем еместігіне байланысты қолданылады. Құйма түріндегі титан авиация, зымыран, автомобиль, кеме жасауда маңызды құрылымдық материал болып табылады. Сонымен қатар радиоэлектроникада, тамақ, шарап, бояу, қағаз өнеркәсіптеріне қажетті аспаптар мен қондырғылар жасауда кеңінен қолданылады.

Ванадий элементін қарастыратын болсақ, оның техникада маңызы өте зор. Ванадий минералды тұздардың сулы ерітіндісіне төзімділігімен айырықшаланады. Алдымен ванадий ерекше болаттар өнеркәсібінде пайдаланылады. Ванадийдің қатысында болаттың құрылысы ұсақ дәнді және біртекті болады, жабысқақтығы жоғарылайды, барлық механикалық қасиеттері жақсартылады, балқыту қасиеттері артады.

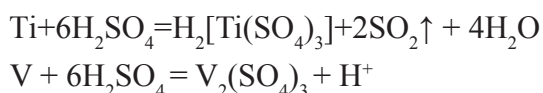
Ванадий сонымен қатар болаттағы оттектің мөлшерін төмендетеді, ванадийдің балқу температурасы және басқа балқымаларға тұрақтылығы жоғары, сол үшін де ванадийді және оның құймаларын ядролық реакторда пайдаланады.

1 кесте – Фосфор шикізатының элементтік құрамы

Спектр	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ca	Ti	V	Mn	Fe	Барл.
Спектр 1	20,80	19,16	5,77	5,27	0,29	0,24	0,09	27,87	7,71	0,12	0,00	0,34	12,32	100,00
Спектр 2	15,88	24,79	4,14	3,57	0,23	0,28	0,82	36,36	5,30	0,00	0,00	0,36	8,27	100,00
Спектр 3	27,86	11,56	7,10	6,93	0,48	0,21	0,41	18,60	11,27	0,00	0,14	0,29	15,16	100,00
орташа	21,51	18,51	5,67	5,25	0,34	0,24	0,44	27,61	8,09	0,04	0,05	0,33	11,92	100,00

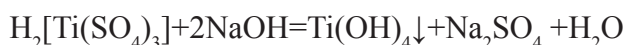
Ванадий активті катализатор болғандықтан, химиялық өнеркәсіпте маңызы зор. Күкірт қышқылы алынғанда ванадий катализаторы (V_2O_5) қолданады. V_2O_5 – катализатор ретінде әркелкі органикалық химиядағы реакцияларда пайдаланылады.

Руда күкірт қышқылымен әрекеттескен кезде келесідей реакциялар жүреді:



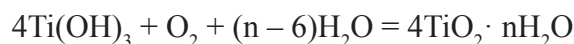
Рудалардың құрамына және титан мен ванадийдің қасиеттеріне сүйене отырып, осы элементтердің барлығы күкірт қышқылы ерітінділерімен шаймалау кезінде өнімді ерітіндіге сәтті өтеді деп болжам жасадық.

Күкірт қышқылында ыдыратылған фосфор шикізатын филтрден өткізіп, одан кейін сұйық фазаға 10-15% NaOH ерітіндісін құйған кезде, титан және ванадий қосылыстары тұнбаға түседі.

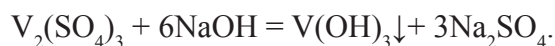


Титан (IV) гидроксиді өте тұрақсыз, сондықтан ол бірден титан (III) гидроксиді $Ti(OH)_3$ айналады. $Ti(OH)_3$ – сұр-күлгін тұнба, суда ерімейді, тек негізгі қасиеттерге ие,

яғни сілтілерде ерімейді, қышқылдармен әрекеттесіп, тиісті тұздар түзеді. Ті (III) қосылыстары тұрақсыз және тотықсыздандырғыш заттар болып есептеледі. Сондықтан титан (III) гидроксиді және оның тұздары атмосфералық оттегімен оңай тотығады және нәтижесінде тұнбаның түсі ақ түске айналады:

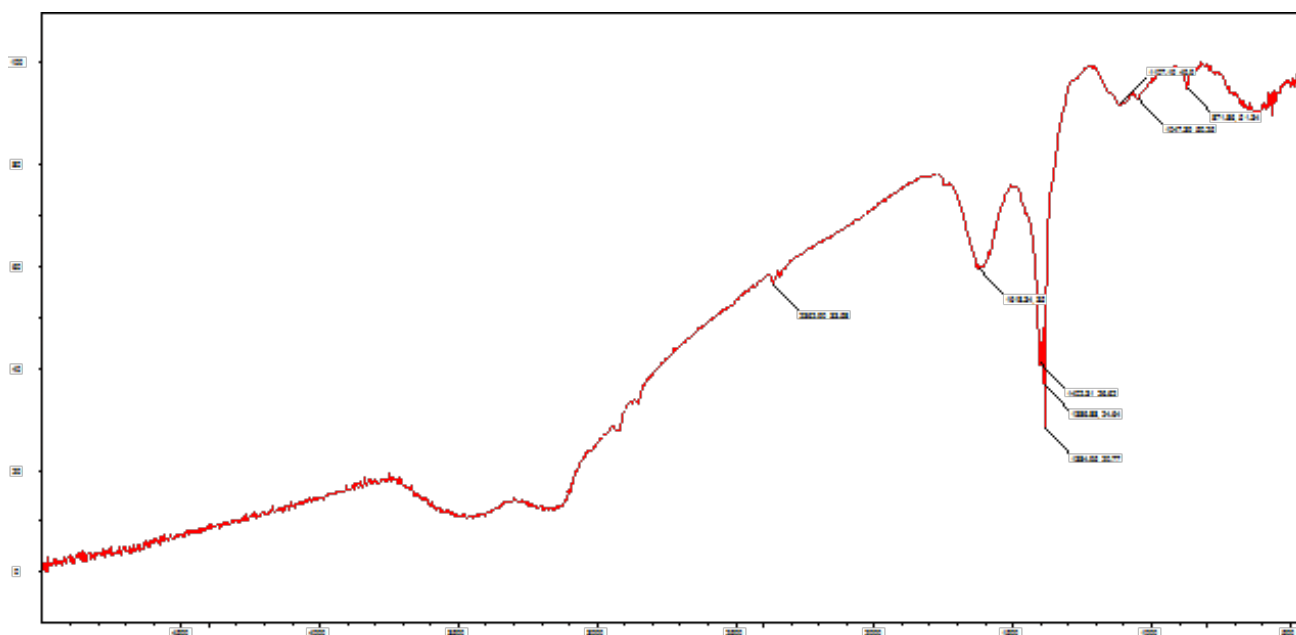


Ванадий (III) тұздары рН 4-5 тең болатын сілтімен әрекеттесіп, жасыл түсті $V(OH)_3$ гидроксидін алуға тырыстық. Ванадий гидроксиді негізінен өзінің негізгі қасиеттерін көрсетеді. Бұл зат күшті тотықсыздандырғыш болып табылады, ол ауада оңай тотығады да біртіндеп $VO(OH)_2$ қоңыр түсті оксотүріне айналады:



Ары қарай, алынған тұнбалар сүзіліп, қатты қалдықтың құрамындағы титан және ванадий элементтеріне физика-химиялық зерттеулер жасалды.

Қаратау фосфориттерінің ыдыратылған концентраттан бөлінген титан және ванадий қосылыстарының үлгілерін зерттеу үшін ИҚ-спектроскопиялық әдіс қолданылды (2 сурет).



2 сурет – Титан және ванадий құрамдас қоспа үлгісінің ИҚ-спектрі

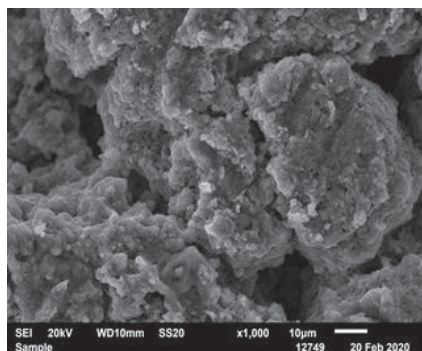
Синтезделген үлгілердің ИҚ-спектрінде ортаның сутектік көрсеткішіне қарамастан, $3950-2200\text{cm}^{-1}$ валенттік тербелістер ауданын және $2200-450\text{cm}^{-1}$ деформациялық тербелісінің ауданын бөлуге болады.

Жоғарыдағы 2-суретке сәйкес, 2363cm^{-1} жиіліктегі әлсіз көрсетілген жолақтар фосфор қышқылына тән, 1618 және 1402cm^{-1} жиіліктегі қарқынды жолақтар – ванадий және титанның сульфат иондарына тиесілі. $1387-1385\text{cm}^{-1}$ аймағындағы жиіліктері Ti-O және V-O байланыстарының деформациялық тер-

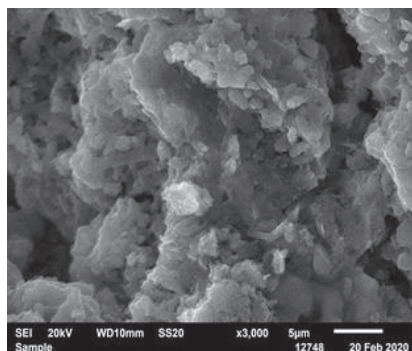
белістеріне, $1107-1047\text{cm}^{-1}$ Ti-OH және V-OH байланысының деформациялық жиіліктеріне, ал 871cm^{-1} TiO және VO қосылыстарының валенттік тербелістеріне тура келеді. Алынған ИҚ-спектрі нәтижелеріне сәйкес титан және ванадий құрамдас қосылыстар – сульфат және фосфат иондары қосылыстары түрінде болуы мүмкін.

Ары қарай алынған үлгілердің морфологиялық құрылымы СЭМ көмегімен зерттелді (3 сурет).

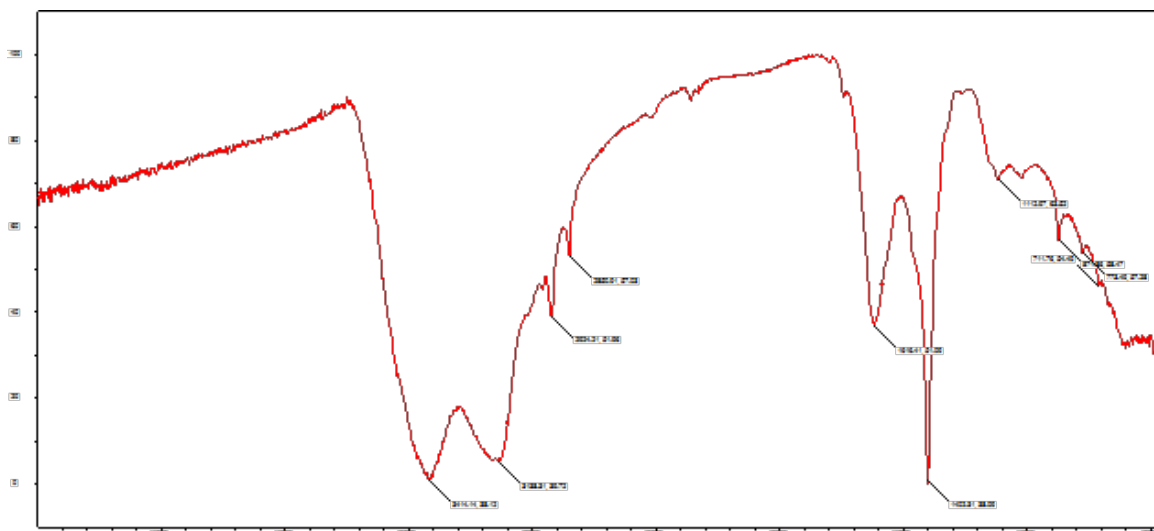
а) 1000 есе



ә) 3000 есе үлкейтілген



3 сурет – Титан және ванадий құрамдас қоспа үлгісінің микрофотографиясы (СЭМ)



4 сурет – Көміртегі нанотүтікшесі өсірілген үлгінің ИҚ-спектрі

Микрофотографиядан көрініп тұрғандай, металл бөлшектері дән түрінде көрсетілген, яғни натрий гидроксидін қосқан кезде ірі дәнді тұнбалардың шөгуін тудырады.

Осылайша фосфор шикізатынан құрамынан титан және ванадий құрамдас қоспалары бөлініп алынды. Ал осы үлгілердің

құрамындағы байланыс типі ИҚ-спектрі арқылы морфологиялық құрамы СЭМ көмегімен нақтыланды.

Күкірт қышқылында ыдыратылған фосфат шикізат және фосфорит қалдықтарын сүзіп бөліп алған соң, сұйық фазаға 10-15% NaOH ерітіндісін құйған кезде, титан және ванадий

2 кесте – Фосфор шикізатының элементтік құрамы

Спектр	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ca	Ti	V	Mn	Fe	Барл.
Спектр 1	22,51	40,35	16,87	4,30	3,55	0,14	0,22	0,19	13,63	11,85	0,00	0,00	0,24	8,67	100,00
Спектр 2	21,92	36,60	18,92	4,16	3,59	0,11	0,22	0,18	16,36	11,11	0,00	0,00	0,33	8,42	100,00
Спектр 3	22,15	37,01	19,96	4,31	2,84	0,22	0,12	0,00	16,09	11,35	0,11	0,00	0,00	7,98	100,00
орташа	22,39	37,99	18,58	4,26	3,33	0,16	0,19	0,12	15,36	11,44	0,04	0,00	0,19	8,36	100,00

қосылыстары тұнбаға түседі. Содан кейін тұнбаны сүзіп, кептіріп, титан және ванадий құрамды қосылыстардан таблеткалар жасалынды. Осы таблеткаларды «CN-CVD-100» (ULVAC JAPAN, Ltd.) құрылғысының көмегімен көлемі 1 см² болатын металл тасымалдағышта көміртегі нанотүтікшесі өсірілді. Нәтижесінде таблеткалардың түстері қара түске өзгеріп, оларға физика-химиялық зерттеулер жүргізілді (4 сурет).

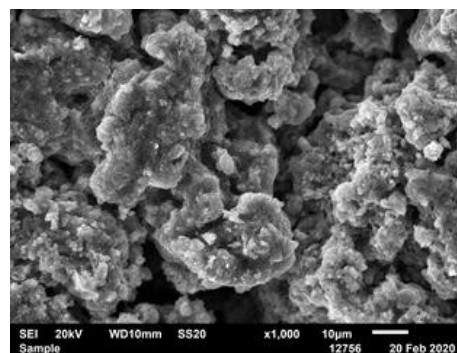
Суреттен көрініп тұрғандай, 3414 және 3138 см⁻¹ жиіліктегі қарқынды жолақтар ОН ионының валенттік тербелістеріне тән. 2924 және 2850 см⁻¹ жиілігіндегі әлсіз жолақтар Н₃О⁺ ионының валенттік тербелісіне, 1616 см⁻¹ жолағы δ(Н₂О) валенттік тербелісін көрсетеді. 1402 см⁻¹ жиіліктегі қарқынды жолақтар – ванадий және титанның гидроксид иондарының δ(Ме–О(Н)–Ме) деформациялық тербелістеріне тән. 1112 см⁻¹ Ti–ОН және V–ОН байланысының деформациялық жиіліктеріне, ал 871 см⁻¹ TiO және VO қосылыстарының валенттік тербелістеріне сәйкес келеді. Осылайша көміртегі нанотүтікшесі өсірілген үлгінің құрылымы зерттелді, құрамындағы иондар анықталды.

Көміртегі нанотүтікшесі өсірілген титан және ванадий құрамдас қоспа үлгісінің құрамына элементтік талдау жасалынды (2 кесте).

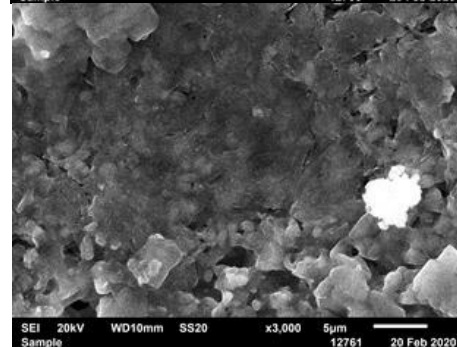
2-кестеден көріп отырғанымыздай, титан және ванадий құрамдас қосылыстар негізінде көміртегі нанотүтікшелері өсірілген үлгілердің құрамынан көміртектің бар екендігін байқауға болады, ол нанотүтікшелі көміртектің бар екендігін білдіреді.

СЭМ көмегімен титан және ванадий құрамдас қосылыстар негізінде көміртегі нанотүтікшелері өсірілген үлгілердің морфологиялық құрылымы зерттелді (5 сурет).

а) 1000 есе



ә) 3000 есе үлкейтілген



5 сурет – Көміртегі нанотүтікшесі өсірілген титан және ванадий құрамдас қоспа үлгісінің микрофотографиясы (СЭМ)

Микрофотографиядан көрініп тұрғандай, көміртегі нанотүтікшелері өсірілмеген үлгілермен салыстырғанда, дән түріндегі металл бөлшектері сақталған. Ұнтақтағы бөлшектердің мөлшері 300-400 нм шамасында. Сондай-ақ алынған нанодисперсті ұнтақтың құрамының элементтік талдауының нәтижесіне сәйкес үлгі 22% көміртегінен тұратындығын көрсетті.

Қорытынды

Осылайша фосфор шикізатының құрамынан титан және ванадий құрамдас қосылыстары бөлініп алынып, ары қарай алынған үлгілерге көміртегі нанотүтікшелері өсірілді. Сонымен қатар бастапқы және соңғы үлгілердің құрылысы, морфологиялық құрамы мен элементтік талдау жасалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. U.S. Geological Survey. Mineral Commodity Summaries; U.S. Geological Survey: Reston, VA, USA. – 2018. – pp. 122-123.
2. Abouzeid A.-Z.M. Physical and thermal treatment of phosphate ores. - Int. J. Miner. Process. - 2008. – P.59-84.
3. Sis H., Chander S. Reagents used in the flotation of phosphate ores: A critical review. – Miner. Eng. – 2003. – P. 577-585.
4. Zafar Z.I., Anwar M.M., Pritchard D.W. Innovations in beneficiation technology for low grade phosphate rocks. - Nutr. Cycl. Agroecosys. – 1996. – P. 135-151.
5. Ruan Y., Zhang Z., Luo H., Xiao C., Zhou F., Chi R. Effects of metal ions on the flotation of apatite, dolomite and quartz. – Minerals. – 2018. – P. 141.
6. Алимов У.К., Расулов А.А и др. Оптимальный режим процесса переработки фосфоритов центральных Кызылкумов упаренной экстракционной фосфорной кислоты // Universum. 2016 г. – №8 (29). – С. 26-32.

ӘОЖ 669.017.16.001.5
МРНТИ 53. 37.13.

ҚОРЫТПАДА ТЕЗ СУЫТҚАННАН КЕЙІН БОЛАТЫН CU-ZN-FE-NI-PB-AL СИСТЕМАСЫНДАҒЫ ЖЕЗ ҚОРЫТПАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІ

СҰЛТАНБЕК Т.Ж., ДОСТАЕВА А.М., ҚАБДЫРАХМАНОВА А.Б.

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті

Аңдатпа: Қазіргі уақытта автомобиль жасауда алюминий-темір-никель-кремнийлі жездер кеңінен қолданылады, олар легірілеуші элементтердің болуы арқасында жоғары қаттылықпен бірегей жоғары иілгіштіктің үйлесіміне ие, тозуға төзімді және пайдалану кезінде беріктігі мықты. Мұндай материалдар рөлінде іс жүзінде бір фазалы болып табылатын *al-Fe-Ni-Sn-Cu-Zn* қорытпасы да бола алады. Алайда оның елеулі кемшілігі – ыстық деформациялаудан кейін қалдық кернеулердің әсерінен морт-сынғыштық қасиеті пайда болады. Бұл қорытпаның негізгі құрылымдық құраушысы – *B2 β* бойынша реттелген *CuZn* фазасы, ол бөлме температурасында төмен иілгіштікпен сипатталады. Осыған байланысты механизмдерді анықтау, сонымен бірге құбыр және сақиналы үлгілерде жоғары қалдық кернеулердің пайда болу себептерін жою өте өзекті міндет болып саналады.

Түйінді сөздер: қорытпа, жез, фаза, балқыту, кристалдану

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЛАТУННОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ CU-ZN-NI-FE-PB-SN-AL ПОСЛЕ БЫСТРОЙ ЗАКАЛКИ ИЗ РАСПЛАВА

Аннотация: В настоящее время в автомобилестроении широко применяются алюминий-железо-никель-кремнистые латуни, которые, благодаря присутствию в них легирующих элементов, обладают уникальным сочетанием высокой пластичности с высокой твердостью, износостойкостью и прочностью при эксплуатации. В роли таких материалов может выступать и *Al-Fe-Ni-Sn-Cu-Zn* сплав, являющийся практически однофазным. Однако ее существенный недостаток – склонность к растрескиванию под действием остаточных напряжений, возникающих после горячего деформирования. Основная структурная составляющая этого сплава – упорядоченная по типу *B2 β*-фаза *CuZn*, которая при комнатной температуре характеризуется невысокой пластичностью. В связи с этим выявление механизмов и последующее устранение причин появления высоких остаточных напряжений в трубных и кольцевых образцах является весьма актуальной задачей.

Ключевые слова: сплав, латунь, фаза, отжиг, кристаллизация

STRUCTURE AND PROPERTIES OF THE BRASS ALLOY SYSTEM CU-ZN-NI-FE-PB-SN-AL AFTER QUICK MELTING

Abstract: At present, aluminum-iron-nickel-silicon brass is widely used in the automotive industry, which, due to the presence of alloying elements in them, has a unique combination of high ductility with high hardness, wear resistance and operational strength. *Al-Fe-Ni-Sn-Cu-Zn* alloy, which is practically single-phase, can also play the role of such materials. However, its significant drawback is its tendency to crack under the influence of residual stresses arising after hot deformation. The main structural component of this alloy is the *CuZn B2 β* phase ordered by type, which is characterized by low ductility at room temperature. In this

regard, the identification of mechanisms, and the subsequent elimination of the causes of the appearance of high residual stresses in tube and ring samples is a very urgent task.

Key words: alloy, brass, phase, annealing, crystallization

Кіріспе

Жаңа үлгідегі әртүрлі машиналарды құру, олардың жаппай өндірісін ұйымдастыру, әрбір агрегаттың жұмыс сенімділігін арттыруға ұмтылу жаңа материалдарды әзірлеуді және бұрын істетілген материалдарды түрлендіруді ынталандырады. Соңғы уақытта таспа түрінде 105-106 К/с жылдамдықпен балқымадан жылдам шындалған аморфты және микросталды құрылымы бар материалдар кеңінен қолданылады. Бұл әдіс қатты ерітінділерде қоспалайтын элементтердің ерігіштігін арттыру, құрылымдық құрауыштарды ұсату, метастабильді кристалды және аморфты фазалардың түзілуі есебінен қорытпалардың механикалық қасиеттерін айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік береді. Құрылымдық-сезімтал қасиеттері көп жағдайда балқымадан тез шынықтыру кезінде осы қорытпаларды алу шарттарына байланысты болады.

Эксперимент әдісі

Легирленген жездер барлық конструкциялық машина жасау материалдарының арасында, олардың жоғары технологиялық өң-

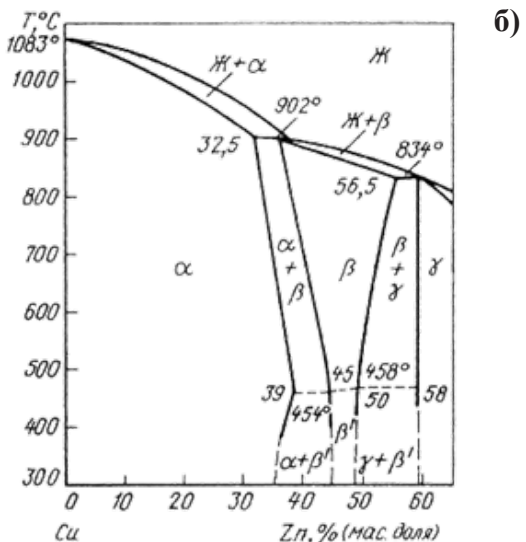
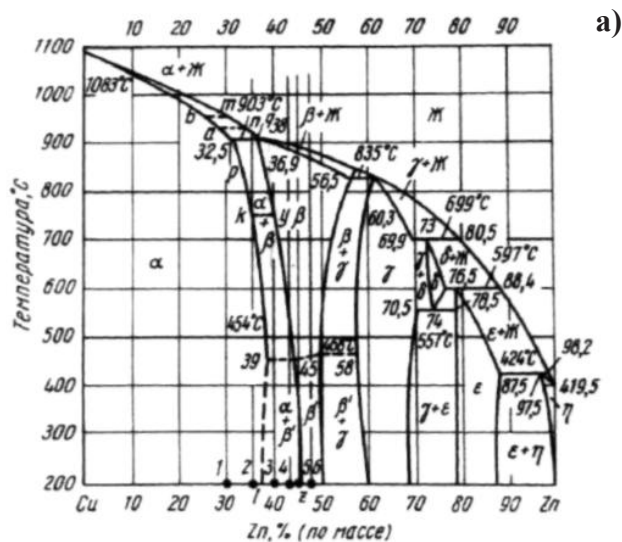
делуі мен алынатын пайдалану қасиеттерінің бірегей үйлесімділігінің арқасында жетекші орын алады. Жездердің техникалық және пайдалану қасиеттері Cu-Zn диаграммасындағы қорытпаның жағдайына сәйкес олардың құрылымдық жай-күйімен анықталады (1 сурет а және б).

Cu-Zn жүйесінің қорытпаларында келесі фазалар бар:

1. α қатты ерітіндісі (мыстағы мырыш), жаққа орталықтандырылған текше, 100% болғанда Cu – a = 36,08 нм, 62,5% болғанда Cu – a = 36,93 нм.

2. Айнымалы құрамды (β -фаза) электрондық қосылысы (валенттілік электрондарының санының атомдар санына қатынасы = 3/2). Сан түрлі температурадағы β фазасындағы мыс концентрациясы 56,5-тен 63 массаға дейін өзгеруі мүмкін. β -фазаның торы көлемге орталықтандырған текше, a = 29,4 нм.

3. Cu_5Zn_8 электрондық қосылысы (валентті электрондар санының атомдар санына қатынасы =21/13). 52 атомнан тұратын



1 сурет – Cu-Zn күй диаграммасы: а – Zn диаграммасы, масс. %; б – Zn экв. мырыш эквивалентінің есептелген мәндері бар диаграмма, масс. %

ұяшықтары бар күрделі, текше типті тор, $a = 88,5...88,6$ нм.

4. δ -фаза - температура тар интервалында ғана бар фаза (697 және 555°C арасында). δ - қатты ерітінді (табиғатта анықталмаған).

5. ε -фаза, CuZn_3 электрондық типті үшінші қосылыс негізінде құрылған фаза (валентті электрондар санының атомдар санына қатынасы - $7/4$ тең). Гексагональды тор: $a = 27,18$ нм; $c = 42,94$ нм 20% болғанда Cu ; $c/a = 1,585$.

6. Гексагональды тормен мырыштағы мыс қимасының қатты ерітіндісі $\eta: a = 26,70$ нм; $c = 49,66$ нм; $c/a = 1,860$ [1-2].

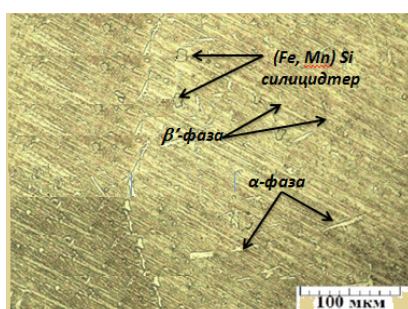
Зерттелетін алюминий-темір-никель-кремнийлі жездің құрамында Fe -дің $0,5$ -ке дейін және Ni -дің $0,4$ мас.% қосымшасын пайдалану кезінде жоғары қаттылығымен, тозуға төзімділігімен және беріктігімен ыстық деформациялауда жоғары икемділігімен ерекшеленетін легирленген көп компонентті жезге жатады. Cu-Zn экв. Күй диаграммасында (1 сурет) бұл қорытпа бір фазалы β -облысқа жақын орналасқан, ал оның негізгі жетіспеушілігін түсіндіреді – көптеген зерттеушілердің еңбектерінде атап көрсетілген ыстық деформациядан кейін сақтау кезінде жарылу үрдісі. Осы жезде темір мен ни-

кельдің аздаған қоспалары кейіннен ыстық деформация үшін қыздыру кезінде өтетін рекристаллизациялық процестерді тежеу мақсатында жасалған.

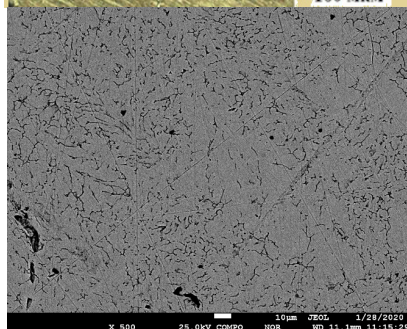
Бастапқы ыстық пластикалық деформациядан кейін жездің негізі $\text{B2 } \beta'$ -фазасы бойынша реттелген CuZn құрайды, ал α -фаза дәндері шекаралар бойынша немесе β' -дән ішіндегі деформация температурасынан суыту процесінде бөлінеді. Ол 2 суретте толығымен көрсетілген.

Балқымадан тез шыңдау процесінде жылдам шыңдалған таспаларды алу үшін бастапқы материал ретінде массалық үлесі, %: $\text{Cu}-64,4$, $\text{Zn}-25,9$, $\text{Ni}-4,0$, $\text{Fe}-0,08$, $\text{Pb}-0,5$, $\text{Sn}-0,4$, $\text{Al}-0,2$ құрам қорытпасы пайдаланылды. Өртүрлі қалыңдықтағы тез жанған таспалар балқыманы мыс дискісінің цилиндрлік бетіне спиннингтеу әдісімен алынған. "Tescan Vega" электронды микроскопта және "альтами"металлографиялық микроскопта құйма және жылдам шыңдалған үлгілердің микрoқұрылымдарын зерттеді. Латунды үлгілердің қаттылығын WILSON VH 1150 аспабында 5 кг жүктемесімен түрлі температураларда Виккерс бойынша өлшенген. Қаттылықты өлшеуге арналған WILSON VH 1150 құрылғысы 3 суретте көрсетілген.

а) α -фазаның құрамы 2%



б) α -фазаның толық болмауы



2 сурет – Бастапқы ыстық пластикалық деформациядан кейінгі алюминий-темір-никель-кремнийлі жездің микрoқұрылымы



3 сурет – WILSON VH 1150 құрылғысы

1 кесте – Құйылған үлгілердің химиялық құрамы (м.дм., %)

Үлгі	Zn	Cu	Fe	Pb	Ni	Sn	Mn	Al
1	25,9	68,5	0,21	0,8	4,0	0,5	0,04	Құрамында жоқ
2	21,8	71,4	0,15	0,55	4,8	0,4	0,04	
3	25,9	66,4	0,12	0,55	4,6	0,4	0,36	
4	25,9	66,4	0,08	0,5	4,0	0,4	Құрамында жоқ	0,2

Микроқаттылықты Виккердің алмаз пиромидасына үлгіні қысу арқылы ISOSCAN OD аспабында өлшенді. Жез қорытпаларының химиялық құрамын анықтау үшін THERMO SCIENTIFIC Niton XL2-100 құрылғысы қолданылды. Зерттелген жез қорытпаларының химиялық құрамы 1-кестеде көрсетілген.

Эксперимент нәтижелері және оларды талқылау

Жұмысты орындау барысында α -фазаның бөлінуі мен күйдіру мөлшерінің ұзақтығы мен қарқыны бойынша зерттеулер жүргізілді. Қыздыру температурасының өзгеру диапазоны 390°C -тан 520°C -қа дейін, ұстау уақыты – 3 сағ.

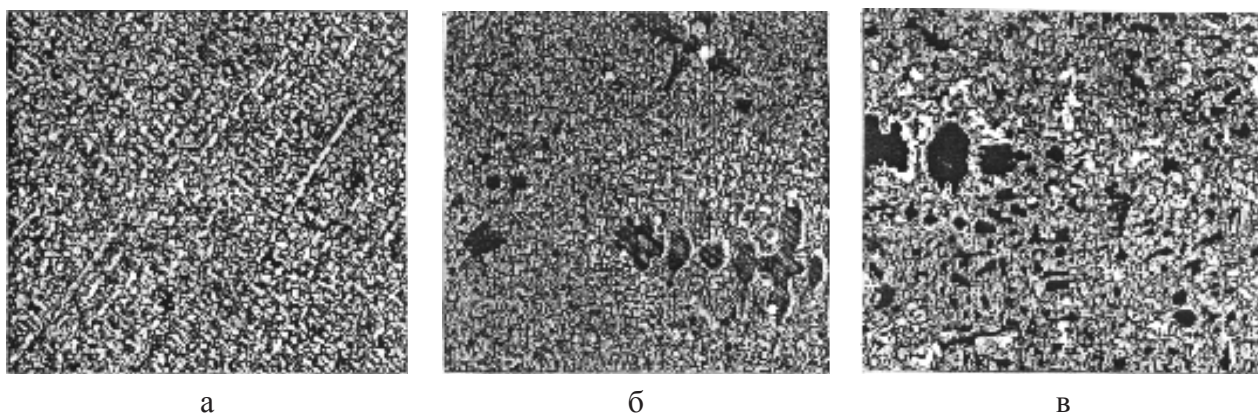
$390...420^{\circ}\text{C}$ күйдіруден кейін α -фаза санының айырмашылығы үлкен: 390°C – 5,0% 420°C – 6,7% (4.а сурет). 450°C температурасында – 8,3% α -фаза (4.б сурет). 520°C температурада біртекті β -құрылым алынды (4.в сурет). Қыздыру температурасы 450°C кезінде α -фазаның максималды мөлшерін алу (4.б сурет) 450°C -қа дейін α -фазаның мөлшері ұл-

ғаюымен түсіндіріледі, бұған алдыңғы зерттеулер дәлел болады, ал 450°C жоғары қызғанда α -фазаның еруі жүреді, сақталған бөлшектер дөңгелек пішінді алады.

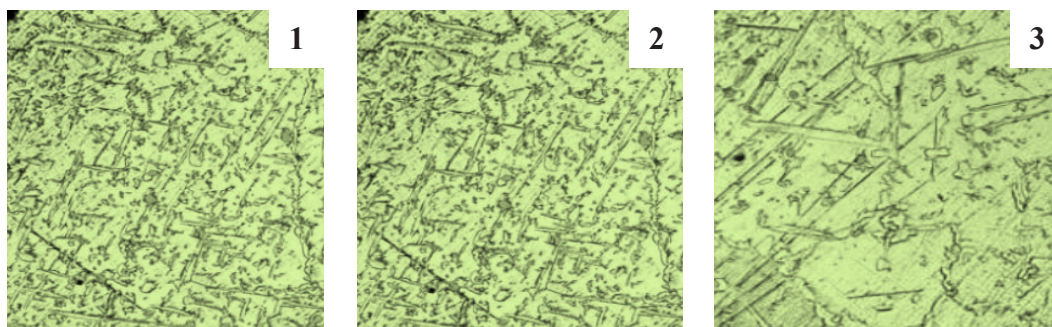
Күйдіру ұзақтылығының α -фаза мөлшеріне әсерін зерттеу кезінде 425°C температурада ұстау уақытының ұлғаюымен α -фазаның мөлшері өседі, оның күрт өсуі 3 сағатқа дейін байқалады, одан кейін қисық баяу өседі.

Әрқилы композициялардағы құйылған жездердің микроқұрылымы 4 және 5 суретте берілген. Олардың құрылымын зерттеу көрсеткендей, әртүрлі қоспалаушы элементтердің көп компонентті қорытпаларына кіріспе және олардың екі фазалы аймақтың $\alpha+\beta$ шекараларының жағдайына әсерін байқадық, ал олардың фазалық құрамын немесе фазалардың арақатынасын мақсатты түрде өзгертуге болады, демек қорытпалардың механикалық және физикалық қасиеттеріне әсер етеді [3].

Cu-Zn жүйесі жағдайының диаграммасына сүйене отырып, мырыш мөлшері есептелген, салмақтық үлесі 4-4,8% құрайтын жезге



4 сурет – Құйылған жездердің микроқұрылымдары, $\times 100$



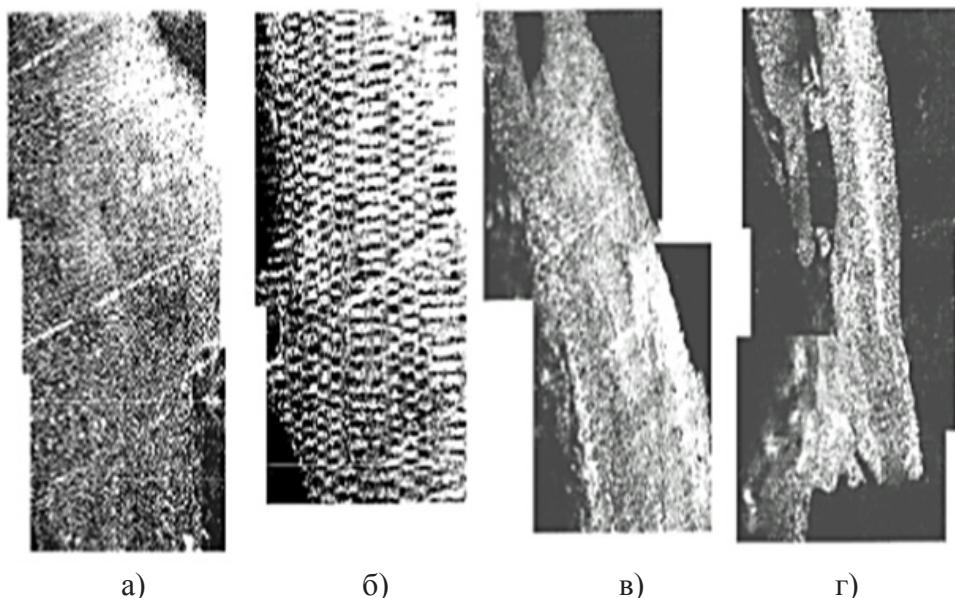
5 сурет – Пикринді улаудан кейінгі құрылымы (1 г пикрин қышқылы $C_6H_3N_3O_7$, 5 см³ HCl ерітілген, 100 см³ спирт қосылған)

никель енгізу металл кокилде зерттелген қорытпалардың ұсақталған дәнімен бір фазалы қорытпасын алуға мүмкіндік береді α және β -фазасы бар екі фазалы теңіз жез алынған. Екі фазалы құрылымның пайда болу себебі шамамен 102-103 К/с жылдамдықпен қорытпаның жылдам суытылуы еді, онда барлық фазалық түрленулер пайда болуына үлгермеді, яғни β -кристалдар α -фазада еруге үлгермеді. Құйма жез қорытпаларының құрылымында α және β -дәндер көлемінде біркелкі бөлінген темір негізіндегі ерімейтін бөлшектер, сондай-ақ дәндер ішіндегі жеке окшауланған түзілімдер түріндегі қорғасын қоспалары табылды. Тәжірибедегі 4-ші үлгіде (4, 5 сурет) мыс диоксидтері мен сульфидтердің өшірілуі орын алды. Дәндердің мөлшері орташа шартты дәндер диаметрін өлшеу әдісімен анықталды және 0,02-0,038 мм құра-

ды, бұл 2-3 дән санына сәйкес келеді, ал құйма үлгілерінің микроаттылығы 692-731 МПа диапазонында болды [4].

4, 5 және 6-шы суреттерінде Cu-Zn-Ni-Fe-Pb-Sn-Al жүйесінің балқыманы спиннингтеу әдісімен 105-106 К/с суыту жылдамдығымен алынған жез қорытпасының құрылымы берілген.

Бұл тез күйдірілген қорытпаның құрылымын орташа 0,1-ден бірнеше нанометрге дейінгі кристаллит мөлшері бар микрокристалды деп сипатталады. Қорытпаның біртектілігі мен гомогендігі жоғары дәрежеге ие. Құйма жездерге қарағанда, темір мен қорғасынның бөлшектерінің бәрі ериді, салқындату бойынша қатты ерітіндіде қоспалайтын элементтердің ерігіштігін едәуір арттырады. Түсірудің әдістемелік ерекшеліктері 200 нм кем өлшемдегі біртектілік туралы толық ақпарат



6 сурет – Сан түрлі қарама-қарсы және жарықпен орындалған жез қорытпаларының панорамалары, $\times 500$

алуға мүмкіндік берді. 1500 есе ұлғайған кезде, мұндай біртекті емес, ұзын пішінді және бірнеше түйілген (5 сурет). Анықталған эллипсоидальды ақаулар бір осьтің бойымен өзінің үлкен өлшемдеріне бағдарланған (таспа жазықтығында дискінің айналу бағытына перпендикуляр болуы мүмкін). Қорытпаларда біркелкі емес полидисперсті. Өлшемдердің спектрі бірнеше бірліктен бірнеше жүз нанометрге дейінгі диапазонды қамтиды. Ақаулар пішіні қимасы бойынша өзгереді және қорытпаларды алу параметрлерінің үйлесіміне айтарлықтай байланысты болуы мүмкін.

Электронды фотосуреттерді талдағанда, құрылымның жүздегенінде негізінен ГЦК торымен (α фазасына сәйкес) субмикросталдар бар деп қорытынды жасауға болады. Сонымен қатар Ультрадисперсті құрылымды қалыптастырудың ең ерте кезеңдерінде шекара маңындағы учаскелер жартылай аморфты болып келеді. Бұл туралы құрылымға микросталды ретінде елестетуге болады, онда жеке кристалдар арасындағы дән шекаралары аморфты фазаның аудандары болып табылады.

Тез шындалған үлгілердің микро қаттылығы 6-7 ГПа шегінде болады (құйылған үлгілердің микро қаттылығынан 9-10 есе жоғары).

Қорытпалардың жоғары қаттылығын, біріншіден, тез қатаю салдарынан легирлеуші элементтермен қаныққан микрокристалдардың өте аз мөлшерін түсіндіруге болады. Екіншіден, кристаллиттің екінші шекарасы бойымен аморфты қабат түзеді. Үшіншіден, легирлеуші элементтердің жоғары концентрациясы пластикалық ағынның жоғары кернеулерін іске асыру үшін қосымша жағдайлар жасайды [5-6].

Қорытынды

1. Cu-Zn-Ni-Fe-Pb-Sn-Al жүйесінің көп компонентті жезін кристалдану кезінде салқындату жылдамдығы 105-106 К/с аралығында, оны субмикросталдан кристаллит шекаралары бойымен аморфты қабатқа ауыстырып, қорытпалардың құрылымына айтарлықтай әсер етеді.
2. Жоғары салқындату жылдамдығымен алынған қорытпа біркелкі, біртекті ұсақ кристалды құрылымға ие және оның ұлғаюы қатты ерітіндідегі легирленген элементтердің ерігіштігін едәуір арттырады.
3. Тез күйдірілген қорытпаның жоғары мәні бар, құйылған қорытпалардың микро қаттылығымен салыстырғанда 9-10-да жоғары көрсетті.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Анализ механизмов пластической деформации сплава на основе алюминия при разных температурно-скоростных режимах / М.М. Мышляев, С.Ю. Миронов, Ю.А. Перлович, М.Г. Исаенкова // Докл. РАН. – 2010. – 430, №5. – С.618-621.
2. Ефремов Б.Н. Латуни. От фазового строения к структуре и свойствам: монография/Б Н. Ефремов. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 312 с.
3. Пугачева Н.Б. Анализ равномерности распределения зерен α -фазы по сечению трубных заготовок из сплава 58Cu-34Zn-3Mn-2Al/Н.Б. Пугачева, А.В. Лебедь (Герасимова) // Обработка металлов. – 2014. – №3 (64). – С. 6-13.
4. Грачев С.В. Физическое материаловедение. Учебник для вузов. 2-е изд. Переработанное и дополненное/С.В. Грачев, В.Р. Бараз, В.П. Богатов, В.П. Швейкин. – Екатеринбург: изд-во УГТУ-УПИ, 2009. – 548 с.
5. Шмойлова Р.А. Теория статистики. Учебник / Р.А. Шмойлова, В.Г. Минашкин, Н.А. Садовникова, Е.Б. Шувалова. – М.: Финансы и статистика, 2009. – 656 с.
6. Ванюхин В.Н. Возможности метода дифракции обратно-рассеянных электронов для анализа структуры деформированных материалов/В.Н. Ванюхин, Е.Г. Пашинская, А.В. Завоев, В.В. Бурковецкий. – Киев: Наукова думка. – 2014. – 102 с.

ӘОЖ 61.31.57
ҒТАХД 61.31.57

**ӨНДІРІСТІК АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУҒА АРНАЛҒАН
ТАБИҒИ ГРАФИТ НЕГІЗІНДЕГІ СОРБЕНТТЕРДІҢ
ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

ТЛЕУОВ А.С., САПАРАЛЫ Қ.С., ТЛЕУОВА С.Т.

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті

Аңдатпа: Мақалада ағынды суларды мұнайдан тазартуға арналған табиғи графит негізіндегі сорбенттердің физика-химиялық ерекшеліктері көрсетілген. Графит қазіргі таңда жан-жақты зерттелуде және оның қасиеттері мен ерекшеліктері көптеген жарияланымдарда толықтай сипатталған. Қалыпты жағдайда графит көміртек түрлерінің ішіндегі тұрақтысы болып табылады. Термоөңдеу процесі барысында тотыққан графиттің кристаллаларлық аймақтарында газ тәріздес заттар пайда болады және бұл заттар қабат арасына 100-600 атм. дейін ыдыратушы қысымды түсіреді. Нәтижесінде көбік тәріздес құрылым түзілгенге дейін графит қабаттарының жыртылуы мен ауысуы жүзеге асады. Бізде көбік түзгіш зат ретінде бірегей қасиеті бар пенографит болып келеді. Пенографит құрт тәріздес бөліктерден тұратын, жеңіл көбік тектес көміртекті материал. Әрбір осындай бөлікте графит қабатының орамдары ауа кеңістігімен ауысып отырады. Пенографиттің жоғары кеуектілігі мен тесіктердің мөлшерінің әртүрлі болуы оны түрлі салаларда қолдануға мүмкіндік береді.

Графит негізіндегі сорбенттердің практикалық маңызы экологиялық, әлеуметтік-экономикалық және рекреациялық зиянды жоюға және қоршаған ортаны қорғауға бағытталған. Атап айтқанда мұнайды өңдеу кезінде өндірістік ағынды суларды зиянды заттардан тазартуға назар аударылады. Раман спектрометрі (NTEGRA Spectra), инфрақызыл спектрометрі және сканерлейтін электронды микроскопы (SEM, Hitachi S-4800, Жапония) сияқты заманауи жабдықтар көмегімен құрамында көміртегі бар сорбенттердің физика-химиялық ерекшеліктері зерттелді.

Түйінді сөздер: графит, термокеңейтілген графит, сорбент, ағынды су, пенографит

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ
СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ГРАФИТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

Аннотация: В статье описаны физико-химические свойства сорбентов на основе природного графита для очистки сточных вод. Графит в настоящее время подробно изучается, и его свойства и особенности подробно описаны во многих публикациях. В нормальных условиях из всех форм углерода графит является наиболее стабильным. В процессе термообработки в кристаллических зонах окисленного графита образуются газообразные вещества, которые между слоями этих веществ в интервале 100-600 атм. снижают давление разложения. В результате слои графита разрываются и заменяются до образования пенообразной структуры. В этом случае образуется пенографит, обладающий уникальными свойствами пенообразователя. Пенографит – легкий пенообразный углеродный материал, состоящий из червеобразных частиц. В каждой такой части витки графитового слоя чередуются с воздушным пространством. Высокая пористость пены и разный размер отверстий позволяют использовать ее в разных областях.

Практически значимость сорбентов на основе графитов направлено на устранении экологического,

социально-экономического и рекреационного ущерба и охране окружающей среды. В частности направлена для очистки промышленных стоков от вредных веществ при переработке нефти.

Физико-химические особенности углеродсодержащих сорбентов изучали на таком современном оборудовании, как рамановский спектрометр (ИНТЕГРА Spectra), инфракрасный спектрометр, растровый электронный микроскоп (SEM, Hitachi S-4800, Япония).

Ключевые слова: графит, терморасширенный графит, сорбент, сточные воды, пенография

STUDY OF PHYSICAL AND CHEMICAL FEATURES OF SORBENTS BASED ON NATURAL GRAPHITES FOR PURIFICATION OF INDUSTRIAL WASTE WATER

Abstract: The article contains a description of physical and chemical properties of the sorbents for wastewater treatment obtained on the basis of natural graphite. Graphite is currently being studied in detail, and its properties and features are described in many publications. Under normal conditions, graphite is the most stable form of carbon. During the heat treatment, gaseous substances are formed in the crystal zones of oxidized graphite; it reduces the decomposition pressure in the range of 100-600 atm. As a result, the graphite layers are destructed and substituted for a foam-like structure. There is formation of the foam-like graphite characterizing the unique properties of a foaming agent. The foam graphite represents a lightweight foam-like carbon material consisting of wormlike particles. Each the particle consists of the alternating layers of graphite and air space. High porosity and different sizes of the pores allow the material to be used in different areas.

The practical application of the graphite-based sorbents is aimed at eliminating environmental, socio-economic and recreational damage and protecting the environment. In particular, the foam-like graphite can be applied for removal of harmful impurities from the industrial waste water formed during oil refining.

Physicochemical features of the carbon-containing sorbents were studied using modern equipment including a Raman spectrometer (INTEGRA Spectra), an infrared spectrometer, and a scanning electron microscope (SEM, Hitachi S-4800, Japan).

Key words: graphite, thermally expanded graphite, sorbent, waste water, foam-graphite

Кіріспе

Графит – көміртектің жер қыртысында ең жиі кездесетін әрі тұрақты гексагондық полиморфтық түрі. Графит соңғы кездері көптеп зерттеліп келеді. Оның қасиеттері мен ерекшеліктері бірнеше монографиялар мен анықтамалықтарда толықтай қарастырылған. Көміртек аллотропиялық түр өзгерістерінің көп болуы көміртек атомының тетраэдрлі sp^3 – алмаз, тригональды sp^2 – графит, фуллерен, нанотүтікшелер немесе сызықты sp – (карбин) гибридтенуіне байланысты [1].

Қышқылға төзімді екенін білеміз және жоғары температурада ғана тотығады. Отқа берік болатындықтан, балқытылған металға салынса ериді де амфотерлі қасиетті көрсететін оксид түзеді. Балқытылған селитрада

жанып кетеді. Жеңіл өңделетін жұмсақ, майысқақ болып келеді. Нейтрон сәулесі арқылы әсер еткен кезде графиттің электр тогын өткізгіштік қасиеті, майысқыштығы, қаттылық қасиеттері артады да, ал жылуөткізгіштігі бірден төмендейді. Құрылымын алып қарастырсақ графит кристалды және жасырын кристалды, графитоидтар деп бөлінеді.

Алыну жолына келетін болсақ, графит – құрамында бутумды заты бар саздардың қатты метаморфтануынан түзілетін кристалды тақтатастардан алынады. Оның құрамындағы графит мөлшері 20%-ға жуық, кейде тіпті одан да асып жатады. Кентастағы графит қабыршағы флотация әдісі арқылы ажыратылады. Графитті жасанды жолдармен де алады.

Электр пешінде 2200°C-тан жоғары температурада қыздырған кезде тас көмір графитке айналады. Домна пешінде балқытылған шойынды баяу салқындата бастағанда графит алынады, оны домналық графит деп атайды. Ал карбидті графитті алу үшін карбидтерді термиялық жолмен ажыратады.

Графит нормальды жағдайында көміртектің түрлерінің ішіндегі тұрақтысы болып табылады. Графиттің құрылымды үш түрі кездеседі:

1. Табиғи графит;

2. Киш-графит (шойын балқыту кезінде кристалданатын графит бөліндісі);

3. Жасанды графит (конденсацияланған немесе газды ортада көмірсутектердің сутексізденуі және полимерленуі кезінде пайда болады) [2];

Тағы да айта кетсек, майлау заты ретінде және ток өткізгіш қаптамаларда да – коллоидты графит қолданылады. Ол жұқа әрі ұсақталған табиғи және жасанды графит коллоидты суспензия түрінде суда және басқа да орталарда кездеседі және суспензияны тұрақтандыру мақсатында, оған кішкене мөлшерде БАЗ (танин, аминдер және т.б.) қосылуы мүмкін [3].

Шойын өнеркәсібінде суыту процесі кезінде артық көміртек балқымадан қауыз күйінде шығады, сырт келбеті табиғи графиттің жұқа қабыршағына ұқсайды. Бұл зат – көміртек күйдірмесі, сыртқы кескініне байланысты пластинкалы, түйіршікті немесе шар тәріздес болып бөлінеді [4].

Жиі лабораториялық зерттеулерде пироликалық графит қолданылады, оны 2000°C жоғары температурада графитті субстратта көмірсутектердің ыдырауы кезінде алынады. Бұл процесс – тығыздығы 2.2 г/см³ және і осі субстратқа перпендикуляр орналасқан (орналасу бұрышы = 400-500) алуға мүмкіндік береді. Кристалда жүйелікті көтеру мақсатында кристаллизациялау қолданылады, ол 300-500 кг/см² қысымда 3000°C температурада ыстық престеу арқылы жүргізіледі. Мұндай жолмен і осінде қалыңдығы 10 мм және тығыздығы графиттің теориялық тығыздығының 99,95% құрайтын 2,266 г/см³ болатын үлгілерді алуға

болады. Келесі 3400-3500°C жүргізілетін күйдірме орналасу бұрышы 0,020 болатын жоғары пироликалық графит (HOPG), өлшемі а осі және і осі бойынша бірнеше миллиметр құрайтын пластина алуға мүмкіндік береді [5].

Графиттің физикалық қасиеттері. Графит кристалының жоғары анизотропиялық қасиеті, оның кристалдық торларының құрылымына байланысты. Базисті жазықтықтардың бағытына қарай – графиттің жылулық ұлғаюы 427°C температураға дейін кері әсерде жүреді, яғни жылытқан кезінде графит сығыла бастайды. Бұл температурадан жоғары болған жағдайда жылулық ұлғаюға оң әсер етеді. Сызықтық ұлғаюдың температуралық коэффициенті $-1.2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (-73°C дейін), 0 (427°C), $0.7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (427°C жоғары) тең. Базисті жазықтыққа перпендикуляр бағытта жылулық ұлғаю оң. Сызықтық ұлғаюдың температуралық коэффициенті-температураға байланысты емес және базисті жазықтықтардың орташа абсолютті коэффициенттері 20 есе артық [6]. Графиттің кристалдарында параллель және перпендикуляр базисті жазықтықтар бағытында жылуөткізгіштік мағынасы 5 және одан көп болуы мүмкін. Базисті жазықтықтар бағытында жылуөткізгіштік [Вт/(м*К)] цейлонды графит үшін 278.4, камберленді – 359.6, канадтық – 522.0, пинографитті – 475-2435 құрайды. Ең жоғары жылуөткізгіштік Ti мен Zr қосылған, қайта кристалданған графитке тән. Жасанды жолмен алынған поликристалды графиттердің жылуөткізгіштігі оның тығыздығына байланысты, егер тығыздығы 1.41, 1.65 және 1.73 г/см³ болған жағдайда 92.22, 169.94 және 277.44 Вт/(м*К) деген мәндерді құрайды. Ең жоғарғы электрөткізгіштік қайта кристалданған графитке тән [7].

Графиттердің химиялық қасиеті. Графит нормальды жағдайда негізінен инертті болып келеді. 400°C-тан жоғары болған жағдайда ауадағы оттегімен СО-ға дейін тотығады, ал 500°C жоғары СО₂ дейін тотығады. Бастапқы температура жоғары болған сайын, графиттің кристалдық құрылымы да арта түседі. Тотығу Cu, Na, V, Fe және басқа металдар қатысын-

да тез жүреді, ал Cl_2 , P және B қосылыстары қатысында бәсеңдейді. Молекулярлы азот пен графит екеуі мүлдем әрекеттеспейді, ал атомдармен жай температурада цианоген C_2N_2 , H_2 қатысында $800^\circ C$ -та – HCN түзіледі. $400^\circ C$ жоғарғы болған жағдайда азот оксидтерімен CO_2 , CO және N_2 түзеді, ал H_2 -мен $300-1000^\circ C$ - CH_4 түзеді. Галогендер графиттің кристалдық торына енеді де енгізу қосылысын береді. Көптеген оксидтер және металдармен графит карбид түзеді. Барлық сілтілік металдармен, кейбір галогендермен оксифторидтармен, оксидтер мен металл сульфаттары арқылы енгізу қосылысын түзеді.

Тәжірибелік бөлім

Раман спектроскопия анализінің әдістемесі

Раман спектрлерін зерттеу үшін конфокальды раманов спектрі NTEGRA Spectra қолданылды. Құрылғы келесі параметрлерге ие: Лазерлік шағылудың толқын ұзындығы $\lambda = 473$ нм, аралық $1-3$ cm^{-1} , кеңістіктегі аралық 1 мкм. Тек $500-3500$ cm^{-1} толқындық сандар аралығындағы стохастік компоненттері шашырауы өлшенді. Барлық өлшеулер лазердің тұрақты қуатында жүргізілді. Үлгі лабораториялық шыныға себіліп, спектрометр камерасына енгізілді.

Инфрақызыл спектроскопия анализінің әдістемесі. Сынамалардың ИК-спектрлері «Mattson» (АҚШ) фирмасының Фурье түрлендіргіші бар UR-20 ИК-спектрометрінде алынды. Үлгілер түйіршік түрінде берілді. Әртүрлі беттік гетероқұрылымдардың жұтылу жолағын ашып көрсету оның құрылысында осындай функционалдық топтары бар органикалық қосылыстар спектріндегі белгілі жолақтармен салыстыру арқылы жасалынды. Белгілі органикалық және бейорганикалық қосылыстардағы байланыс тербелісінің сипаттамалық жиілігі беттік гетероқұрылымдардың типтерін идентификациялау үшін қолданылады.

Химиялық қосылыстардың әрқилы топтарының түрліше ИК-спектрлерін сан рет өлшеу кезінде сіңіру жолақтары интенсивтігінің өзгеруін әрі оның қалпының ығысуын

туғызатын ішкі факторлардың болатынын анықтады. Олар сипаттауыш тербеліс жиілігімен байланысты. Сыртқы факторларға өлшеу шарттары (агрегаттық күйі – газ, сұйық ерітінді, қатты) жатады. Ішкі (құрылымдық) факторлар негізінен белгісіз құрылымды анықтау үшін маңызды. Бұл жағдайда сыртқы фактордың ықпалын азайту үшін, мүмкіндігінше, өлшеуді полюссіз еріткіштерде өткізу ұсынылады.

Сканерлеуші электронды микроскопиялық анализ (СЭМ) және оптикалық микроскопиялық анализ әдістемесі. Үлгілердің микроқұрылымы мен микроанализі СЭМ Quanta 3D 200i (АҚШ) жеделдетілген кернеу 20 кВ және қысым $0,003$ Па жағдайында зерттелінді. Зерттеу кезінде үлгілер мыс ұстағышына клей немесе скотч көмегімен жапсырылды. Арнайы вакуумды құрылғыда, зарядталу эффектісі болмас үшін, үлгілер бетіне қалыңдығы $5-10$ нм болатын жұқа алтын қабатын жағады.

Үлгілердің сыртқы түрі сонымен қатар оптикалық цифрлы микроскоп Leica DM 6000 M екі жарық беру режимімен «саңылау» және «көрініс» зерттелінді. «Көрініс» режимінде жарық және қараңғы өрістер қолданылды.

Нәтижелер және оларды талқылау

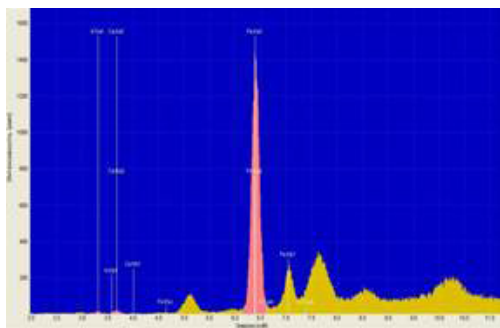
Термиялық кеңейту барысында алынған графиттің микроанализ нәтижесіне тоқталайық. Алынған элементтік анализ бойынша термиялық кеңейтілген графит құрамындағы элементтер мен олардың концентрациялары айқындалды. Жүргізілген энергодисперсионды талдаулар бойынша табиғи графит ішіндегі басқа да элементтердің қандай мөлшерде екендігі анықталды.

Табиғи графиттің рентгенофлуоресцентті микроанализ нәтижелері. Табиғи графит құрамында басым көпшілігі темір екендігі көрсетілген. Құрамындағы темірдің үлесі $96,79\%$ -ды құрайды (1а-сурет).

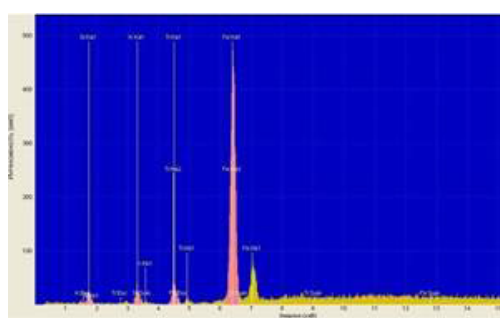
Алынған нәтижелерден көрініп тұрғандай табиғи графиттің ИК спектрінде (2а-сурет) жұтылудың төменгі интенсивті жолақтарында $1633,47$ cm^{-1} мәні $C=C$ байланыстағы алкендер тобының болуын, $1004,04$ cm^{-1} мәні

C-N байланысындағы амин тобы болуын дәлелдейді. Жоғары жұту жолақтары 914,01 см⁻¹ мәнінің практикалық маңызы жоқ жұту жолағы болып табылады. 799,93 см⁻¹, 696, 57

см⁻¹ мәніне тиесілі интенсивті жолақтар S-F байланыстағы фторорганикалық қосылыс пен ≡C-H алькилді топтың болуын көрсетеді.

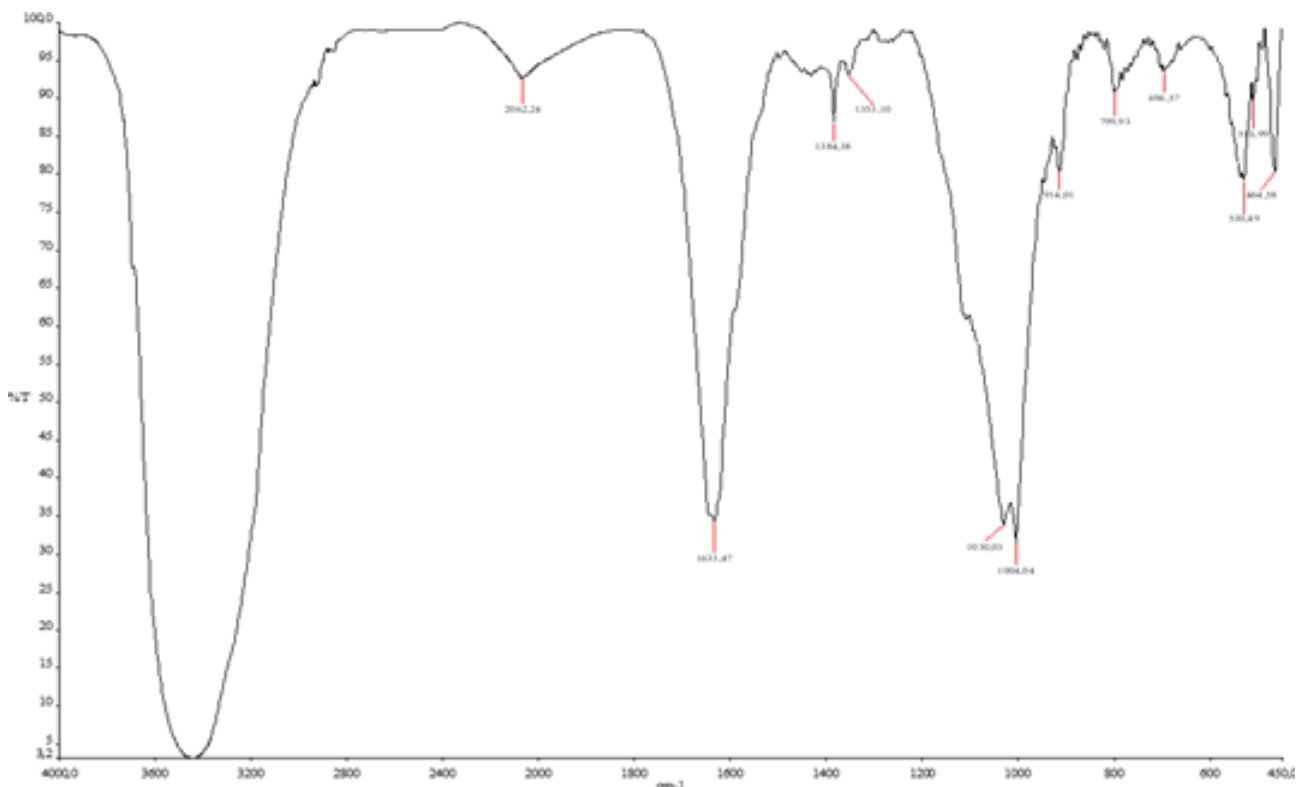


№	Элемент	Конц., %	Инт., cps
11	Темір	96,79	122,8
12	Кальций	1,31	0,91
33	Калий	1,90	0,47



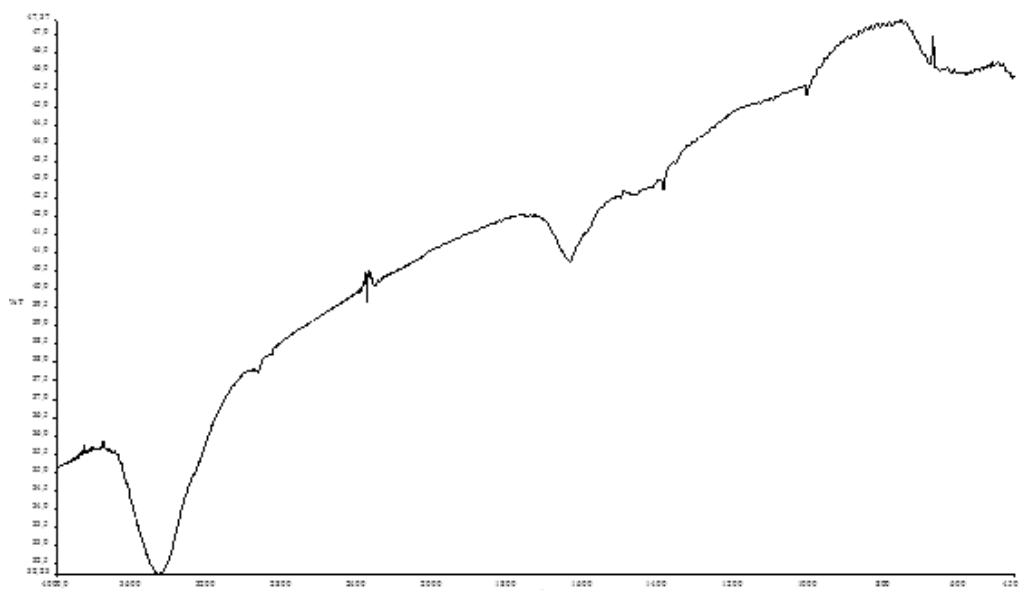
№	Элемент	Конц., %	Инт., cps
1	Темір	12,421	79,04
2	Силициум	80,547	3,41
3	Калий	4,724	2,78
4	Титан	2,308	7,30

1 сурет – (а) Табиғи графит пен (б) графит –Mg(NO₃)₂ *6H₂O микроанализ нәтижесі



а

6

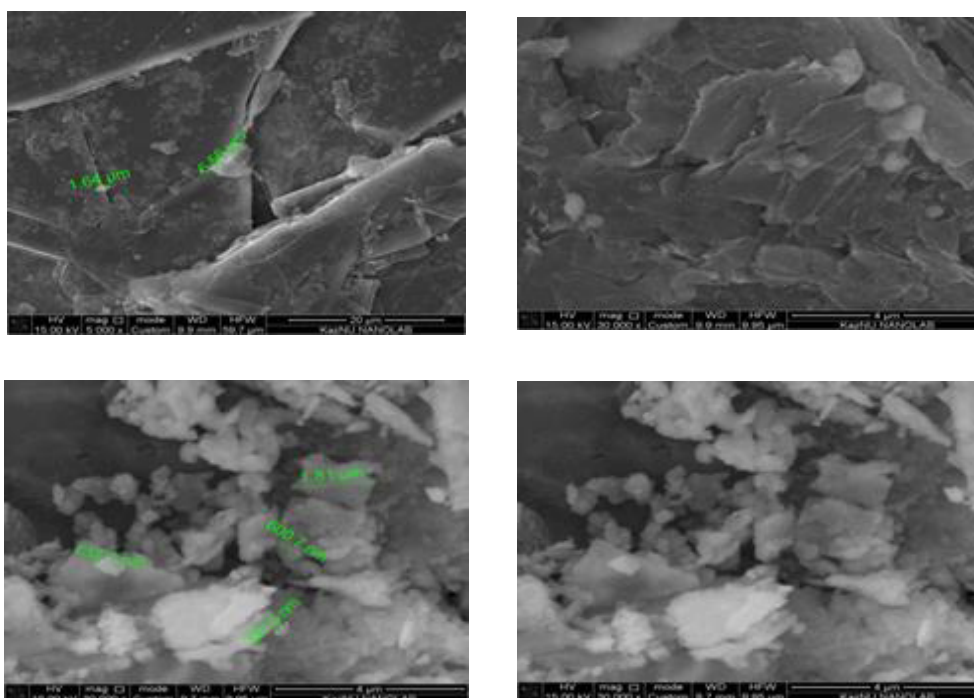


2 сурет – (а) Табиғи графит пен (б) графит – $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ИҚ спектр нәтижелері

СЭМ зерттеулері нәтижесінде табиғи графиттің және термиялық кеңейтілген графиттің құрылымын және деформацияланған аймақтары байқалды. Графит қабаттарындағы пайда болған өзгерістер мен ақаулар раман жарық шашырау спектрлерін түсінуге мүмкіндік береді.

Графиттегі графен қабаттары термиялық әсер ету нәтижесінде реттелген құрылы-

мы өзгеріп, қабаттар арасына кристаллоидрат тұздары енуі арқылы қабаттар арасы алшақтап, ісіну көрсеткіші артады. Сонымен қатар термосокқы нәтижесінде бос вакансиялар пайда болады. СЭМ зерттеулері арқылы графит құрамына енгізілген металл тұздары ТКГ бойында қандай өлшемде таралғаны жайында деректер береді (3b-сурет).



3 сурет – (а) Табиғи графит пен (б) Графит – $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ сканерлеуші электронды микроскоп суреттері

Нәтижелерден байқалатындай температура мен уақыттың өзгеруі нәтижесінде графит қабаттарына енген металл өлшемдері орта есеппен алғанда 599нм мен 220нм аралығында өзгеріске ұшырады.

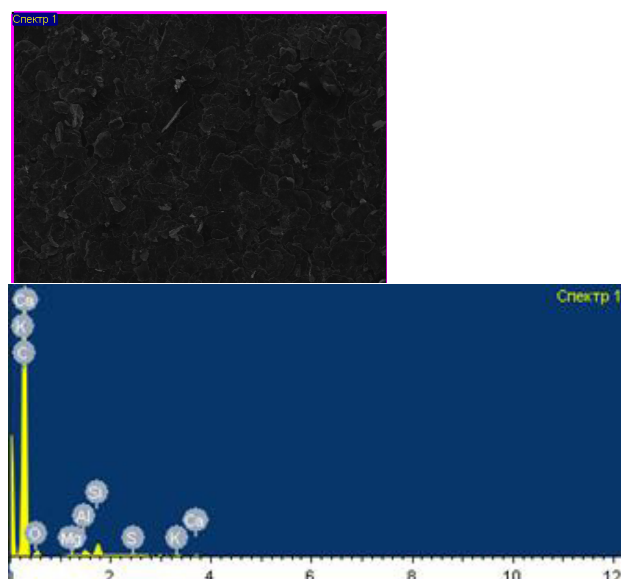
Графиттің бастапқы сынамасының микроқұрылымдары мен элементтік құрамы табиғи көміртекті екені айқын байқалды (с – 92,81) бар.%).

Қайта есептелген құрамды талдау кремний, алюминий, кальций және калий оксиді түріндегі күл қоспаларының қосылыста-

рын сипаттайды. Темір сульфидінің шамалы қоспаларының болуы байқалады (4-сурет).

Зерттелінген үлгінің микроқұрылымы элементтік және қайта есептеу құрамына сәйкес келеді. Микроқұрылымның жалпы ауданы призматикалық кристалдардың дұрыс емес пластигатты және созылған сынықтары түрінде фюзенге витрин минералдарының құраушы көміртегінен тұрады. Арагонит қоспалары бар алюмосиликаттарға тән дөңгелек ашық кристалдар түрінде байқалады.

Элемент	Салмағы %	Атомдық%	Бірігуі %
C	92.81	95.26	
O	5.07	3.90	
Mg	0.04	0.02	MgO 0,06
Al	0.48	0.22	Al2O3 0,90
Si	0.98	0.43	SiO2 2,1
S	0.03	0.01	
K	0.14	0.05	K2O 0,33
Ca	0.10	0.03	CaO 0,14
Fe	0.34	0.08	FeS 0,53
Нәтиже	100.00		



4 сурет – Табиғи графит үлгісінің растрлық электрондық микроскоп нәтижесі

Қорытынды

Табиғи графит үлгілерінің физика-химиялық ерекшеліктері зерттелді. Рентгенофлуоресцентті микроталдау әдісімен қолдануға алынған үлгі негізінен көміртектен (89,9%) тұратыны анықталды. Сонымен қатар ИКС, СЭМ, ДТА және РЭМ әдістерімен бастапқы шикізат пен термоөңдеуден өткен

графит + $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ кристаллогидрат қосылған жүйелер зерттелді.

Зерттеулер нәтижесінде элементтік құрамы мен құрылымдық құрылысы тұрғысында алынған материал ағын суларды тазарту үшін сорбенттер ретінде пайдалануға болатындығы айқындалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Двадненко М.В., Привалова Н.М., Кудаева И.Ю., Степура А.Г. Адсорбционная очистка сточных вод//Современные наукоемкие технологии. – 2010. – №10. – С.214-215.
2. Климов Е.С., Бузаева М. В. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод: Монография. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 201 с.
3. Шведчиков Г.В. Новая технология борьбы с нефтяными загрязнениями на основе гидрофобных и олеофильных сорбентов//Общество. Среда. Развитие 2010. – №3. – С. 225-228.

4. Маалул С. Борьба с нефтяным загрязнением гидросферы сорбентом из отходов производства оливкового масла: дис. канд. техн. наук. – Москва, 2002. – С. 124.
5. Двадненко М.В., Привалова Н.М., Кудяева И.Ю., Степура А.Г. Выбор адсорбента для очистки сточных вод //Современные наукоемкие технологии. – 2010. – №10. – С.213-214.
6. Тарасенков Н.В. Глубокая очистка сточных вод от органических загрязнителей флотационно-кавитационным методом: дис. канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2006. – 158 с.
7. Привалова Н.М., Двадненко М.В., Марочкина С.Г., Лявина Е.В. Магнитожидкостная очистка промышленных нефтезагрязненных сточных вод //Успехи современного естествознания. – 2009. – №7. – С.151-152.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.023
МРНТИ 49.38.49

METHODS AND TOOLS FOR NETWORK TRAFFIC CLASSIFICATION

ABSATTAR D.

Kazakh-British Technical University

Abstract: *Since the first releases of intercommunication models between end-devices, like ring topology, the whole picture of now days network infrastructure was changed unrecognizably. Modern systems of networking consist of many complex intermediate modules like switches, routers, firewalls, hubs etc. and the main goal of these inventions was to provide more reliable and scalable ground for communication (Quality of Service). Meanwhile, rapid growth of traffic on the Internet forced network engineers and software reliability engineers to pay more attention on the optimization of data flow from both sides, developing network-oriented software and application-oriented network. To apply effective solutions on these tasks, engineers need to research specifics of the current network state. The more whole system evolves, more data about network traffic we gain, and now it helps us to make optimization and tuning of intermediate devices, rather than just scaling it up with more bare hardware. Which protocols are used the most? What types of applications loads the network bandwidth the most? and etc. Classification of packets can help resolve the answers, and there are different approaches to achieve this. In this study, I tried to explore already known tools and methods that can be applied to solve such tasks.*

Key words: *application identification, traffic characterization, advanced network management, convolutional Neural Networks, network traffic classification*

МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СЕТЕВОГО ТРАФИКА

Аннотация: *Со времени первых выпусков моделей взаимодействия между конечными устройствами, таких как кольцевая топология, вся картина современной сетевой инфраструктуры изменилась до неузнаваемости. Современные сетевые системы состоят из множества сложных промежуточных модулей, таких как коммутаторы, маршрутизаторы, брандмауэры, концентраторы и т.д. И главная цель этих изобретений заключалась в том, чтобы обеспечить более надежную и масштабируемую основу для связи (качество обслуживания). Тем временем, стремительный рост трафика в интернете заставил сетевых инженеров и инженеров по надежности программного обеспечения уделять больше внимания оптимизации потока данных с обеих сторон, разрабатывая как сетевое программное обеспечение, так и сеть, ориентированную для прикладных программ. Для применения эффективных решений этих задач инженерам необходимо исследовать специфику текущего состояния сети. Чем больше развивается вся система, тем больше данных о сетевом трафике мы получаем, и теперь это помогает нам производить оптимизацию и настройку промежуточных устройств, а не просто масштабировать их с помощью большего количества голого оборудования. Какие протоколы используются чаще всего? Какие типы приложений больше всего загружают пропускную способность сети и так далее. Классификация пакетов может помочь решить ответы, и для этого существуют различные подходы. В этом исследовании я попытался изучить уже известные инструменты и методы, которые могут быть применены для решения подобных задач.*

Ключевые слова: идентификация приложений, характеристика трафика, расширенное сетевое управление, сверхточные нейронные сети, классификация трафика в сети

ЖЕЛІЛІК ТРАФИКТИ ЖІКТЕУ ӘДІСТЕРІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫ

Аңдатпа: Сақиналы топология сияқты, ең алғашқы ақпараттық құралдар байланысының модельдерінің пайда болғаннан бері, қазіргі заманғы желілік инфрақұрылымның көрінісі адам танымастай өзгерді. Заманауи желілік жүйелер, коммутаторлар, маршрутизаторлар, брандмауэрлер, концентраторлар және т.б. сияқты көптеген күрделі аралық модульдерден тұрады және осы өнертабыстардың басты мақсаты: байланыс үшін (қызмет көрсету сапасы) неғұрлым сенімді және масштабталатын негізді қамтамасыз ету болып табылады. Сонымен қатар интернеттегі трафиктің қарқынды өсуі желілік инженерлер мен бағдарламаны қамтамасыз етудің сенімділігі бойынша инженерлерді (ағыл. Software Reliability Engineers), деректер ағынын екі жағынан да оңтайландыруға көбірек көңіл бөлуге мәжбүр етті. Бұл мәселелерді тиімді шешу үшін инженерлер желінің ағымдағы жай-күйінің ерекшелігін зерттеуі қажет. Барлық жүйе тұтас дамып келе жатқан сайын, желі трафигі туралы мәліметтер соғұрлым көп болады, ал бұл бізге көп мардымсыз жабдықтың көмегімен оларды масштабтау ғана емес, аралық құрылғыларды оңтайландыруға және теңшеуге көмектеседі. Қандай хаттамалар жиі пайдаланылады? Желі өткізу қабілетін ең көп жүктеуге қандай қосымшалар түрлері бар? және т.б. Пакеттердің жіктелуі көптеген мәселелерді шешуге көмектесе алады және осыған орай әртүрлі тәсілдер бар. Бұл зерттеуде осындай міндеттерді шешу үшін қолданылуы тиіс белгілі құралдар мен әдістерді зерттеуге тырыстық.

Түйінді сөздер: қосымшаларды идентификациялау, трафик сипаттамасы, кеңейтілген желілік басқару, нейрондық желілер, желі трафигінің классификациясы

Introduction

Since the first releases of intercommunication models between end-devices, like ring topology, the whole picture of nowadays network infrastructure was changed unrecognizable. Modern systems of networking, consists of many complex intermediate modules like switches, routers, firewalls, hubs etc. and the main goal of these inventions was to provide more reliable and scalable ground for communication (Quality of Service). The more whole system evolves, more data about network traffic we gain, and now it helps us to make optimization and tuning of intermediate devices, rather than just scaling it up with more bare hardware.

Many so-called "peer-to-peer (P2P)" shared applications, social networks, video streaming services, instant messaging services, online games, etc. have appeared on the Internet. This has led to a significant increase in the number of users and changes in their behavior. As a result, the volume of Internet traffic has significantly increased and its nature has changed. However,

many different types of protocols are used on the Internet. In addition, network applications have different functional requirements, and most of these applications use TCP or UDP port numbers that are assigned by the IANA (Internet Assigned Numbers Authority) [1].

IANA has assigned specific port numbers for specific network applications, protocols, and services that change between 0 and 1023, and IANA has registered port numbers that change between 1024 and 49151. Even so, most applications do not have IANA-assigned port numbers, but use default port numbers, and these numbers often match the IANA port numbers. Therefore, it is often not possible to uniquely identify network applications with known or registered ports. So, in such conditions, it is very difficult to provide the required level of network performance and security, as well as QoS (quality of Service) for applications, services, etc.

However, research has shown that network traffic is a complex dynamic process and is a

superposition of many threads with multiple interconnected characteristics that are generated by different protocols. First, it is traffic and related to the management of the network itself (for example, client initialization traffic, server traffic, etc.) that are generated periodically. Second, it is the traffic of network services, applications (for example, P2P, DNS, POP3, FTP, SMTP, ARP, NetBIOS session, HTTP, WINS requests, Telnet, etc.) and protocols that make up the bulk of network traffic [2].

Based on the above, effective methods of network monitoring, analysis, and evaluation are required to ensure the normal and safe operation of networks. To do this, first of all, it is necessary to accurately identify network traffic, which is a very difficult task and requires the development of adequate methods for identifying network traffic.

Knowledge about types of protocols and even better, about applications that network clients use, may help to construct better data flows and utilize resources properly. Traffic classification attracted a lot of interests from both industrial and academic activities related to advanced network management.

The purpose of this article is to analyze the methods of network traffic identification available in the literature in order to evaluate their capabilities for network traffic identification.

Common problems of traffic classification

The emergence of new applications, protocols and interactions between various endpoints in the Internet has totally increased the complexity of task of classifying traffic. Here are some of the critical challenges that we can face.

Encryption. Nowadays, most of the applications uses encryption of data, because big corporations like Google inc. forces software developers and organizations to use HTTPS instead of HTTP protocol. As a result, we got a lot of traffic with pseudo random payload and therefore classification of traffic become even harder in modern networks.

ISP. Most of the Internet Service Providers blocks peer-to-peer connections due to their

overload of network bandwidth and copyright issues from authors. And now, these applications uses different techniques to bypass blocking by Internet traffic control from ISP. This is the most challenging task in network traffic classification.

So, despite the fairly active development of the field of network traffic classification, many works note a number of objective factors that hinder this development [3]. One of these factors is the lack of an open data set for testing, which is usually a saved and marked network routes. As a result, it is difficult to test the quality of the algorithm being developed, as well as to compare it with other algorithms. In particular, this leads to the need to solve two problems in the process of developing each new one algorithm:

- Getting your own network route on the internal network, from research partners, or from public sources. A complicating factor is the problem of privacy and emerging information security risks. To level out these factors, the resulting routes are usually pre-anonymized [4]. This, in turn, leads to the inapplicability of content analysis approaches, since the main method of anonymization, among other things, is to delete the content of the application-level package.

- Network trace marking by protocols and applications, for subsequent quality control of the developed algorithm, which can be performed in several ways, depending on whether the process of removing the network route is controlled or the route is obtained from an external source.

As a result, most research works use different trace snapshots, obtained at different points in different networks, under different scenarios, in particular - different time intervals.

On the other hand, the requirement of privacy leads to a more active development of the statistical direction of classification. This is due to the fact that this group does not require access to packet data, but only general characteristics such as size and timestamp are sufficient. Thus, a large number of values are suitable as input data and there are number of open network routes that have passed the anonymization procedure.

Fields of application

In addition to the question of the approach, another important factor is the applied problem and the solution by the specific system where the classification component is implemented. Depending on this, for example, the acceptable level of accuracy of classification results may differ markedly.

In addition, the set of groups into which many classified objects are divided may differ significantly. The roughest classification is usually used in traffic management systems, whose main task is to efficiently use available bandwidth. For example, an Internet provider can identify three main traffic groups:

- Sensitive – a type of traffic that is sensitive to delays and requires prompt delivery. This includes VoIP, video streaming, online game traffic, etc.
- Unwanted – spam and malicious traffic types.
- The rest – is the traffic that is allocated the remaining bandwidth servicing sensitive data streams.

Security systems and policy enforcement systems usually involve a much more precise classification – you need to identify the specific application that generates the corresponding traffic. In some cases, it is necessary to perform a complete analysis of traffic with the allocation of transmitted commands and high-level objects, such as web pages and other types of files. This may be required, for example, to detect potentially dangerous content. For roughness assessment for a specific approach, the term "granularity" is used.

The processing speed, i.e. the throughput of the algorithm, is a factor that affects the estimation of the approach to apply on specific task. This characteristic consists of two things: the amount of data that the algorithm must process to get the result and the complexity of the algorithm relative to the input length.

This characteristic is most relevant for DPI approaches that use the maximum amount of data to process – the entire payload contents of individual packages. This issue is studied in detail in a large number of papers, mainly in

the context of choosing the type of automaton to search for signatures of various protocols: deterministic, nondeterministic, or some hybrid version [5-10].

Adopted methods of traffic classification

Existing methods for identifying network traffic are roughly divided into five categories: port-based identification methods; deep packet inspection [11], DPI identification methods, i.e. packet content analysis; identification methods based on network flow characteristics analysis; identification methods based on host behavior analysis; and machine learning algorithms-based identification methods.

Traditionally, simple methods based on analysis of network traffic characteristics were used to identify network traffic. These characteristics include packet characteristics such as port numbers, sender and recipient IP addresses, application and protocol types, packet contents, traffic statistics, and so on. Some of these methods are discussed in [12, 13].

Port-based approach is the most common and the oldest method used for traffic classification, which consists of the analysis of the communication ports defined in packet headers of the TCP/UDP network model. Since the usage of these ports are so wide, and almost became a standard in computer communications, IANA defined the list of well-known ports for different protocols, such as http, https, ssh, telnet, etc. Also, need to mention that this information is usually not affected by encryption and can be easily extracted from the packet data. Which makes the classification of network traffic based on port very fast and easy, and that's the reason why ACL rules and firewalls use them to filter the incoming and outgoing data flow.

Nevertheless, not all protocols can be classified with the port-based approach. Indeed, protocols such as Peer-to-Peer (P2P) or passive FTP can use ephemeral or random ports. In addition, such applications can use ports associated with other protocols for masquerading purposes. Another example is the internet telephony where SIP is used to negotiate the terms for the call, e.g., port numbers, codecs among many others, which is

then realized with RTP on random port numbers. Finally, this approach also fails on tunnels or Network Address Port Translation (NAPT). As described in [14] and [15] only 30%-70% of the traffic generated by certain protocols can be detected by evaluating the port numbers.

However, identification of network traffic based on port numbers is ineffective today [16]. This is mainly due to the emergence of more network applications and services that use non-standard TCP ports, as well as applications that tunnel HTTP and the widespread use of P2P applications on the Internet. As a result, some applications cannot be identified at all. The solution to this situation may be to analyze the contents of packages and create a signature for each application, but there are at least two problems: first legal and ethical, which is related to the user's privacy, and second is the inability to identify encrypted network traffic.

The idea of using statistical characteristics of network graphs to identify them or to describe their properties is not new. In [17, 18] for the first time, the issues of determining the characteristics of Internet traffic were considered and the relationship between the characteristics of flows and the application protocols that generate them was mainly determined. These studies show that analytical models of random variables can be used to describe the properties of several protocols.

Despite the fact that network traffic identification is a fairly specific area of research, the goals of existing work in this area are not identical. The purpose of some works is only to identify P2P traffic; the purpose of others is a detailed classification of network traffic, that is, the exact identification of the application that generates a specific traffic. In addition, with the rise of the new types of applications, the nature of existing network characteristics may change and other identification characteristics may be used to identify network traffic. For example, the emergence of some new applications, such as PPStream, BitTorrent, PPLive, etc., has led to the widespread use of the UDP Protocol.

In [6], methods for identifying network traffic with a detailed analysis of the contents of packets

were proposed. The main disadvantage of these methods is that they require very large computing resources. At the same time, the accuracy of network traffic identification depends mostly on models based on the identified patterns and reflecting the main features of network traffic. However, despite the fairly high identification accuracy obtained in [h], traffics classified manually were used as input data for training the naive Bayesian algorithm.

In [8], proposed a method for classifying network graphs based on statistical analysis of host activity. However, packet contents are not analyzed, and host behavior patterns are mapped to one or more applications to classify network traffic.

A study of the disadvantages of network graph identification methods based on the analysis of port numbers and packet contents has shown that machine learning (ML) methods are more suitable for identifying network traffic [11].

Identification of network traffic based on machine learning algorithms

When identifying network traffic, one of the important areas of research is classification. The purpose of classification is to build classification models for predicting an unknown sample based on the study of a set of training data.

In the last decade, a significant part of the work on network traffic identification has been based on their classification using ML methods. These works can be classified as works that use ML methods with a teacher (supervised), without a teacher (unsupervised), and so-called semi-learning (hybrid) methods.

In network traffic classification based on ML, supervised learning methods is when training data is analyzed and an assumed function is output that can predict output classes from any test stream of data. However, it is very important to choose sufficiently well-founded training data. The methods of ML with the teacher include the following: Decision Trees - DT; Naive Bayesian Classification - NBC; Ordinary Least Squares Regression - OLSR; Logical Regression - LR; The method of support vectors - Support Vector Machine SVM, etc.

Using methods for classifying network traffic with ML algorithms without a teacher (i.e. clustering algorithms), clusters are found in unmarked traffic data and the data is detected in certain clusters. The unsupervised methods of ML without a teacher include the following: clustering algorithms; Principal Component Analysis - PCA; Independent Component Analysis; Singular Value Decomposition (SVD); Random Forest (RF); Self-Organizing Map - SOM, etc.

In [19], the researchers evaluated algorithms with a teacher, including a naive Bayesian algorithm with discretization, a naive Bayesian algorithm with an estimation of the density kernel, a C4.5 decision tree, a Bayesian trees and networks.

In [20], the authors proposed an approach to traffic classification based on real-time packet flow analysis. In [21], Bayesian neural networks are used to accurately classify traffic. In [22], the authors use unidirectional statistical functions to classify traffic. In [23], the authors used the probability density function to compactly express three statistical characteristics of traffic. In [24], the authors proposed using a single-class SVM (one class support vector machines) for traffic classification, and a simple optimization algorithm was proposed for each set of SVM operating parameters.

All these works used mod parametric algorithms, which require intensive training for classifier parameters and need to be re-trained when new applications are discovered.

Also, there are several papers based on nonparametric ML algorithms. In [25], the authors used the methods of nearest neighbors and linear discriminant analysis to classify traffic. Five statistical characteristics were used for classification. In [26] a so-called BLINC method is proposed for traffic classification, which uses the behavior of hosts. Although nonparametric methods have some advantages over parametric methods, for some reason, they are not widely used for traffic classification.

In [27], the authors proposed using the EM algorithm (Expectation Maximization Algorithm) to group traffic flows in a small

number of clusters, and each cluster is marked manually. In [28], the AutoClass algorithm was used for clustering traffic flow, and a metric of intra-class homogeneity was proposed for evaluating clusters. In [29], the K-means algorithm was used for clustering traffic and clusters for applications were marked using the analysis of useful information. In [30], the authors evaluated K-means, DBSCAN, and AutoClass algorithms for clustering traffic based on two sets of empirically collected data.

In General, these clusterization methods can be used to identify traffic from previously unknown applications. In study [31], authors proposed integrating clusterization, based on statistical flow characteristics with a method for comparing the signature of useful information, which eliminates the need to use training data sets. In [32], the authors proposed combination of clusterization, based on statistical characteristics of the flow and clusterization, based on statistical characteristics of useful information for detecting unknown traffic.

However, clusterization methods have the problem of mapping a large number of clusters to real applications. This problem is very difficult to solve if there is no information about real applications. To solve this issue, a new nonparametric approach is proposed in [33]. This approach consists of including a correlative information of flows in the classification process.

Semi-trained or hybrid methods for classifying network traffic use both marked and unmarked flow statistics [34]. Because of this approach, these methods provide more accurate and faster traffic classification, as well as allow you to identify unknown applications and applications with dynamic behavior. In study [35], authors proposed using a set of training data in the ML algorithm without a teacher. However, if the training data is too small, the main part of the display is made up of "unknown" clusters.

In [36] for identifying a TCP and UDP Protocol traffic, author proposed a classification method based on the use of the support vector method (Support Vector Machine - SVM). In this approach, a genetic algorithm is used to select a subset of the best characteristics, and the Particle

Swarm Optimization (PSO) method is used to calculate the weights of each characteristic. At the same time, the traditional SVM algorithm is used to classify the different traffic flows with optimization using the PSO algorithm, which can effectively improve the performance of the SVM algorithm. The proposed approach allows you to classify internet traffic, based on statistical characteristics of traffic flows without using port or host information, and there is no need to check the application signature.

In [37], to identify network traffic, authors proposed a hybrid model that uses the Apriori algorithm for atomic generation of associative rules and a self-organizing Kohonen (SOM). This proposed approach allows you to identify network traffic without using content and port numbers, as well as generate associative rules for identifying unknown applications. At the same time, the Apriori algorithm allows you to choose the most typical rules for each type of traffic, while the SOM-based algorithm allows you to group the characteristics of similar protocols and applications.

The author in [38] proposed an approach to identifying P2P traffic based on the random forest algorithm. The random forest algorithm

is a combination of decision trees. Building a random forest allows you to increase the accuracy and efficiency of p2p traffic identification.

Conclusion

Classification of Internet traffic has been an area of intensive research since the creation of the Internet itself. Over the years, several methodologies have been proposed to solve existing technological problems. Thus, we can conclude that the evolution of approaches of traffic classification has directly affected the evolution of the international network itself. Surveys then become a valuable tool for understanding and analyzing this evolution. Several reviews have been published to provide an overview of this ever-evolving field of research. However, such surveys focused only on the analysis of statistical work on traffic classification and were limited to reporting and comparing published results.

For this purpose, the best solution is to combine existing classification mechanisms using the supervised and unsupervised ML methods, as well as using an ensemble of classifiers. This will significantly improve the accuracy and completeness of network traffic identification.

REFERENCES

1. <https://www.iana.org/assignments/service-names-port-numbers/service-names-port-numbers.xhtml>
2. McGarty, Terrence. (2002). The Internet Protocol (IP) and Global Telecommunications Transformation.
3. M.Mellia, A. Pescapè, L. Salgarelli. Traffic classification and its applications to modern networks. Elsevier Computer Networks, Dec. 2008
4. T. Farah, L. Trajkovic. Anonym: A tool for anonymization of the Internet traffic. In IEEE 2013 International Conference on Cybernetics (CYBCONF), 2013, pp. 261-266.
5. Cascarano N, Ciminiera L, Risso F. Optimizing deep packet inspection for high-speed traffic analysis. Network System Manager. 2011 19(1), pp. 7-31.
6. S. Kumar and P. Crowley. Algorithms to Accelerate Multiple Regular Expressions Matching for Deep Packet Inspection. In Proceedings of the conference on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communications (SIGCOMM '06), 2006, New York, USA, pp. 339-350.
7. D. Ficara, S. Giordano, G. Procissi, F. Vitucci, G. Antichi, A. Di Pietro. An Improved DFA for Fast Regular Expression Matching. SIGCOMM Comput. Commun. Rev. 38, 5 (September 2008), pp. 29-40.

8. F. Yu, Z. Chen, Y. Diao, T. V. Lakshman, and R. H. Katz. Fast and Memory-Efficient Regular Expression Matching for Deep Packet Inspection. In Proceedings of the ACM/IEEE symposium on Architecture for networking and communications systems (ANCS '06). 2006, New York, USA, pp. 93-102.
9. S. Kumar, B. Chandrasekaran, J. Turner, and G. Varghese. Curing Regular Expressions Matching Algorithms From Insomnia. In Proceedings of the 3rd ACM/IEEE Symposium on Architecture for networking and communications systems (ANCS '07). 2007, New York, USA, pp. 155-164
10. R. Smith, C. Estan, S. Jha, and S. Kong. Deflating the Big Bang: Fast and Scalable Deep Packet Inspection with Extended Finite Automata. In Proceedings of the ACM SIGCOMM conference on Data communication (SIGCOMM '08). 2008, New York, USA, pp. 207-218.
11. El-Maghraby, Reham & Mostafa, Nada & Bahaa-Eldin, Ayman. (2017). A survey on deep packet inspection. 188-197. 10.1109/ICCES.2017.8275301.
12. P. Gupta and N. McKeown, Algorithms for packet classification, IEEE Network Magazine. vol.15, no.2, pp. 24-32, 2001.
13. M.L. Bailey, B. Gopal, M.A. Pagels, L.L. Peterson, and P. Sarkar, PathFinder: A pattern-based packet classifier, Proceedings of the First Symposium on Operating Systems Design and Implementation, pp. 115- 123, 1994.
14. Moore AW, Papagiannaki K (2005) Toward the accurate identification of network applications. In: PAM, Springer, vol 5, pp 41–54
15. Madhukar A, Williamson C (2006) A longitudinal study of p2p traffic classification. In: Modeling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommuni- cation Systems, 2006. MASCOTS 2006. 14th IEEE International Symposium on, IEEE, pp 179–188
16. Hullár, Béla & Laki, Sandor & György, András & Vattay, Gábor. (2010). New Methods in the Payload Based Network Traffic Classification.
17. V. Paxson Empirically derived analytic models of wide-area TCP connections, IEEE/ACM Trans. Netw., vol.2, no.4, pp. 316-336,1994.
18. V. Paxson and S. Floyd Wide area traffic: the failure of Poisson modeling, IEEE/ACM Trans. Netw., vol.3, no.3, pp. 226-244, 1995.
19. J. Nilsson Introduction to Machine Learning <http://robotics.stanford.edu/people/nilsson/MLDraftBook/MLBOOK.pdf>
20. Alshammari R, Zincir-Heywood AN (2011) Can encrypted traffic be identified without port numbers, ip addresses and payload inspection? Computer networks 55(6):1326–1350
21. Auld T, Moore AW, Gull SF (2007) Bayesian neural networks for internet traffic classification. IEEE Transactions on neural networks
22. Bagui S, Fang X, Kalaimannan E, Bagui SC, Sheehan J (2017) Comparison of machine-learning algorithms for classification of vpn network traffic flow using time-related features. Journal of Cyber Security Technology
23. Bengio Y (2009) Learning deep architectures for AI. Found Trends of Machine Learning
24. Crotti M, Dusi M, Gringoli F, Salgarelli L (2007) Traffic classification through simple statistical fingerprinting. ACM SIGCOMM Computer Communication Review

УДК 666.9.043.2
МРНТИ 67.11.41

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНЕРГОАКТИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ НАРУЖНОГО ОГРАЖДЕНИЯ С ЭКРАННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

АЛДИЯРОВ Ж.А., ЖАНАБАЙ Н.Ж., УСЕНКУЛОВ Ж.А., УТЕЛБАЕВА А.Б.

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова

Аннотация: Представлены результаты экспериментальных исследований наружного ограждения с энергоактивной панелью и с теплоотражающим экраном. Эксперименты проведены на фрагменте ограждения методом тепловизионного контроля и анализа термограмм поверхности энергоактивной панели. Показано, что наличие теплоотражающего экрана в конструкции ограждения позволяет долгое время поддерживать высокую разницу температур теплоносителя в панели, а также достигает-ся рост расхода теплоносителя в процессе обогрева помещения.

Ключевые слова: теплоизолирующая свойств ограждающих конструкций, теплоотражающий материал, теплоотражающий экран, алюминиевая фольга, теплоотражающие покрытия

ЭКРАНДЫҚ ОҚШАУЛАМАСЫ БАР СЫРТҚЫ ҚОРШАУДЫҢ ЭНЕРГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫҚ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Аңдатпа: Сыртқы қоршаудың энергоактивті панелі мен жылу шағылыстырғыш экраны бар эксперименталдық зерттеулерінің нәтижелері ұсынылған. Эксперименттер тепловизионды бақылау және энергия активті панель бетінің термограммаларын талдау әдісімен қоршау фрагментінде жүргізілді. Қоршау конструкциясында жылуоқшаулағыш экранның болуы ұзақ уақыт бойы панельдегі жылу тасығыштың температурасының жоғары айырмашылығын ұстап тұруға мүмкіндік беретіні, сондай-ақ ғимаратты жылыту процесінде жылу тасығыштың шығынының өсуіне қол жеткізілетіні көрсетілген.

Түйінді сөздер: қоршау конструкцияларының жылуоқшаулағыш қасиеттері, жылушағылыстырғыш материал, жылушағылыстырғыш экран, алюминий фольга, жылушағылыстырғыш жабындар

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF ENERGY-ACTIVE STRUCTURES OF EXTERNAL FENCING WITH SCREEN INSULATION

Abstract: The results of experimental studies of an external fence with an energy-active panel and a heat-reflecting screen are presented. Experiments were carried out on a fragment of the fence by thermal imaging control and analysis of thermo grams of the surface of the energy-active panel. It is shown that the presence of a heat-reflecting screen in the fence structures allows for a long time to maintain a high temperature difference of the heat carrier in the panel, as well as an increase in the flow of heat carrier in the process of heating the room.

Key words: heat-insulating properties of enclosing structures, heat-reflecting material, heat-reflecting screen, aluminum foil, heat-reflecting coatings

Анализ опыта в решении проблемы энергосбережения показывает, что сокращение потерь тепловой энергии при отоплении зданий достигается повышением сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций [1-4].

Одним из перспективных направлений по повышению теплоизолирующих свойств ограждающих конструкций является устройство дополнительного теплоотражающего покрытия, способного отражать тепловое излучение. Традиционно в качестве теплоотражающего материала используют алюминиевую фольгу, различные лакокрасочные композиции, покрытия на основе полимеров, стекланных или керамических микросфер [2, 5].

Объектом экспериментального исследования является разработанная энергоактивная конструкция ограждения с теплоотражающим экраном в конструкции.

Проведение экспериментальных исследований разработанных энергоактивных конструкций наружного ограждения нацелено на обоснование эффективности применения в ограждающих конструкциях зданий теплоотражающего экрана.

На основе цели исследования эксперименты были разбиты на следующие этапы:

– проведение испытаний энергоактивной конструкции ограждения без теплоотражающего

экрана на фрагменте многослойного стенового ограждения;

– проведение испытаний энергоактивной конструкции наружного ограждения с теплоотражающим экраном на фрагменте многослойного стенового ограждения;

– обработка и анализ полученных экспериментальных данных по испытаниям энергоактивной конструкции наружного ограждения с теплоотражающим экраном.

Экспериментальные исследования проводились на фрагменте стенового ограждения с энергоактивной панелью с теплоотражающим экраном (рис.1), выполненной в масштабе 1:1 к натурной конструкции ограждения и обеспечивающей вариантное решение энергоактивной панели.

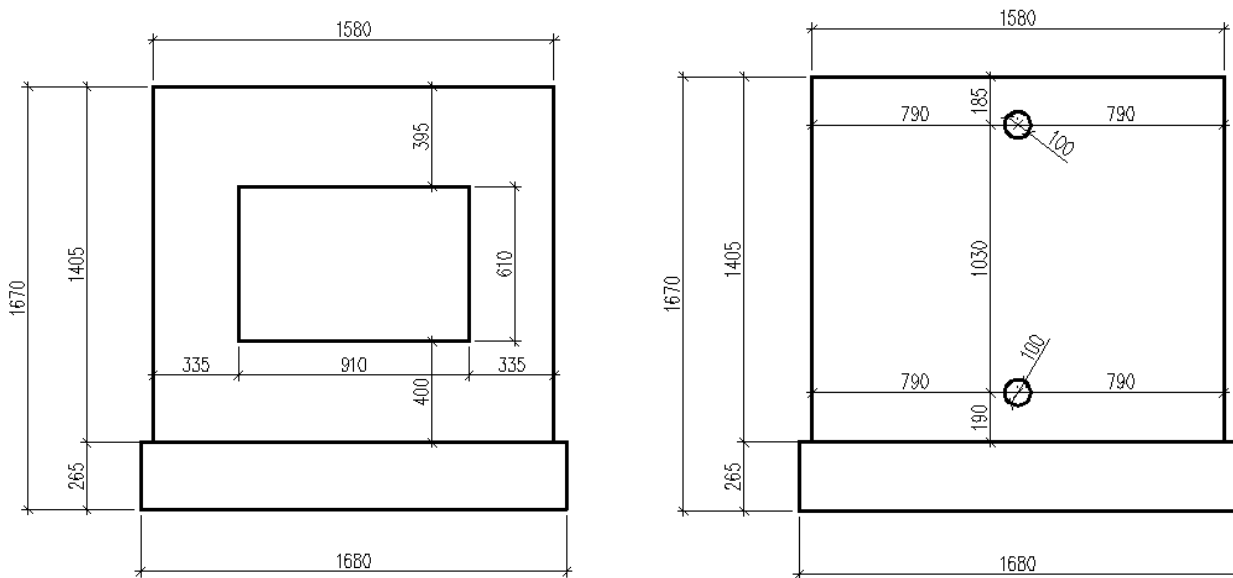


Рис. 1 – Общий вид и основные конструктивные размеры фрагмента стенового ограждения с энергоактивной панелью

Несущей частью ограждения является стена из стандартного керамического кирпича по ГОСТ 530-2012. Поверхности ограждения оштукатурены цементно-песчаной штукатуркой. Энергоактивная панель представляет собой нишу в несущей части стены размером створки оконного переплета - 910x610 мм. Глубина ниши – 130 мм. Толщина воздушной полости между внутренней стенкой ниши и поверхностью светопрозрачного ограждения – 110 мм.

Передняя стенка энергоактивной панели состоит из светопрозрачного двойного оконного стекла. В энергоактивной панели имеются отверстия входа и выхода воздушного теплоносителя диаметром 100 мм. В задней стенке фрагмента ограждения имеются входное отверстие диаметром 100 мм и выходное отверстие того же диаметра с встроенным трехрежимным вентилятором фирмы KLAUS.

В энергоактивной конструкции с теплоотражающими экранами покрытие из алюминиевой фольги размещалось по внутренней поверхности ниши.

Методика проведения экспериментов разработана на основе необходимости экспериментального обоснования эффективности применения разработанной энергоактивной конструкции в наружном ограждении зданий и сравнения результатов испытаний по двум конструктивным схемам:

- энергоактивная панель без теплоотражающего экрана;
- энергоактивная панель с теплоотражающим экраном.

Проведение экспериментов основано на тепловизионном контроле поверхности энергоактивной конструкции ограждения согласно ГОСТ 26629-85 и измерений температуры воздуха на входе и выходе из энергоактивной панели.

Метод основан на дистанционном измерении тепловизором полей температур поверхностей фрагмента ограждения со стороны светопрозрачного ограждения и измерений температуры воздушного теплоносителя на входе и выходе из энергоактивной панели,

значения которых принимаются за показатели эффективности энергоактивной панели.

При проведении энергетического обследования использован ручной тепловизор FLIR i3, который позволяет определять температуру поверхности бесконтактным методом и визуализировать распределение температур на поверхностях.

Температурные поля поверхностей ограждающих конструкций получены и изучены с дисплея тепловизора в виде цветного изображения, а после корректировки снимка переписаны в память прибора.

Тепловизионному контролю были подвержены как наружные, так и внутренние поверхности фрагмента ограждающих конструкций. По обзорной термограмме с дисплея тепловизора выявлялись участки с наибольшими температурами, которые затем были подвержены детальному теплографированию и уточнению температуры поверхности ограждения.

Обработку результатов термографирования производили с использованием программного комплекса FLIR QuickReport, который предназначен для анализа, обработки и архивирования изображений, записанных с использованием тепловизора FLIR i3.

Солнечная радиация моделировалась лабораторной установкой, состоящей из штатива, лампы накаливания 200Вт и экрана.



Рис. 2 – Общий вид экспериментального комплекса, подготовленного к испытаниям

Основными измеряемыми параметрами эксперимента являлись температура поверхности теплоотражающего покрытия, интенсивность моделируемой световой радиации, температуры на входе и выходе из энергоактивной панели.

Общий вид экспериментального комплекса представлен в соответствии с рисунком 2.

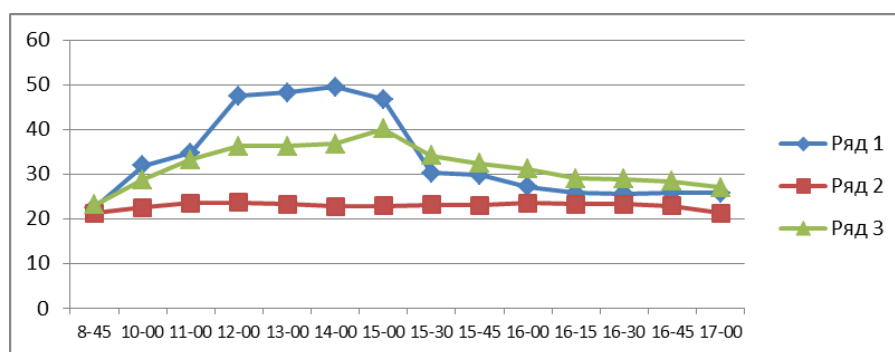
На первом этапе исследования были проведены испытания традиционной конструк-

ции ограждения без теплоотражающего покрытия наподобие стены Тромба.

Температуры на светоотражающей поверхности энергоактивной конструкции, температуры на входе и выходе в энергоактивную панель выписаны из термограмм соответствующих испытаний и представлены в таблице 1 и рисунке 3.

Таблица 1 – Температуры на светоотражающей поверхности энергоактивной конструкции, температуры на входе и выходе в энергоактивную панель

Наименование панели	Время проверки	Температура поверхности	Температура при входе, °C	Температура при выходе, °C	Разница температур, °C
Фрагмент ограждения без теплоотражающего покрытия и ТАМ	8- ⁴⁵	22,5	21,2	23,1	1,9
	10- ⁰⁰	31,9	22,5	28,7	6,2
	11- ⁰⁰	34,8	23,5	33,3	9,8
	12- ⁰⁰	47,5	23,6	36,3	12,7
	13- ⁰⁰	48,2	23,2	36,3	13,1
	14- ⁰⁰	49,5	22,8	36,7	13,9
	15- ⁰⁰	46,7	22,9	40,1	17,2
	15- ³⁰	30,3	23,1	34,1	11,0
	15- ⁴⁵	29,7	23,0	32,4	9,4
	16- ⁰⁰	27,1	23,5	31,1	7,6
	16- ¹⁵	25,8	23,2	29,0	5,8
	16- ³⁰	25,6	23,3	28,9	5,6
	16- ⁴⁵	25,8	22,9	28,4	5,5
	17- ⁰⁰	25,8	21,3	27,0	5,7



1 ряд – температура поверхности, °C; 2 ряд – температура при входе, °C; 3 ряд – температура при выходе, °C

Рис. 3 – Температуры наружной поверхности, температуры на входе и выходе из энергоактивной панели

Графики рисунка 3 показывают, что при относительно постоянной температуре на входе температура выхода нагретого теплоносителя возрастает. Максимальная температура воздушного носителя на выходе из па-

нели составила +40,1°C, а температура на наружной поверхности панели – +49,5°C. Максимальная разница между температурой на входе и температурой на выходе из панели составила +17,2°C.

По термограммам рисунка 4 можно оценить распределение температур по площади панели, где наименьшие температуры наблюдаются в области входа носителя в панель, а наибольшие температуры наблюдаются в области выхода теплоносителя из панели. Данный вывод обосновывает возможность использования энергоактивной панели в ограждающих конструкциях для замещения доли тепла расходуемого для отопления помещения здания. Наблюдается относительно долгий нагрев воздуха в канале панели (за 5 часов от 22,5°C до 49,5°C) и его быстрое

остывание после отключения источника радиации (за 3 часа от 49,5°C до 25,8°C).

Это указывает на необходимость разработки конструкции, которая позволила бы обеспечить относительно быстрый нагрев воздуха в панели и его медленное остывание, что повысило бы эффективность работы энергоактивной панели.

На втором этапе исследования были проведены испытания стенового ограждения с энергоактивной панелью и с теплоотражающим экраном в виде алюминиевой фольги.

Результаты испытаний представлены в таблице 2 и графиках рисунка 5.

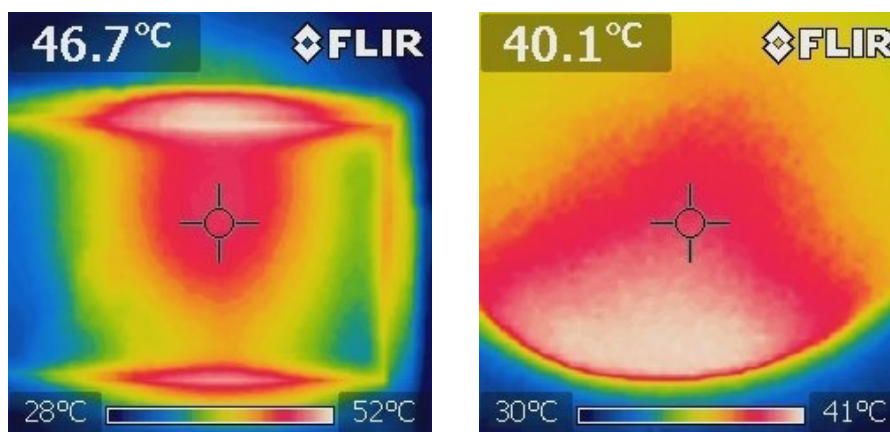
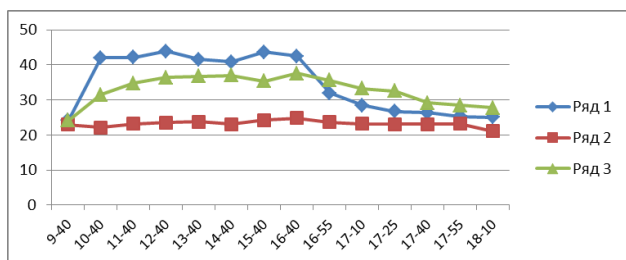


Рис. 4 – Термограммы наружной поверхности энергоактивной панели и области выхода теплоносителя из панели

Таблица 2 – Температуры на светоотражающей поверхности энергоактивной конструкции, температуры на входе и выходе в энергоактивную панель с теплоотражающим покрытием

Наименование панели	Время проверки	Температура поверхности	Температура при входе, °C	Температура при выходе, °C	Разница температур, °C
Фрагмент ограждения с теплоотражающим покрытием	9- ⁴⁰	24,1	23,0	24,1	1,1
	10- ⁴⁰	42,0	22,1	31,5	9,4
	11- ⁴⁰	42,1	23,2	34,8	11,6
	12- ⁴⁰	43,9	23,5	36,4	12,9
	13- ⁴⁰	41,6	23,8	36,7	12,9
	14- ⁴⁰	40,8	23,1	37,0	13,9
	15- ⁴⁰	43,6	24,2	35,4	11,2
	16- ⁴⁰	42,5	24,8	37,6	12,8
	16- ⁵⁵	31,9	23,6	35,6	12,0
	17- ¹⁰	28,4	23,2	33,3	10,1
	17- ²⁵	26,7	23,1	32,5	9,4
	17- ⁴⁰	26,3	23,1	29,1	6,0
	17- ⁵⁵	25,6	23,2	28,4	5,2
	18- ¹⁰	25,1	21,1	27,8	6,7



1 ряд – температура поверхности, °С; 2 ряд – температура при входе, °С; 3 ряд – температура при выходе, °С

Рис. 5 – Температуры наружной поверхности, температуры на входе и выходе теплоносителя из энергоактивной панели с теплоотражающим экраном

Из графиков рисунка 5 можно видеть относительное постоянство температуры на входе и повышение температуры теплоносителя на выходе из панели. Максимальная температура воздушного носителя на выходе из панели составила $+40,1^{\circ}\text{C}$, а температура на наружной поверхности панели $+49,5^{\circ}\text{C}$.

Максимальная разница между температурой на входе и температурой на выходе из панели составила $+17,2^{\circ}\text{C}$. По сравнению с конструктивным решением панели без теплоотражающего покрытия наблюдается быстрый нагрев теплоносителя в канале и длительное остывание ее при охлаждении, что можно считать положительным моментом. Вместе с

тем наблюдается увеличение расхода теплоносителя, что подтверждается длительным сохранением разницы температуры на выходе и входе теплоносителя в панели (в течении 5 часов поддерживается разница температур в 10°C и более). Данный факт тоже можно отнести к положительному моменту.

Анализ термограмм наружной поверхности энергоактивной панели с теплоотражающим покрытием и области выхода теплоносителя из панели в моменты максимального нагрева и остывания теплоносителя показал, что теплоноситель в канале нагревается в полном объеме, наибольшая ее температура наблюдается в области выхода теплоносителя из панели. Термограмма остывания наружной поверхности панели показывает, что, хотя поверхность панели остывает до температуры окружающей среды, температура носителя на выходе выше этой температуры на $2,7^{\circ}\text{C}$.

Отметим, что использование теплоотражающего экрана в энергоактивной конструкции ограждения позволяет длительное время поддерживать высокую разницу температур теплоносителя в панели, а также достигается рост расхода теплоносителя в процессе обогрева помещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бродач М.М. ВПКК – новый взгляд на энергосбережение / М.М. Бродач // АВОК: вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2002. – № 6. – С. 14-20.
2. Вытчиков Ю.С. Исследование теплозащитных характеристик замкнутых воздушных прослоек в строительных ограждающих конструкциях с применением экранной теплоизоляции / Ю.С. Вытчиков, М.Е. Сапарев // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2014. – №1. – С. 98-102.
3. Кнатько М.В. К вопросу о долговечности и энергоэффективности современных ограждающих стеновых конструкций жилых, административных и производственных зданий / М.В. Кнатько М.Н. Ефименко, А.С. Горшков // Инженерно-строительный журнал. – 2008. – №2. – С. 50-53.
4. Малявина Е.Г. Строительная теплофизика и проблемы утепления современных зданий / Е.Г. Малявина // АВОК. – 2009. – № 1. – С. 6-9.
5. Умнякова Н.П. Расчётный метод определения температуры на поверхности ограждений с учётом коэффициента излучения / Н.П. Умнякова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2013. – № 5. – С. 305-307.

УДК 004.853

МРНТИ 28.23.25, 28.23.29

MODELING FORECAST CRYPTOCURRENCY PRICE QUOTES USING NEURAL NETWORKS

AMZE D.

Kazakh British Technical University

Abstract: *In the current conditions of the formation of the cryptocurrency market, studies on modeling forecasts of price quotations are of particular importance. In advanced developed countries, fluctuations in this market are less and less dependent on political influence and the influence of other non-market factors, which confirms the need for objective research in this area. Scientific and methodological developments on this topic can be useful for both legal entities and individuals.*

As a result, the introduction of predictive modeling of cryptocurrency quotes can give a certain economic effect, a specific financial benefit to individuals and legal entities and deserves further study on a more extensive data set.

Key words: *Cryptocurrency, Neural network, Forecasting, Backpropagation neural network*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГНОЗА ЦЕНЫ НА КРИПТОВАЛЮТУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация: *В современных условиях формирования рынка криптовалют исследования по моделированию прогнозов ценовых котировок приобретают особое значение.*

Научно-методические разработки по данной теме могут быть полезны как юридическим, так и физическим лицам. В развитых странах колебания на этом рынке все меньше зависят от нерыночных факторов и политического влияния, что подтверждает необходимость объективных исследований в этой области. В результате введение прогнозного моделирования котировок криптовалюты может дать определенный экономический эффект, конкретную финансовую выгоду для физических и юридических лиц и заслуживает дальнейшего изучения более обширного набора данных.

Ключевые слова: *криптовалюта, нейронная сеть, прогнозирование, нейронная сеть обратного пространства*

НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП КРИПТОВАЛЮТА БАҒАСЫН МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа: *Криптовалюта нарығының қалыптасуының қазіргі жағдайында, баға ұсыныстарын болжауды модельдеу бойынша зерттеулер ерекше маңызға ие.*

Дамыған елдерде нарықтағы ауытқулар саяси ықпалға және басқа да нарықтық емес факторлардың әсеріне тәуелді емес, бұл осы салада объективті зерттеулердің қажеттілігін растайды. Осы тақырыптағы ғылыми-әдістемелік әзірлемелер заңды және жеке тұлғалар үшін тиімді болуы сөзсіз. Нәтижесінде криптовалютаға баға белгілеулерінің болжамды моделін енгізу жеке және заңды тұлғаларға белгілі бір экономикалық тиімділік, нақты қаржылық пайда әкелуі мүмкін және бұдан да мол мәліметтер жиынтығын зерделеуге лайық.

Түйінді сөздер: *криптовалюта, нейрондық желі, болжау, артқы тарату нейрондық желісі*

Introduction

Despite the rapid growth in popularity today, there is no single, universally recognized definition of cryptocurrencies that would unambiguously reveal their essence and economic nature. To a certain extent, this is due to the novelty of this tool and the variety of technical solutions implemented in electronic settlement systems. So, in the world they treat cryptocurrencies differently, for example, in Canada and the Netherlands - as currency, and in Austria, Finland and Germany - as "commodity" - goods/raw materials. On the Internet, a fairly correct and complete definition of cryptocurrencies is given on Wikipedia, where cryptocurrency is considered as a type of digital currency, emission and accounting of which are based on asymmetric encryption and the use of various cryptographic protection methods, such as Proof-of-work and Proof-of-stake.

However, it is worth noting that the cryptocurrency market is very speculative, but the most stable cryptocurrencies managed to survive due to expectations regarding their growth. Of course, this factor also stands behind the high volatility of the cryptocurrency market. Because of this, new technologies of blockchain or smart contracts are overvalued, while market participants are trying to figure out what crypto assets mean for them - all this leads to an alternation of sharp ups and downs, so familiar to traders.

Forecasting is a complex process, as a result of which it is necessary to solve a large number of different issues. For its production, various forecasting methods should be used in combination.

According to the Russian scientist, Professor A.N. Hunchback with the help of artificial neural networks can solve almost all the problems that can be solved by other methods. Such a conceptual statement is actually the basis of the significant interest that is observed today in the world in the study of the theory and practice of neural network modeling. In favor of the use of neural networks indicate:

- inheritance of certain mechanisms of the brain;

- the possibility of universal approximation of continuous dependencies;
 - ability to recover information during the destruction or removal of some part of the neural network;
 - parallel processing of information.
- The disadvantages of neural networks include:
- lack of a clear theory and mechanisms for interpreting the functioning and results of work;
 - low learning speed and the need to develop algorithms to avoid "paralysis", retraining and getting into local optima;
 - the need to select neural network paradigms and develop appropriate formalizations to solve specific problems.

These circumstances are the reason that neural network technologies are quite attractive for the study, research and improvement, as well as the development of systems in which neural networks and other methods are integrated, but their practical application is still quite limited.

Traditional methods for assessing forecast accuracy based on measuring its deviation from real data (for example, calculating MAPE, MSE) do not always allow an adequate assessment of the forecast quality for stock price dynamics (which are characterized by high volatility), since for such data it is more important to determine when there will be growth and when the fall, and most importantly - it is difficult to predict the jumps that separate the stationary periods of change in value from each other.

Backpropagation neural networks are a modern modeling tool that allows you to effectively solve the problems of searching for patterns, forecasting, and qualitative analysis, taking into account these features.

Model description

To build a forecast model, a neural network consisting of three blocks is used (Fig. 1):

- 1) Input data;
- 2) computing and analyzing unit;
- 3) Output data.

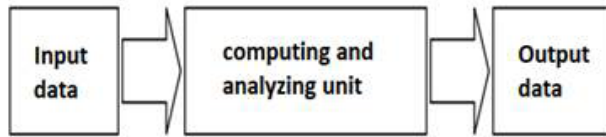


Fig. 1. Block Diagram of a neural network model

In the computational and analyzing unit, all computational, corrective, and analyzing processes for processing the input sample occur. The indicators calculated by the neural network are fed into the output data that the analyst needs to make any decisions..

The network is trained on a sample

$$(X^t, D^t), t = \overline{1, T},$$

where $X^t = x_1^t, x_2^t, \dots, x_n^t$ – examples of input images

$D^t = d_1^t, d_2^t, \dots, d_n^t$ – examples of input images

T – number of input images

When training a neural network, the task is to minimize the objective error function, which is found by the least squares method:

$$E(W, V) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^P (y_k - d_k)^2,$$

Где y_k – the obtained real value of the kth output of the neural network when one of the input images of the training sample is fed to it;

d_k – the required (target) value of the k-th output for this image.

Neural network training is performed by the well-known optimization method of gradient descent, i.e. at each iteration, the change in weight is made according to the formulas:

$$w_{ij}^{N+1} = w_{ij}^N - \alpha \frac{\partial E}{\partial w_{ij}}, v_{jk}^{N+1} = v_{jk}^N - \alpha \frac{\partial E}{\partial v_{jk}},$$

Where α – learning rate parameter;

N – number of iterations when training a neural network.

The logistic function is usually used as an activation function in a backpropagation network.

$$f(s) = \frac{1}{1 + e^{-s}},$$

S – weighted sum of neuron inputs.

This function is convenient for calculations in the gradient method, since it has a simple derivative:

$$f'(s) = \frac{e^{-s}}{(1 + e^{-s})^2} = f(s)(1 - f(s)).$$

The backpropagation network learning algorithm goes through several stages. First of all, the network is initialized – small random values are assigned to the weighting coefficients - for example, from the range $(-0.3, 0.3)$ the following are set: ϵ – parameter of learning accuracy, α – parameter of learning speed (usually ≈ 0.1 ., and it can still decrease during training) Nmax - the maximum allowable number of iterations.

Then, the current output signal is calculated. In the network input is one of the learning samples and the determined output values of all neurons of the neural network. As the samples used for training the neural network, consisting of values of securities prices, the various numerical characteristics affecting the securities quotes. Then the synaptic balance adjustment operation is performed.

Application of a model for forecasting cryptocurrency quotes using neural networks

To model the forecast, the neural network uses knowledge of the values of quotes for the previous period. For example, analyzing the prices of cryptocurrency for 15 months, the neural network predicts the price for May with a certain degree of probability. Thus, to build a forecast, it is necessary to know the values of quotes of past time periods. To test the neural network model, we used quotes for the XRP Cryptocurrency prices for the period August 31, 2019 to May 31, 2020 (table. 1).

In the table. Figure 1 presents a set of dates and price quotes for each date, which are a training sample of a neural network. The input values of cryptocurrency quotes are the values that are fed to the input of a neural network. Target values are the values that a neural network should aim for in training.

Based on the available data, the network should receive a set of weighting coefficients

Table 1 – Training sample

Input values					
Date	High	Low	Date	High	Low
30.06.2019	0,42918	0,396411	31.07.2019	0,322465	0,317244
31.07.2019	0,322465	0,317244	31.08.2019	0,260507	0,255454
31.08.2019	0,260507	0,255454	30.09.2019	0,260146	0,23832
30.09.2019	0,260146	0,23832	31.10.2019	0,302379	0,290938
31.10.2019	0,302379	0,290938	30.11.2019	0,233615	0,224546
30.11.2019	0,233615	0,224546	31.12.2019	0,194878	0,189969
31.12.2019	0,194878	0,189969	31.01.2020	0,244273	0,234905
31.01.2020	0,244273	0,234905	29.02.2020	0,241962	0,231193
29.02.2020	0,241962	0,231193	31.03.2020	0,177883	0,171549
31.03.2020	0,177883	0,171549	30.04.2020	0,235703	0,211577

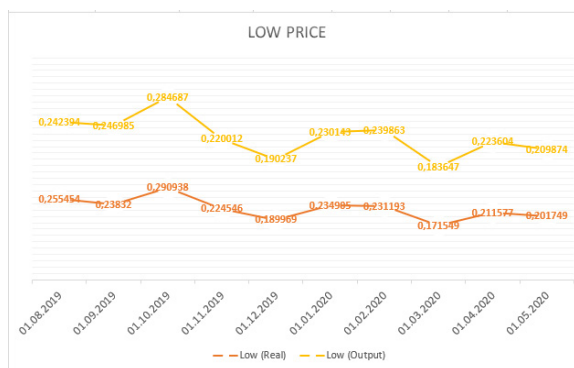
reflecting the dependence of changes in quotations for the specified period.

The error between the real and the obtained values of the neural network is 0.01. If the difference between the real value and the value at the output is less, then the training stops. However, if this accuracy is not achieved, the limit on the duration of training is the threshold of 15,000 iterations.

To check the accuracy of training, it is necessary to input the values of the training sample. After analyzing them, the neural network should produce output values that are close to real. The success of training can be judged by the degree of difference, predicted and real values of quotes. The values given in the table. 2, show that the degree of difference is small, this indicates a small error and successful training of the network.

Table 2 – Neural network output values for the predicted sample

Neural network training data						Real value			Neural network output	
Date	High	Low	Date	High	Low	Date	High	Low	High	Low
30.06.2019	0,42918	0,396411	31.07.2019	0,322465	0,31724	31.08.2019	0,26051	0,25545	0,256397	0,242394
31.07.2019	0,322465	0,317244	31.08.2019	0,260507	0,25545	30.09.2019	0,26015	0,23832	0,253697	0,246985
31.08.2019	0,260507	0,255454	30.09.2019	0,260146	0,23832	31.10.2019	0,30238	0,29094	0,325871	0,284687
30.09.2019	0,260146	0,23832	31.10.2019	0,302379	0,29094	30.11.2019	0,23362	0,22455	0,245369	0,220012
31.10.2019	0,302379	0,290938	30.11.2019	0,233615	0,22455	31.12.2019	0,19488	0,18997	0,203645	0,190237
30.11.2019	0,233615	0,224546	31.12.2019	0,194878	0,18997	31.01.2020	0,24427	0,23491	0,236901	0,230143
31.12.2019	0,194878	0,189969	31.01.2020	0,244273	0,23491	29.02.2020	0,24196	0,23119	0,245143	0,239863
31.01.2020	0,244273	0,234905	29.02.2020	0,241962	0,23119	31.03.2020	0,17788	0,17155	0,19364	0,183647
29.02.2020	0,241962	0,231193	31.03.2020	0,177883	0,17155	30.04.2020	0,2357	0,21158	0,248702	0,223604
31.03.2020	0,177883	0,171549	30.04.2020	0,235703	0,21158	31.05.2020	0,21152	0,20175	0,226893	0,209874



To visually reflect the dependencies of the real value and the value at the output of the neural network, we construct using the Excel package: the X axis is the time interval, the Y axis is the value of the crypto-quote price (Fig. 3, 4).

A histogram of real quotes and quotes at the output of a neural network for high and low prices

The histogram shows not only the proximity of the real value and the value at the output of the neural network, but also the direction of the change in values - with an increase or decrease in the real value of the output of the neural network, they change in the same direction by the same order.

Now we estimate the accuracy of the forecast. To do this, we will choose other dates for the periods of the training sample, the periods of the value of quotes, which we will send to the input of the neural network. Having received a certain value at the output, we can numerically evaluate the accuracy of forecasting

Denote the real value of the cryptocurrency quote by P, and the value obtained at the output of the neural network, by P'. Then, for each date, the absolute and relative errors are representable as a set of values presented in the table. 3

The absolute forecast error is determined by the formula: $\Delta = |P - P'|$

The relative forecasting error e is determined

by the formula : $\epsilon = \frac{\Delta}{P}$.

The average value of the relative error for n quotation values is determined as follows:

$$\bar{\epsilon} = \frac{\sum \epsilon}{n}$$

Table 3 – Absolute error in predicting cryptocurrency quotes

Date	ERROR	
	Absolute	
	high	low
15.08.2019	0,00411	0,01306
15.09.2019	0,006449	0,008665
15.10.2019	0,023492	0,006251
15.11.2019	0,011754	0,004534
15.12.2019	0,008767	0,000268
15.01.2020	0,007372	0,004762
15.02.2020	0,003181	0,00867
15.03.2020	0,015757	0,012098
15.04.2020	0,012999	0,012027
15.05.2020	0,015374	0,008125

Table 4 – Cryptocurrency Sales for the period from 30.06.2019 to 31.05.2020

Data	Объем продаж
30.06.2019	1570726856
31.07.2019	996700948
31.08.2019	845142390
30.09.2019	1662002376
31.10.2019	1666132252
30.11.2019	1160032623
31.12.2019	1116761074
31.01.2020	1892170751
29.02.2020	2061348763
31.03.2020	2101862049
30.04.2020	3145263526
31.05.2020	1683149544

The weighted average value of the relative error for n quotation values can be determined by the following formula:

$$\overline{\varepsilon_Q} = \frac{\sum Q \cdot \varepsilon}{\sum Q},$$

where Q is the sales volume (Table 4) for each cryptocurrency for the specified date.

Having thus calculated the average and weighted average values of quotations of securities, we have:

$$\overline{\varepsilon} = 0,04733$$

$$\overline{\varepsilon_Q} = 0,10546$$

The accuracy of the measurement result is a characteristic of the quality of the measurement, reflecting the proximity to zero of the error of its result. Since the most pronounced correlation indicators of quotation changes are the average and weighted average values of the relative error, we can conclude that the error of forecasting results is 0.076.

Conclusion

The success of training can be judged by the degree of difference between the predicted and real values of quotes. The whole system was tested on other cryptocurrencies, as a result, the error was high, since backpropagation was more suitable for predicting patterns, and it was necessary to retrain the model for each currency separately.

In conclusion, the results obtained show that the use of a neural network model increases the economic efficiency of forecasting for stable currencies, while ensuring the reliability of information with a certain degree of forecast probability necessary for making informed economic decisions. This will allow you to get no big profit in the short term on time-stable cryptocurrencies.

Nowadays, making a profit in the short term with minimal risks is more effective than in the long term with big risks

Thus, the use of a system of economic and mathematical models of neural networks and the corresponding tools is a very effective tool for the practical solution of the urgent task of modeling the forecasting of cryptocurrency price quotes.

REFERENCES

1. Wassermen F. Neurocomputer technology: theory and practice. M.: Mir, 1992.
2. Kashirina I.L. Artificial neural networks. Tutorial. Voronezh: Publishing House of Voronezh State University, 2005.
3. Short S. Neural networks: backpropagation algorithm (<http://www.gotai.net/download/filenn003.zip>)
4. Introduction to counter distribution networks (<http://www.intuit.ru/department/ds/neuronnets/6/>)

УДК 004.048, 004.023

МРНТИ 28.23.19, 28.23.35, 28.23.29

ПОИСК НАИБОЛЕЕ ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ДОСТАВКИ С ВРЕМЕННЫМИ ОКНАМИ

БЕЙБИТУЛЫ М.

Казахстанско-Британский технический университет

Аннотация: *Необходимость оптимизации обслуживания клиентов, снижения эксплуатационных расходов и негативного воздействия на окружающую среду, которое может возникнуть в результате неоптимального планирования транспортных средств и их маршрутов, привлекает внимание научного сообщества к решению этой проблемы в течение последнего десятилетия. Разработка эффективных инструментов для решения проблем в транспортной отрасли может привести к значительному снижению затрат и эффективному потреблению ресурсов. В данной работе рассматриваются и сравниваются алгоритмы, способные обеспечить поиск оптимального маршрута, удовлетворяющего условиям решения проблемы маршрутизации доставки с временными окнами (VRPTW). Представлен анализ наиболее подходящих путей решения, способных уменьшить количество вычисляемых путей и сократить время решения задачи. Были изучены эвристические алгоритмы поиска по графу, а именно: поиск в ширину, алгоритм Дейкстры, Жадный алгоритм и алгоритм A*. Также были представлены способы улучшения каждого алгоритма на языке программирования Python, определены сильные и слабые стороны каждого из предложенных решений и наиболее подходящее для решения проблемы маршрутизации доставки с временными окнами. Результаты работы могут применяться для создания программного обеспечения, решающего проблемы маршрутизации доставки в нефтегазовой индустрии, способствуя оптимизации логистических процессов, что в долгосрочной перспективе положительно скажется на снижении затрат, рациональном потреблении ресурсов и благоприятном влиянии на окружающую среду.*

Ключевые слова: *маршрутизация, доставка, алгоритмы, A*, Python*

УАҚЫТША ТЕРЕЗЕНІ ЖЕТКІЗУ МӘСЕЛЕСІН ШЕШУ ҮШІН ОҢТАЙЛЫ АЛГОРИТМ ІЗДЕУ

Аңдатпа: *Ғылыми қоғамдастықтың назарын соңғы онжылдықта клиенттерге қызмет көрсетуді оңтайландыру, пайдалану шығындары мен көлік құралдарын және олардың жолын субоңтайлы жоспарлау нәтижесінде пайда болатын қоршаған ортаға тигізетін кері әсерді азайту қажеттілігі туралы мәселелерді шешуге аударады. Көлік саласындағы проблемаларды шешудің тиімді құралдарын жасау, шығындарды едәуір төмендетуге және ресурстарды тиімді тұтынуды жүзеге асырады. Бұл жұмыста уақытша терезелерімен (VRPTW) маршруттық жеткізу мәселесін шешудің шарттарын қанағаттандыратын оңтайлы маршрутты іздейтін алгоритмдерді қарастырамыз және салыстырамыз. Есептелген жолдардың санын азайтуға және есепті шешу уақытын қысқартуға болатын, ең қолайлы шешім жолдарының талдауы келтірілген. Эвристикалық графикалық іздеу алгоритмдері зерттелді, атап айтқанда: кеңдік бойынша бірінші іздеу, Дейкстра алгоритмі, ашкөз алгоритм және A* алгоритмі. Сондай-ақ Python бағдарламалау тіліндегі әр алгоритмді жетілдіру жолдары ұсынылды, аталған шешімдердің әрқайсысының күшті және әлсіз жақтары анықталды және уақытша терезелеріне бағыттауды шешуге қолайлылығын көрсетті. Жұмыстың нәтижелері болашақта шығындарды төмендетуге, ресурстарды ұтымды тұтынуға және қоршаған ортаға*

жағымды әсерін тигізетін логистикалық процестерді оңтайландыруға ықпал ететін, мұнай-газ саласындағы жеткізілімдерді бағыттау проблемаларын шешетін бағдарламалық жасақтаманы жасауға пайдаланылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: бағдарлау, жеткізу, алгоритм, A *, Python

FINDING THE MOST OPTIMAL ALGORITHM TO SOLVE THE DELIVERY PROBLEMS WITH TIME WINDOWS

Abstract: The need to optimize customer service, reduce operating costs and negative environmental impact that may arise as a result of suboptimal planning of vehicles and their routes attracts the attention of the scientific community to solving this problem over the past decade. The development of effective tools to solve problems in the transport industry can lead to significant cost reductions and efficient resource consumption. In this paper, we consider and compare algorithms that can provide the search for the optimal route that satisfies the conditions for solving the problem of routing delivery with time windows (VRPTW). The analysis of the most suitable solution paths that can reduce the number of calculated paths and reduce the time of solving the problem is presented. Heuristic graph search algorithms were studied, namely: breadth-first search, Dijkstra's algorithm, Greedy algorithm and A * algorithm. It also presented ways to improve each algorithm in the Python programming language, identified the strengths and weaknesses of each of the proposed solutions and the most suitable for solving the problem of routing delivery with time windows. The results of the work can be used to create software that solves the problems of delivery routing in the oil and gas industry, contributing to the optimization of logistics processes, which in the long run will have a positive effect on cost reduction, rational consumption of resources and a favorable impact on the environment.

Key words: routing, delivery, algorithms, A *, Python

Решение проблемы маршрутизации транспортных средств (VRP) и связанных с ней вариантов лежит в основе научных исследований по оптимизации логистического планирования. Одним из важных вариантов VRP является проблема получения и доставки (PDP). В PDP, как правило, требуется найти один или несколько маршрутов с минимальной стоимостью, чтобы обслуживать множество клиентов, при этом два типа услуг могут выполняться в месте нахождения клиента.

Например, большой мебельный магазин может использовать несколько грузовиков для доставки мебели домой. Специализированная компания по утилизации отходов может направлять грузовые автомобили для сбора отходов в ресторанах. Служба здравоохранения может планировать ежедневные визиты осмотра для каждого из своих врачей, проводящих осмотр.

Общей задачей в вышеперечисленных примерах является задача выбора маршрута транспорта. Каждой организации требуется определить, какие заказы, дома, рестораны или пункты осмотра должны обслуживаться каждым маршрутом, грузовиком или врачом и в какой последовательности заказы должны выполняться. Основной целью является наилучшее обслуживание заказов и минимизация общих затрат на эксплуатацию парка транспортных средств [1].

В решении проблемы маршрутизации транспортных средств также существует проблема доставки с временными окнами (VRPTW), когда обслуживание клиента может начаться в пределах временного окна, определенного самым ранним и самым поздним временем, когда клиент разрешит начало обслуживания. Данная работа посвящена исследованию путей решения этой проблемы.

Представим таксопарк или компанию, которая занимается доставкой. Все клиенты

компании нуждаются в одинаковом типе услуг. Каждый маршрут транспортного средства должен начинаться и заканчиваться в одной точке – автопарке, а каждый клиент должен быть посещен ровно один раз.

Для решения этой проблемы необходимо учитывать два пункта.

1. Назначение каждому транспортному средству подмножества узлов из точек, которые указывают клиенты.

2. Планирование маршрутизации, которое включает в себя создание минимальной стоимости маршрута для каждого транспортного средства, чтобы посетить его назначенные запросы. Маршрут должен учитывать пропускную способность и временные ограничения.

Методология интеллектуального решения должна эффективно обрабатывать эти два аспекта и учитывать заданные ограничения, следовательно наиболее подходящим вариантом решения будут эвристические алгоритмы – не всегда точные, но находящие оптимальные решения для задач высокой вычислительной сложности.

Для построения маршрута стоит использовать алгоритмы поиска по графу. Граф – это совокупность непустого множества вершин и связей между вершинами. В математической теории и информатике объекты графа являются вершинами или узлами, а связи – дугами или ребрами. В разных условиях графы могут различаться направленностью, ограничением по количеству связей и дополнительными данными о вершинах и ребрах [2].

Представим сеть автомобильных дорог графом, где перекрестки – это вершины графа, ребра – это дороги, а значения ребер – расстояния по этим дорогам. Существует множество алгоритмов, работающих с графами. В этой работе мы рассмотрим поиск в ширину, алгоритм Дейкстры, жадный алгоритм и A*.

Поиск в ширину исследует заданную область равномерно во всех направлениях. Он часто используется в картах расстояний, но не создает путей, а говорит, как посетить все точки на карте.

Описание алгоритма на Python:

```
frontier = Queue()
frontier.put(start )
visited = {}
visited[start] = True

while not frontier.empty():
    current = frontier.get()
    for next in graph.neighbors(current):
        if next not in visited:
            frontier.put(next)
            visited[next] = True
```

Его можно использовать для решения проблемы маршрутизации, задав значение для отслеживания первоначальной точки относительно каждой посещенной точки. Таким образом простейший алгоритм поиска путей станет указывать путь от заданной цели к началу, где в качестве пути выступает последовательность направления ребер графа.

```
frontier = Queue()
frontier.put(start )
came_from = {}
came_from[start] = None

while not frontier.empty():
    current = frontier.get()
    for next in graph.neighbors(current):
        if next not in came_from:
            frontier.put(next)
            came_from[next] = current
```

Далее нам необходимо находить не все пути, а один наиболее оптимальный. Поэтому для начала нужно прекратить расширять границу поиска по достижению цели.

```
frontier = Queue()
frontier.put(start )
came_from = {}
came_from[start] = None

while not frontier.empty():
    current = frontier.get()

    if current == goal:
        break

    for next in graph.neighbors(current):
        if next not in came_from:
            frontier.put(next)
            came_from[next] = current
```

Но этот метод все равно не подходит, потому что он не учитывает стоимость пути, которую в реальной жизни представляют неровности ландшафта, изгибы дорог и автомобильные пробки. Поэтому нам нужен поиск с равномерной стоимостью.

Алгоритм Дейкстры позволяет следить за стоимостью перемещения относительно начальной точки и оптимизировать маршрут по

наименьшим участкам. Для этого необходимо задать приоритеты для очереди исполнения, но в этом случае одна точка может посещаться несколько раз с разной стоимостью. Чтобы этого избежать необходимо изменить логику: теперь вместо добавления к границе ни разу не посещенной точки будет добавляться точка, которая уменьшит стоимость пути [2].

```
frontier = PriorityQueue()
frontier.put(start, 0)
came_from = {}
cost_so_far = {}
came_from[start] = None
cost_so_far[start] = 0

while not frontier.empty():
    current = frontier.get()

    if current == goal:
        break

    for next in graph.neighbors(current):
        new_cost = cost_so_far[current] + graph.cost(current, next)
        if next not in cost_so_far or new_cost < cost_so_far[next]:
            cost_so_far[next] = new_cost
            priority = new_cost
            frontier.put(next, priority)
            came_from[next] = current
```

Но даже в алгоритме Дейкстры граница все равно расширяется по всем направлениям. Чтобы изменить ситуацию можно добавить эвристическую функцию, которая будет определять насколько алгоритм близок к достижению цели.

```
def heuristic(a, b):
    # Manhattan distance on a square grid
    return abs(a.x - b.x) + abs(a.y - b.y)
```

Однако это все еще не соответствует условию оптимального нахождения маршрута за наименьшую единицу времени. Тут нужен другой подход.

Жадный алгоритм, вместо поиска первого наилучшего совпадения, сразу оценивает расстояние до цели. Тут можно использовать очередь с приоритетами из поиска в ширину, но убрать `cost_so_far`, оставшийся от алгоритма Дейкстры [3].

```
frontier = PriorityQueue()
frontier.put(start, 0)
came_from = {}
came_from[start] = None

while not frontier.empty():
    current = frontier.get()

    if current == goal:
        break

    for next in graph.neighbors(current):
        if next not in came_from:
            priority = heuristic(goal, next)
            frontier.put(next, priority)
            came_from[next] = current
```

Однако, если жадный поиск встречает на перспективном направлении непреодолимые препятствия – затяжную пробку, перекрытую дорогу или стену – он превращается в поиск по ширине, пока не найдет обходной путь, что снова не является кратчайшим и оптимальным решением. Для его поиска необ-

ходимо объединить вычисление расстояния до начальной точки из алгоритма Дейкстры и оценку расстояния по первому наилучшему совпадению из жадного алгоритма [4].

A* не тратит время на исследование бесперспективных направлений и использует оцененное расстояние до цели.

Главное отличие A* в том, что он не использует эвристику для поиска подходящего ответа, потому что эвристика не оценивает расстояния повторно. A* использует эвристику для изменения порядка узлов, чтобы найти узел цели как можно быстрее.

```
frontier = PriorityQueue()
frontier.put(start, 0)
came_from = {}
cost_so_far = {}
came_from[start] = None
cost_so_far[start] = 0

while not frontier.empty():
    current = frontier.get()

    if current == goal:
        break

    for next in graph.neighbors(current):
        new_cost = cost_so_far[current] + graph.cost(current, next)
        if next not in cost_so_far or new_cost < cost_so_far[next]:
            cost_so_far[next] = new_cost
            priority = new_cost + heuristic(goal, next)
            frontier.put(next, priority)
            came_from[next] = current
```

Таким образом алгоритм A* выполняет условие планирования маршрутизации, которое включает в себя создание минимальной стоимости маршрута для каждого транспортного средства, чтобы посетить назначенные клиентами точки. И, при его доработке, способен укладываться в ограничения, заданные проблемой временных окон:

- если клиент обслуживается после верхней временной границы, выбранное решение считается неприемлемым;
- машина ожидает наступления нижней временной границы, если прибыла раньше срока;
- опоздание добавляет штрафное значение к стоимости достижения цели.

A* можно оптимизировать для повышения эффективности и точности выбора путей, посредством анализа проблемы и определения маршрута через представление узлов и установки стоимости в виде статичных и динамических препятствий, изменения расстояния и дополнительных затрат времени, сопутствующих окружающей обстановке [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ittai Abraham, Daniel Delling, Andrew V. Goldberg, and Renato F. Werneck: Alternative Routes in Road Networks//Journal of Experimental Algorithmics. 2013, 23-34.
2. Rolf H. Mohring and Heiko Schilling: Partitioning Graphs to Speedup Dijkstra's Algorithm// Journal of Experimental Algorithmics. 2007, 189-202.
3. Dominik Schultes: Fast and Exact Shortest Path Queries Using Highway Hierarchies // ESA. 2005, 68-79.
4. Goldberg, A.V., Werneck, R.F.: Computing Point-to-Point Shortest Paths from External Memory //Proceedings of the 7th Workshop on Algorithm Engineering and Experiments. 2005, 26-40.
5. Reinhard Bauer, Daniel Delling, Peter Sanders, Dennis Schieferdecker, Dominik Schultes, and Dorothea Wagner: Combining Hierarchical and Goal-Directed Speed-Up Techniques for Dijkstra's Algorithm?//International Workshop on Experimental and Efficient Algorithms. 2008, 303-318.

УДК 621.396.946:004.4
МРНТИ 49.43.31

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОРТАЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АНАЛИЗА ДАННЫХ

БЕКТЕМЫСОВА Г.У., ЖУАНЫШЕВ И.О.

Международный университет информационных технологий

Аннотация: В статье проведен анализ существующих интерактивных образовательных порталов в мире. Исследованы модели обучения студентов, методы по подготовке специалистов, способы подачи информации, мотивации обучающихся и получение специалистов в определенной области с учетом дистанционного онлайн образования. Рассмотрены основные функциональные концепции мировых гигантов онлайн обучения, таких как Coursera, Udemy, JavaRush и Codecademy. Предложена новая модель обучения студентов, система мотивации, практические подготовки и анализ развития обучающегося, а также получение конечного результата в виде специалиста в выбранной области.

Ключевые слова: онлайн портал, коддинг, разработчик, навыки программирования, платформа, онлайн компилятор, онлайн тест, админ панель, система мотивации, геймификация

DEVELOPMENT OF AN INTERACTIVE EDUCATIONAL PORTAL WITH APPLICATION OF CLOUD TECHNOLOGIES AND DATA ANALYSIS

Abstract: The article analyzes the existing interactive educational portals in the World. Student learning models, training methods of specialists, ways of presenting information were studied, motivation of students and obtaining specialists in a certain field were studied, considering distance online education. The basic functional concepts of the global giants of online learning, such as Coursera, Udemy, JavaRush and Codecademy, are examined. A new model for teaching students, motivation system, practical training, student development analysis and obtaining the final result as a specialist in the selected field were proposed.

Key words: online portal, coding, developer, programming skills, platform, online compiler, online test, admin panel, motivation system, gamification

БҰЛТТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ ДЕРЕКТЕРДІ ТАЛДАУ АРҚЫЛЫ ИНТЕРАКТИВТІК БІЛІМ БЕРУ ПОРТАЛЫН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа: Мақалада әлемдегі қолданыстағы интерактивті білім беру порталдары талданады. Студенттердің оқу модельдері, мамандар даярлау әдістері, ақпаратты ұсыну тәсілдері, оқушының мотивациясы және белгілі бір салада мамандарды алу қашықтықтан оқытуды ескере отырып зерттелді. Coursera, Udemy, JavaRush және Codecademy сияқты онлайн оқытудың галамдық алыптарының негізгі функционалды тұжырымдамалары қарастырылады. Студенттерді оқытудың жаңа моделі, мотивация жүйесі, практикалық жаттығулар, оқушының дамуын талдауы, түпкі нәтижесі ретінде таңдалған сала бойынша мамандарды алуы ұсынылады.

Түйінді сөздер: онлайн-портал, кодтау, әзірлеуші, бағдарламалау дағдылары, платформа, онлайн құрастырушы, онлайн тест, басқару тақтасы, мотивациялық жүйе, геймификация

Введение

В данное время, в мире, с экспоненциальным развитием интернет технологии и гаджетов, система образования начинает принимать иную форму подхода. Многие образовательные ресурсы становятся доступными абсолютно всем желающим. Долгое время все проекты в этой области заключались в предоставлении доступа к видеозаписям лекций профессоров, либо к электронной версии учебника [1]. Следующим шагом было добавление возможности в автоматическом режиме проверять полученные знания в виде тестов. Все эти проекты изначально были нацелены на использование внутри вуза, и получили взрывной рост популярности при развитии их до уровня массовых онлайн курсов, открытых для пользователей со всего мира. За дистанционным образованием – большое будущее, учитывая ее территориальную и этнокультурную специфику. Применение дистанционных технологий усиливает конкурентоспособность дополнительных образовательных центров, создавая благоприятные условия как для построения индивидуальных образовательных траекторий, так и для максимальной индивидуализации учебной деятельности.

Например, если человек хочет изучить язык программирования Python, ему не обязательно идти на определенные курсы или поступать в университет. Скорость обмена информацией растет настолько быстро, что человеку очень сложно выделить огромное количество времени для изучения. Например, вместо того, чтобы ходить в библиотеку, легче посмотреть видеоматериал по данной теме. А остальное он уже изучит самостоятельно методом поиска и практики. С одной стороны, это немного огорчает, так как, если человек хочет стать специалистом в определенной сфере, того же ИТ специалиста, то он обязан просто досконально все это изучить, и потратить уйму времени. Нам покажется что все специалисты будут некачественными и поверхностными. Но, сейчас, с учетом изменения навыков нынешнего поколения, как еще их называют – «Поколение Z», и с

их способностью невероятно быстро адаптироваться под новую среду и технологию, то можно смело сказать, что данная практика неизбежна. Сейчас силен тот, кто быстро адаптируется и подстраивается под нынешние обстоятельства.

Если будем возвращаться к теме видеороков и материалов, то порой и этих инструментов может быть недостаточно. Всегда для реализации любой задачи нужна среда – некий катализатор, в котором можно все это реализовать. Даже в бизнесе, многие сейчас для реализации своих задач используют коворкинг центры или инкубаторы, где есть все условия развития данного сектора. Также и в изучении программирования или математики нужно создать некую среду, где у клиента будут все условия. И даже этого не будет достаточно, если еще человек может сохранить свою рабочую среду, и продолжать работать на ней где угодно, когда ему достаточно будет запомнить свои данные аккаунта, то это будет уже прорывом в мобильности и гибкости работы клиента. Для реализации данной задачи необходимо применить технологию облачных вычислений и распределенного программирования. Особенность данного приложения – это мобильность, доступ к лекционным и практическим материалам, запуск и практика сразу же на этой среде, где клиенту будет достаточно иметь доступ к своему аккаунту. Каждый пользователь может следить, использовать и организовать свою работу.

Анализ мирового онлайн образования

В мире существуют крупные компании онлайн образования, у которых есть свой огромный трафик обучающихся и масса выпускников в различных сферах. Например, компания Udemu – частная образовательная организация, основанная Себастьяном Труном, Дэвидом Ставенсом и Майклом Сокольски, с целью демократизации образования [1]. Их основным преимуществом являются видеолекции с субтитрами в сочетании со встроенными тестами и последующими домашними работами, основанные на мо-

дели «учиться на практике». Каждая лекция включает в себя встроенный тест, чтобы помочь студентам понять предлагаемые концепции и идеи. Любой обучающийся может купить подписку на их курсы и обучаться самостоятельно, находясь в любой точке мира. Количество активных пользователей данного портала превышает 50 миллионов пользователей [2].

Так же, Coursera – онлайн платформа в сфере массового онлайн-образования, основанная профессорами информатики Стэнфордского университета Эндрю Ыном и Дафной Коллер. В рамках Coursera существует проект по публикации образовательных материалов в интернете в виде набора онлайн-курсов. В данной среде любой обучающийся может покупать различные пакеты для просмотра онлайн курсов в виде видеоуроков. Но видеоуроки – это не решение всех проблем обучения. Скорее, это один из инструментов подачи информации для обучающегося. Здесь имеется много факторов и нюансов. Во-первых, видеоматериал всегда имеет ограничение, например, если мы хотим в рамках видеоурока разработать мини-веб приложение блога, то пользователь будет ограничен теми данными, который подает видеоматериал. Если пользователь захочет разработать свое приложение или подстроить все под себя, то ему нужно будет еще вести поиски, которые могут не оказаться в том же Coursera или Udemu. Мы не полагаем, что эта методика Coursera и Udemu неверна, наоборот, она даже эффективна, но она не покрывает все обстоятельства и потребности к обучению, и является всего лишь одним из способов подачи информации, частью саморазвития студента.

У видеоуроков есть огромный плюс, в котором студент может в любой момент использовать паузу, и не торопясь обработать полученную информацию, и в случае непонимания, обратно вернуться, посмотреть повторно [3]. Второй нюанс – это человеческая природа, которая называется лень. Как показала практика и наш анализ, многие обучающиеся, которые подписались на качественные ви-

деоуроки, например по программированию или бизнес аналитике, не всегда их просматривают и обучаются по ним. Одним словом, у человека идет некая уверенность в том, что он их когда-то просмотрит и изучит, но не сейчас. Тут важна система мотивации, поощрение и быстрая практика. Или нужен живой тренер, который будет мотивировать и заставлять выполнять все поставленные задачи. В качестве мотивации в вышеуказанных порталах является получение сертификата, что уже мотивирует каждого обучающегося [4].

Результаты анализа показывают, что такие системы никогда не заменят живого учителя, по крайней мере в ближайшее время, который может работать со студентом, отвечать на все его запросы и проблемы. Конечно, гипотетически можно разработать некий алгоритм машинного обучения, искусственный интеллект, который может реально обучаться по всем предыдущим проблемам обучающегося, и отвечать на все их вопросы, но эта задача крайне сложна, и попытавшись решить ее, можно потерять фокус к конечному продукту.

Российская платформа JavaRush и другие

Российская платформа JavaRush, основана в 2012 году. Ее история началась с одного поста [5] на знаменитом сайте Habr. На данный момент у портала более 1.25 миллиона пользователей, что уже говорит об успехе данного проекта. Но надо знать одно, что JavaRush – это портал для Java программистов и у него очень узкий спектр образования. Там не готовят Python разработчиков или бизнес аналитиков, только Java программистов. Несмотря на это, у данного портала есть главное достоинство – это трудоустройство выпускников. Обычно, чтобы наработать хороший навык программирования и сформировать корректное мышление, понадобится более 1000 часов практики. И курс JavaRush как раз-таки разработан, чтобы любой студент получил необходимое количество опыта.

Система поощрения и мотивации там на высоком уровне. Клиент постепенно прохо-

дит задачи в виде игр, что уже является огромным преимуществом над остальными порталами. Данный термин называется геймификацией. Геймификация – это когда игровые правила используют для достижения реальных целей. Другими словами, за счет игры вы делаете скучные задания интересными, избегаемое – желанным, а сложное – простым [5]. Данный подход действительно помогает снять монотонность в обучении и добавляет немного азарта. Помимо геймификации к порталу JavaRush в качестве работодателей имеют доступ ИТ компании, которые заинтересованы в пользователях в качестве сотрудников. Они смотрят на их уровень, в котором они находятся, количество решенных задач, тем самым уже дальше приглашают на собеседование. Это и есть мотивация для пользователей.

Еще одним достоинством JavaRush является онлайн компилятор, в котором можно сразу в браузере писать код и проверить на ошибки. Чем-то данный портал напоминает знаменитый сайт – Codeforces, онлайн портал для спортивного программирования. Особенностью такого решения – пользователь может находиться в любом месте, и не обязательно иметь компьютер с установленными библиотеками и программами. Главное, чтобы был доступ к интернету. Но JavaRush не решает всю проблему онлайн обучения, так как это очень узкое направление в образовании, как мы упомянули выше. Скорее это портал, в котором клиент может быстро трудоустроиться как Java программист. Кроме этого, есть еще и риск, что в будущем сам язык программирования Java может стать не таким уж актуальным в сфере корпоративных решений. Даже сейчас, в мире спрос на Python разработчиков или JavaScript программистов повышается.

Существует еще один популярный портал для онлайн образования – Codecademy. Это интерактивная онлайн-платформа по обучению 12 языкам программирования. У портала 45 миллионов пользователей, и каждый пользователь имеет собственный профиль. В этом сайте в качестве мотивации пользо-

вателей существует система поощрительных достижений за выполнение упражнений, индикатор прогресса курса, который могут видеть другие пользователи сайта. А еще сайт позволяет каждому создать и публиковать собственные новые курсы. Пользователь может продолжать решать задачи с того места где он остановился. По окончании пользователь получает онлайн сертификат. Но минусом Codecademy является отсутствие видеоуроков. Все в виде текстовых мини-лекций, примеров и решений.

Онлайн платформа для образования со средой для разработки

Для создания универсального портала для онлайн образования был проведен анализ существующих мировых крупных онлайн платформ. У каждого из них есть свои преимущества и недостатки, касающиеся подачи информации и методики обучения. Более подходящим под нашу задачу оказался российский портал JavaRush, в котором есть все необходимые инструменты для обучающегося.

Цель нашего исследования заключается в том, чтобы создать образовательный портал, в котором содержатся полные материалы курсов вместе с видеоуроками. Для этого нам необходимо будет выбрать узкое направление в сфере образования. Поэтому, нами было выбрано для экспериментального исследования программирование и подготовка разработчиков на производство. Это очень важно для начала исследования – сфокусироваться на одном направлении, чтобы получить необходимый результат.

А также новизной данного исследования является добавление онлайн среды разработки, где каждый обучающийся может, находясь в любой точке, имея доступ к интернету, решать задачи. Все созданные файлы и коды будут храниться в облаке, чтобы можно было продолжить работать с другого устройства. У клиента не будет привязанности к компьютеру и установленным программам, средам разработки. Аналогичным решением является приложение корпорации Amazon – Cloud9. В ней любой обучающийся может развер-

нуть проект на различных языках программирования, такие как Java, C++, PHP, Python, JavaScript и так далее. Но Cloud9 не является образовательным порталом, и ее предназначение – это автономная среда разработки в любой точке мира. Мы не сможем построить экосистему обучения вокруг него, и не сможем следить за состоянием и успехом обучающегося.

Дополнительным модулем нашей онлайн платформы будет система тестирования по всем курсам для дополнения пробелов знания. Это очень эффективный метод для подготовки к собеседованию на работу, где работодатель может задать “каверзный” вопрос по иным технологиям, на который клиент во время обучения не обращал внимание. В основном туда можно ставить вопросы по особенностям языка программирования и их тонкостям. Если во время обучения мы будем часто обращать внимание на эти особенности, то курс будет слишком долгим и скучным, и ничем не будет отличаться от простых книг. Обучающийся сам должен искать решения на этот вопрос с интернета и напрягать память, чтобы оттачивать свои навыки, и улучшать способности. Это будет некий набор, база вопросов, которые клиент может сдавать в виде теста столько, сколько захочет.

Самое главное, чтобы у материалов каждого курса не было насыщенности. Все должно читаться легко и в одном темпе. После прохождения занятия обучающийся будет иметь возможность решать задачи по данной теме в виде практики, и сразу же делать это в онлайн среде разработки. Нужно обязательно вести подсчет уровня, количество решенных задач. Далее, можно при помощи этих данных определить уровень обучающегося.

Одним из модулей нашего портала будет сообщество программистов. Каждый студент будет иметь возможность задавать вопросы и чтобы другой студент имел возможность ответить на нее. Это что-то вроде аналогии сайта StackOverflow, где можно найти решения на любые ошибки. Данный подход повысит эффективность обучения, увеличит сообщество, а еще с точки зрения маркетинга и SEO

оптимизации увеличит индексацию в поиске данного портала.

Заключение

В данное время в мире роль онлайн образования имеет особое место и становится чуть ли не главным трендом. Конечно, классическое оффлайн образование, университеты и колледжи всегда будут актуальны, и онлайн образование никогда не сможет сместить их. В первую очередь это связано с тем, что в оффлайн образовании вы всегда можете взаимодействовать с преподавателем или тренером, и получить максимальный эффект. В оффлайн образовании еще играет большую роль сама атмосфера учреждения. Например, в том же Гарварде или кампусе Кэмбриджа студент почувствует ту атмосферу и уровень людей, которые там находятся. Ведущие профессора всегда будут востребованы в сфере науки и образования. Но у онлайн образования есть свои достоинства. Это в первую очередь – доступность и неограниченное количество студентов, мобильность, и экономия ресурсов для организаторов. Вам не надо иметь здание и аудитории для студентов. Не надо выезжать и тратить время на поездку на урок. Одним словом, и оффлайн образование и онлайн образование могут, и даже будут дополнять друг друга.

Как показывает исследование различных образовательных онлайн порталов, у каждого из них есть свои достоинства и недостатки, в котором они сильны и уязвимы. Все они являются бизнес проектом с целью повысить доступность образования и демократизации. Но, во многих из них мы не увидели использование облачных решений для хранения среды разработки и для исходных файлов проекта. На данный момент это очень важно, так как обучающему студенту будет комфортнее решать задачи сразу на месте. Разрабатываемый нами портал помимо всех вышеуказанных видеоматериалов, лекций и задач, будет иметь возможность использовать онлайн среду для хранения исходных файлов. Помимо этого приложение будет вести подсчет результатов успеваемости каждого

обучающегося для дальнейшего анализа его развития.

При этом, если локализовать данное при-ложение, то можно применить их в универси-тетах Республики Казахстан. Преподаватель и работодатель будут иметь доступ к дан-ным студента, его успехов, технологии, кото-рые он прошел, тем самым университету бу-дет легко трудоустроить своих выпускников.

Можно комбинировать концепцию онлайн образования в оффлайн образовании, тем са-мым, повысив эффективность обучения и ме-неджмент со стороны университета.

Классическое образование это хорошо, но в связи с изменением поколения студен-тов, молодежи, невозможно вести образова-ние без поддержки некой онлайн среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тагаров Б.Ж. Основные направления развития рынка онлайн-образования в России, *Journal of Creative Economy*. – 2018. – Т. 12. – № 8. – С. 1203.
2. Alexia Tsotsis, Crowdsourced Learning Platform Udemy Raises \$3 Million From Lightbank And Others, October 12, 2011. <https://techcrunch.com/2011/10/12/crowdsourced-academy-udemy-raises-3-million/>
3. Уддин Мд. Актхер. Сравнительный анализ личностных и мотивационных особенностей студентов очного и дистанционного обучения. «Московский городской психолого-педагогический университет». – С. 86. – Москва, 2014.
4. Корнеев А.Н., Котельникова В.Е. Тенденции в области дистанционного обучения: мето-ды и технологии, Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – Том 9. – №6 (2017). – С. 5-6, <https://naukovedenie.ru/PDF/30EVN617.pdf>
5. Портал “Хабр”, Обучение программированию на Java, 26 июня 2013, <https://habr.com/ru/post/148838/>

УДК 678: 67.017
МРНТИ 84.15.03

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

БЕРГАЛИЕВА С.А.¹, БОЛЕГЕНОВА С.А.¹, САЛЕС Д.²

¹Казахский Национальный университет им. аль-Фараби

²Университет Кадиса, Испания

Аннотация: Аддитивное производство – это технология послойного изготовления деталей, которая за последние годы активно развивается в медицине и автомобилестроении. Основными преимуществами этой технологии является как экономия сырьевых и энергетических ресурсов, так и уменьшение выбросов CO₂. Стандарты в области аддитивного производства могут стать дополнительным импульсом для развития данной отрасли. Цель работы: 1) провести анализ нормативной базы в области аддитивного производства на сегодняшний день; 2) рассмотреть на сколько существующие методы испытания полимерных изделий, изготовленные традиционными методами, применимы для определения твердости и механических свойств при напряжении таких же изделий, изготовленных с помощью моделирования методом наплавления.

Ключевые слова: аддитивное производство, стандартизация, стандарт, моделирование методом наплавления, прочность при растяжении, твердость

STANDARDIZATION IN ADDITIVE MANUFACTURING

Abstract: Additive manufacturing is a layer-by-layer manufacturing technology of parts that has been developed in medicine and automotive industry in the recent years. The main advantages of this technology are saving raw materials and energy resources, as well as reducing CO₂ emissions. Standards in Additive manufacturing can be an additional impulse for the development of this industry.

The purpose of the work is 1) to analyze the regulatory framework in the field of Additive manufacturing; 2) to consider if the existing methods for testing polymer products made by traditional methods are applicable for determining the hardness and mechanical properties under strength of the same products made using Fused Deposition Modeling.

Key words: Additive manufacturing, standardization, standard, Fused Deposition Modeling, tensile strength, hardness

АДДИТИВТІ ӨНДІРУ САЛАСЫНДА СТАНДАРТТАНДЫРУ

Аңдатпа: Аддитивті өндіріс – бұл соңғы жылдары медицина мен автомобиль өнеркәсібінде белсенді дамып келе жатқан бөліктерді қабатты өндіру технологиясы. Бұл технологияның негізгі артықшылықтары шикізат пен энергия ресурстарын үнемдеу, сондай-ақ CO₂ шығарындыларын азайту болып табылады. Аддитивті өндіріс саласындағы стандарттар осы саланы дамыту үшін қосымша серпін бола алады. Жұмыстың мақсаттары: 1) бүгінгі күні аддитивті өндіріс саласындағы нормативтік базаға талдау жүргізу; 2) балқыту әдісімен модельдеу арқылы дайындалған бұйымдардың қаттылығы мен механикалық қасиеттерін анықтау үшін, дәстүрлі әдістермен өндірілген полимерлі бұйымдарды сынауда қолданыстағы әдістердің қаншалықты қолданылатындығын қарастыру.

Түйінді сөздер: аддитивті өндіріс, стандарттау, стандарт, тұндыруды модельдеу, созылу күші, қаттылық

Введение

Согласно ISO/ASTM 52900:2015 [1] аддитивное производство (АП) – процесс соединения материалов для изготовления деталей или объектов из данных трехмерной модели, как правило, слой за слоем, в отличие от методов изготовления путем исключения материала и формования. Для названия данного процесса также используется определение 3D-принтинг.

В 2017 году размер рынка АП составил \$7×10⁹ с ежегодной тенденцией роста 15-25% [2]. Глобальное увеличение производства АП может быть объяснено следующими основными его преимуществами:

1) уменьшенное количество сырья, необходимого для производства;

2) снижение потребности в энергоемких и загрязняющих производственных процессах. Предполагаемая экономия первичной энергии по сценарию быстрого внедрения может достигнуть 70-174 ПДж в 2050 году с совокупной экономией 1,2-2,8 ЭДж [3];

3) более эффективный и гибкий дизайн продукта с лучшими функциональными и эксплуатационными характеристиками;

4) сокращение совокупных выбросов парниковых газов от транспортировки оценивается в 92,8-217,4 млн.т [3];

5) децентрализованное производство, приближенное к точке потребления, упрощение логистики, транспортировки, хранения.

Ведущие производители автомобилей в настоящее время изготавливают компоненты двигателей, которые можно использовать в реальных условиях посредством АП; Управление по контролю за продуктами и лекарствами США утвердило легитимность устройств, изготовленных с помощью АП, для использования человеком; Международная космическая станция имеет машину АП для производства деталей и компонентов в космосе [4].

Хотя АП предлагает много важных преимуществ, существует несколько проблем, включая медленные темпы сборки, высокие производственные затраты на масштабирование, требования к постобработке, ограничен-

ные объемы сборки и ассортимент материалов, плохие механические свойства и отсутствие отраслевых стандартов для испытаний и оценки [5].

Процессы АП существенно отличаются от традиционных способов изготовления продуктов, что приводит к тому, что детали имеют разные механические свойства по сравнению с твердыми деталями, и что традиционные процедуры испытаний не всегда адекватны для определения их механического поведения [6].

Для разработки стандартов в области АП в 2009 году был создан Комитет F42 по технологиям АП Американского общества по испытаниям и материалам (ASTM). Затем в 2011 году Международная организация по стандартизации ИСО (ISO) основала технический комитет ISO TC 261. Позже было разработано соглашение о партнерстве ASTM/ISO.

Одним из самых распространенных методов АП является Моделирование методом наплавления (ММН), в котором используется термопластичная полимерная нить, которая при нагревании до полужидкого состояния экструдируется на платформу или поверх ранее напечатанных слоев [7].

В данной работе представлены анализ нормативной базы в области АП и результаты испытаний некоторых механических показателей качества полимерных изделий, полученных посредством ММН.

Анализ нормативной базы в области аддитивного производства

Стандарты технологии АП определяют терминологию, измеряют производительность различных производственных процессов, обеспечивают качество конечных продуктов и определяют процедуры калибровки машин для АП [7]. Несколько основных стандартов, которые были созданы совсем недавно, приведены в таблице 1.

Полужирным шрифтом в таблице 1 выделены стандарты, в которых приведены ре-

комендации по определению механических свойств изделий АП.

ISO/ASTM 52900:2015 дает определения следующим терминам: аддитивное производство, аддитивная система, 3Д принтер и другие.

В ISO 17296-3:2014 излагаются основные требования, предъявляемые к испытаниям деталей, изготовленных в процессе АП.

Данный стандарт выделяет 3 вида деталей, в зависимости от требуемого уровня эксплуатационной безопасности, изготовленных с помощью АП, к которым прописаны обязательные и рекомендуемые группы испытаний. Основными характеристиками для испытания являются:

- требования к поверхности: внешний вид, текстура и цвет поверхности;
- геометрические требования: размер, длина и размерность углов, допуски на размеры и геометрические допуски (отклонения формы и положения);
- механические требования: твердость, прочность на растяжение, сжатие, изгиб, сдвиг, ударопрочность, сопротивление усталости, ползучесть, старение, коэффициент трения и распространение трещин;
- требования к производственным материалам: плотность и физические и физико-химические свойства [14].

Таблица 1 – Действующие нормативные документы в области АП

Код стандарта	Название стандарта	Краткое содержание
ISO 17296-2:2015	Аддитивное производство - Общие принципы - Часть 2: Обзор категорий процессов и сырья	описывает основы процесса АП; дает обзор существующих категорий процессов, которые не являются и не могут быть исчерпывающими; объясняет, как разные категории процессов используют разные типы материалов для формирования геометрии изделия; описывает, какой тип материала используется в различных категориях процесса [8]
ISO 17296-3:2014	Аддитивное производство - Общие принципы - Часть 3: Основные характеристики и соответствующие методы испытаний	описывает основные требования, предъявляемые к испытаниям деталей, изготовленных в процессе АП; определяет основные качественные характеристики деталей и соответствующие процедуры испытаний; приводятся рекомендации по объему и содержанию соглашений об испытаниях и поставках [9]
ISO 17296-4:2014	Аддитивное производство - Общие принципы - Часть 4: Обзор обработки данных	описывается формат файла, подходящий для обмена данными в АП [10]
ISO/ASTM 52900:2015	Аддитивное производство - Общие принципы - Терминология	устанавливает и определяет термины, используемые в технологии АП [11]
ISO/ASTM 52915:2016	Спецификация для формата файла аддитивного производства (AMF)	предоставляет спецификацию для формата файлов АП [12]
ISO/ASTM 52921:2013	Стандартная терминология для аддитивного производства - Системы координат и методики испытаний	включает термины, определения терминов, описания терминов, номенклатуры и аббревиатур, связанных с системами координат и методологиями тестирования для технологий АП, в целях стандартизации терминологии, используемой пользователями АП [13]

В таблице 2 приведен список рекомендуемых стандартов ISO 17296-3:2014 [14] для испытаний пластиковых материалов, которые предполагается определять для всех 3 видов деталей.

Таблица 2 – Рекомендуемые стандарты для определения некоторых механических свойств пластиковых материалов

Код стандарта	Название стандарта	Аналог межгосударственного стандарта	Степень соот-я
Прочность при растяжении			
ISO 527-1:2019	Пластмассы - Определение свойств при растяжении - Часть 1: Общие принципы	ГОСТ 34370-2017 (ISO 527-1:2012) Пластмассы. Определение механических свойств при растяжении. Часть 1. Общие принципы (с Поправкой)	MOD
ISO 527-2:2012	Пластмассы - Определение свойств при растяжении - Часть 2: Условия испытаний для формования и экструзии пластмасс	ГОСТ 11262-2017 (ISO 527-2:2012) Пластмассы. Метод испытания на растяжение	MOD
ISO 527-3:2018	Пластмассы - Определение свойств при растяжении - Часть 3: Условия испытания пленок и листов	-	
ISO 527-4:1997	Пластмассы - Определение свойств при растяжении - Часть 4: Условия испытаний для изотропных и ортотропных пластиковых композитов, армированных волокном	ГОСТ 32656-2017 (ISO 527-4:1997, ISO 527-5:2009) Композиты полимерные. Методы испытаний. Испытания на растяжение (с Поправками)	MOD
ISO 527-5:2009	Пластмассы - Определение свойств при растяжении - Часть 5: Условия испытания однонаправленных пластиковых композитов, армированных волокном	ГОСТ 32656-2017 (ISO 527-4:1997, ISO 527-5:2009) Композиты полимерные. Методы испытаний. Испытания на растяжение (с Поправками)	MOD
Твердость			
ISO 868:2003	Пластмассы и эбонит - Определение твердости при вдавливании с помощью дюрометра (твердость по Шору)	ГОСТ 24621-2015 (ISO 868:2003) Пластмассы и эбонит. Определение твердости при вдавливании с помощью дюрометра (твердость по Шору)	MOD
ISO 2039-2:1987	Пластмассы - Определение твердости - Часть 2: Твердость по Роквеллу	ГОСТ 24622-91 (ИСО 2039/2-87) Пластмассы. Определение твердости. Твердость по Роквеллу	IDT
Дополнительные стандарты			
ISO 291:2008	Пластмассы - Стандартные атмосферы для кондиционирования и испытаний	ГОСТ 12423-2013 (ISO 291:2008) Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб)	MOD
ISO 2602:1980	Статистическая интерпретация результатов испытаний - Оценка среднего значения. Доверительный интервал	ГОСТ 14359-69 Пластмассы. Методы механических испытаний. Общие требования (с Изменением N 1)	NEQ
ISO 16012:2015	Пластмассы - Определение линейных размеров образцов для испытаний	-	
ISO 20753:2018	Пластмассы - Образцы для испытаний	ГОСТ 33693-2015 (ISO 20753:2008) Пластмассы. Образцы для испытания	MOD
ISO 23529:2016	Резина - Общие процедуры приготовления и кондиционирования образцов для физических испытаний	ГОСТ ISO 23529-2013 Резина. Общие методы приготовления и кондиционирования образцов для определения физических свойств	IDT

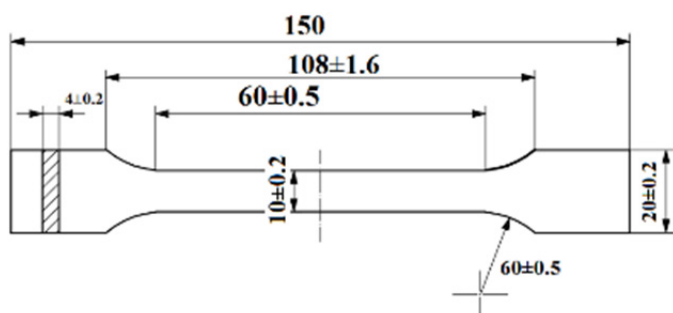


Рис. 1 – Чертеж и печать образцов

Согласно опросу, описанному в [15], в котором 22 центра и компаний, ответили на вопросы относительно различных аспектов АП, почти 50% опрошенных считают, что доступные в настоящее время стандарты не применимы, в то время как примерно 37% заявляют об удовлетворительности в определенной степени. Только 12% заявили, что существующие стандарты достаточны и надежны для АП.

Методы

На принтере Witbox2(BQ) было напечатано 65 из полилактидной нити (PLA) и 33 из полиэтиленгликольтерефталата (PETG) стандартных образцов (тип A2) (рисунок 1) в соответствии со стандартом ISO 20753 [16] с заполнением 100% и высотой слоя 0,2 мм. Ширина нити составляет 1,75 мм. Программное обеспечение Ultimaker Cura 4.1.0. (Ultimaker B.V.) использовалось для нарезки файлов в .STL формат в машиночитаемый g-код.

После печати образцы кондиционировались не менее 88 часов при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ и влажности $(50 \pm 10)\%$ для измерения размеров каждого образца в соответствии с ISO 16012 [17] (три раза для каждого измерения с использованием микрометра). Затем образцы были испытаны на твердость по Шору в соответствии со стандартом ISO 868 [18] и на прочность при растяжении в соответствии с серией стандартов ISO 527.

Испытания на прочность при растяжении проводились на универсальной испытательной машине серии Shimadzu AG-X с постоян-

ной скоростью 2 мм/мин в стандартной атмосфере. Использовался экстензометр с номинальной длиной 50 мм.

Для испытания на твердость было отобрано по одному образцу из PLA с ориентацией рисунка 0/90 (PLA0/90) и 45/45 (PLA45/45). 1 образец из PETG с ориентацией рисунка 0 был также испытан на твердость по Шору. Измерения твердости были выполнены 5 раз в разных положениях на испытательном образце с помощью твердометра Hildebrand OS-2 типа D по Шору.

Результаты и обсуждения

Испытание на растяжение основано на растяжении образца вдоль его основной продольной оси до разрушения. Во время этой процедуры измеряется нагрузка, выдерживаемая образцами, и удлинение. В соответствии с ИСО 527-1 [19] системами измерения относительного удлинения могут являться экстензометры и/или тензодатчики. В данном испытании использовался экстензометр, который должен был обеспечивать измерение изменения расчетной длины образца в любой момент испытания [19]. Однако в ходе испытания образцы разрушались как в пределах экстензометра, так и за его пределами (рисунок 2). Этот факт сделал невозможным использование данных экстензометра для расчета предела прочности.

В таблице 3 приведено процентное соотношение случаев разрушения в экстензометре и за его пределами. Общее количество испытанных образцов PLA – 65 штук, PETG образцов - 33.

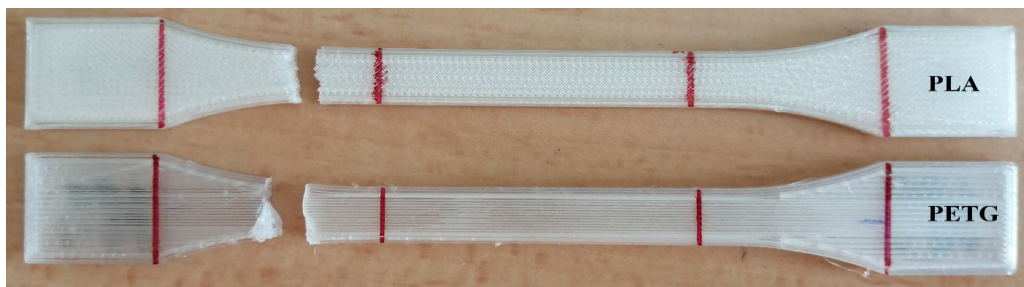


Рис. 2 – Образцы PLA и PETG после испытания на растяжение

Таблица 3 – Характер разрушения PLA и PETG образцов

PLA		PETG	
внутри экстензометра	за пределами экстензометра	внутри экстензометра	за пределами экстензометра
35%	65%	65%	35%

Анализ данных показывает, что образцы из PLA и PETG имеют разную статистику разрушения. Также определение удлинений (относительных удлинений) экстензометрами для PETG образцов становится бессмысленным из-за образования "шейки" после предела текучести. Следовательно, данный способ измерения относительного удлинения не всегда может быть применим для образцов, изготовленных ММН. В работе [20] отмечено, что это происходит из-за концентрации напряжений в радиусных углах, потому что слои ММН заканчиваются на таких переходах при печати для аппроксимации больших радиусов.

Также следует учитывать тот факт, что испытания, проведенные на образцах разных размеров или на образцах, изготовленных при разных условиях, могут давать несопоставимые результаты. Скорость испытания и условия кондиционирования образцов также могут повлиять на результаты. [19] Таким образом, условия должны быть прописаны в нормативных документах на вышеперечисленные материалы, которые испытывают. Однако, отсутствие международных стандартов на материалы, применяемые в ММН, приводит к тому, что каждый испытатель использует разные условия испытания, что нарушает принцип воспроизводимости и сопоставимости результатов.

Во время испытания твердости по Шору индентор вдавливаются в испытываемый материал и измеряется глубина проникновения. Твердость вдавливания обратно пропорциональна проникновению и зависит от модуля упругости и вязкоупругих свойств материала. [18] Согласно примечанию к п.5.2 ISO 868:2003 число образцов и их толщину указывают в нормативном документе или технической документации на материал. Следовательно, из-за отсутствия нормативных документов на материалы ММН, принятых на международном уровне, экспериментатор выбирает эти параметры на основе личного опыта.

Так как в стандарте отсутствует информация о том, на какой поверхности проводить измерения после начального проникновения и через 15 ± 1 с, измерения проводились с двух сторон и результаты показаны в таблице 4.

По результатам измерения твердости по Шору, можно сделать вывод, что твердость по стороны экструзии для PLA и PETG образцов является ниже. Таким образом, указание в нормативном документе с какой стороны испытывать образцы, изготовленные с помощью ММН, является необходимостью для обеспечения сопоставимых и воспроизводимых результатов измерения.

Таблица 4 – Результаты испытания твердости по Шору

	PLA0/90				PLA45/45				PETG			
	Сторона печатного стола		Сторона экскрузии		Сторона печатного стола		Сторона экскрузии		Сторона печатного стола		Сторона экскрузии	
Время	1''	15''	1''	15''	1''	15''	1''	15''	1''	15''	1''	15''
Твердость по Шору	83	78,3	75	68,4	84.8	75.3	79.5	71.7	79.7	73.3	75.7	69.3

Вывод

Несмотря на стремительный рост АП за последние 20 лет, одним из факторов, тормозящих более быстрое его развитие и повсеместное использование является недостаток нормативной базы, которая бы гарантировала участникам бизнес сообщества и производителям безопасность и надежность процессов, материалов и технологий АП [21].

Рынок функциональных деталей, изготовленных в АМ, достиг впечатляющих 29%, а инструментальных компонентов – 5.6%, с функциональными частями, которые присутствуют от аэрокосмической отрасли до стоматологии и медицины. Поскольку эти продукты часто выполняют критически важную функцию, существует растущая потребность в стандартах для удовлетворения требований во всех этих областях [21].

В настоящее время не существует стандартных и общепринятых методов определения прочности деталей ММН. Этот факт позволяет исследователям пользоваться определенной свободой в выборе геометрии исследуемого образца и способа приложения к нему нагрузки [22].

Однако, результаты испытаний показали, что использование стандартов на методы испытания, применяемые для традиционных методов изготовления деталей, не во всех аспектах удовлетворяют качеству результатов измерений. Таким образом требуются стандартизированные методы испытаний в АП, позволяющие связать свойства материала, параметры изготовления и конструкцию детали. А также сделать АП контролируемым и конкурентноспособным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Т.К. 261 Аддитивное производство. ИСО/АСТМ 52900:2015 [АСТМ Ф2792] Аддитивное производство – Общие принципы – Терминология. – 1-я версия. - ИСО, 2015. – 19 с.
2. Ассоциация Вохлерс. 3Д Принтинг и Аддитивное производство. Состояние промышленности // Вохлерс Репорт, 2019.
3. Пенг Т., Келленс К., Танг Р., Чен Ц., Чен Г. Устойчивость аддитивного производства: обзор его потребности в энергии и воздействия на окружающую среду // Аддитивное производство. – 2018. – Т. 21. – № Апрель. – С. 694-704.
4. Тофайл С.А.М., Коумоулос Е.П., Бандёпадхья А., Босе С., О’Доногхуе Л., Чаритидис Ц. Аддитивное производство: научные и технологические проблемы, освоение рынка и возможности // Материалы сегодня. – 2018. – Т. 21. – № 1. – С. 22-37.
5. Зандер Н.Е., Гиллан М., Ламбетх Р.Х. Повторно используемый полиэтилентерефталат в качестве нового исходного материала ММН // Аддитивное производство. – 2018. – Т. 21. – № Март. – С. 174-182.
6. Родригуез-Панес А., Цлавер Й., Цамачо А.М., Себастиан М.А. Нормативный анализ и геометрическая оценка образцов для механического определения характеристик дета-

- лей, полученных аддитивным производством с использованием ММН // Материалы XXII Национального конгресса машиностроителей. – 2018. – № Сентябрь. – С 1-11.
7. Гардан Й. Технологии аддитивного производства: состояние и тенденции // Справочник по аддитивному производству: разработка продукции для оборонной промышленности. – 2017. – Т. 7543.- № Ноябрь. – С. 149-168.
 8. Т.К. 261 Аддитивное производство. ИСО 17296-2:2015 Аддитивное производство – Общие принципы – Часть 2: Обзор категорий процессов и сырья. – 1-я версия. - ИСО, 2015. – 8 с.
 9. Т.К. 261 Аддитивное производство. ИСО 17296-3:2014 Аддитивное производство – Общие принципы – Часть 3: Основные характеристики и соответствующие методы испытаний. – 1-я версия. - ИСО, 2014. – 14 с.
 10. Т.К. 261 Аддитивное производство. ИСО 17296-4:2014 Аддитивное производство – Общие принципы – Часть 4: Обзор обработки данных. – 1-я версия. - ИСО, 2014. – 7 с.
 11. <https://www.iso.org/standard/69669.html>.
 12. Т.К. 261 Аддитивное производство. ИСО/АСТМ 52915:2016 Спецификация для формата файлов аддитивного производства. – 2-я версия. - ИСО, 2016. – 26с.
 13. <https://www.iso.org/standard/62794.html>.
 14. <https://www.iso.org/search.html?q=17296-3:2014>
 15. Монзон М.Д., Ортега З., Мартінез А., и Ортега Ф. Стандартизация в аддитивном производстве: деятельность международных организаций и проектов // Международный журнал передовых технологий производства. – 2014. – Т. 76. – № 5-8. – С. 1111-1121.
 16. Т.К. ИСО/ТЦ 61/СЦ 2 Механическое поведение. ИСО 20753:2008 Пластмассы – Образцы для испытаний. – 1-я версия. - ИСО, 2008. – 15 с.
 17. Т.К. ИСО/ТЦ 61/СЦ 2 Механическое поведение. ИСО 16012:2015 Пластмассы - Определение линейных размеров образцов для испытаний. – 2-я версия. - ИСО, 2015. – 9 с.
 18. Т.К. ИСО/ТЦ 61/СЦ 2 Механическое поведение. ИСО 868:2003 Пластмассы и эбонит - Определение твердости при вдавливании с помощью дюрометра (твердость по Шору). – 3-я версия. - ИСО, 2003. – 5 с.
 19. Т.К. ИСО/ТЦ 61/СЦ 2 Механическое поведение. ИСО 527-1:2019 Пластмассы - Определение свойств при растяжении - Часть 1: Общие принципы. – ИСО, 2019. – 26 с.
 20. Ахн С.Х., Монтеро М., Оделл Д., Роунды С., и Щригхт П. К. Анизотропные свойства материала плавленого осаждения с моделированием АБС // Журнал быстрого прототипирования. – 2002. – Т. 8. – № 4. – С. 248-257.
 21. <https://www.iso.org/news/2015/05/Ref1956.html>
 22. Кузнецов В.Е., Солонин А.Н., Тавитов А., Уржумцев О., и Вакулик А. Повышение прочности МНН трехмерных печатных деталей за счет влияния на температурные параметры процесса // Журнал быстрого прототипирования. – 2020. – Т. 26. – № 1. – С. 107–121.

УДК 004.588
МРНТИ 20.00.00

МАШИНАМЕН ОҚЫТУ

ЖУНУСОВА А.

ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

Аңдатпа: Машинамен оқыту күн сайын оның кеңінен қолданылуының арқасында қазіргі технологиялық әлемде маңызды орын алады. Жол қозғалысын талдаудан бастап, көптеген тапсырмалар өз бетімен жүретін машиналардан, өздігінен үйренетін автомобильдерге ауысуда. Қазір машинамен оқыту екінші және үшінші деңгейлердің түйіскен жерінде, әлемде осы технологиямен өзгеру қарқыны күн сайын артып келеді.

Түйінді сөздер: машинамен оқыту, нейрондық желілер, терең оқыту, машиналық аударма, соңғы өңдеу

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Аннотация: Машинное обучение растет с каждым днем благодаря широкому спектру приложений. От анализа трафика до автомобилей с автоматическим управлением многие задачи переходят на автомобили с самообучением. Теперь на пересечении второго и третьего уровней машинного обучения, темп изменений в мире с помощью этой технологии растет с каждым днем.

Ключевые слова: машинное обучение, нейронные сети, углубленное обучение, машинный перевод, постредактирование

MACHINE LEARNING

Abstract: Machine learning is growing every day thanks to a wide range of applications. From traffic analysis to self-driving cars, many tasks are shifting to self-learning cars. Now, at the intersection of the second and third levels of machine learning, the pace of change in the world with the help of this technology is growing every day.

Key words: machine learning, neural networks, advanced learning, machine translation, post-editing

Қазіргі уақытта жасанды интеллект, машинамен оқыту және терең білім беру – бұл қазіргі заманғы технологиялардың, сонымен қатар болашақтағы технологиялардың негізі. Олардың әрқайсысының негізгі идеясы – адамдар жасай алатын тапсырманы орындау немесе адамның миы сияқты жұмыс істеу.

Жасанды интеллект, машинамен оқыту және терең білім бірдей ме? Жұмыста осы мәселелер толығымен қарастырылып, зерттелді.

Олардың барлығы бірдей болуы мүмкін, бірақ іс жүзінде, мүлдем бірдей емес. Жасанды интеллект – машинамен оқыту мен терең білім алудың тамыры. Жасанды интеллект машинамен оқытуға және терең оқуға бөлінеді.

Машинамен оқыту кезінде біз машинаны белгілі бір мәліметтер типінен және оның нәтижесінен жағдайдың белгілі бір түрін үйренуге мәжбүр етеміз, ал оның оқу тәжіри-

бесінен жағдайдың ұқсас типі үшін белгісіз мәліметтерді болжай аламыз.

Машинамен оқыту мен терең оқытудың айырмашылығы - олардың жұмыс істеу тәсілі. Машинамен оқыту кезінде модель кеңістіктегі деректерді даналарға немесе мәліметтер нүктелеріне бөледі. Оларды ағаштың көмегімен немесе екі немесе одан да көп даналарды жіктеуге болатын шешім жазықтығын құру немесе бастапқы нәтижемен салыстыру нәтижесін болжау арқылы шешуге тырысады. Жоғалтуды есептеу арқылы, содан кейін әрбір итерация соңында болжанғаннан кейін, шығынды барынша азайту үшін қайтадан итерация қолданылады. Терең білім алу тұжырымдаманы деректер қабатына бөлу болып табылады. Қабат неғұрлым терең болса, оны болжау дәлірек болады, бірақ тереңдігі тым терең болмауы керек, әйтпесе нашар нәтиже береді.

Машинамен оқыту қалай басталды? Машинамен оқыту (Engl. Machine learning, ML) – бұл жасанды интеллект әдістерінің классы. Оның сипаттамасы мәселені тікелей шешу емес, көптеген ұқсас мәселелерге шешім қолдану процесінде жаттығу болып саналады. Мұндай әдістерді құру үшін математикалық статистика, сандық әдістер, оңтайландыру әдістері, ықтималдық теориясы, графтар теориясы, сандық түрде мәліметтермен жұмыс істеудің әртүрлі әдістері қолданылады. Машинамен оқыту күнделікті біздің өмірімізде көптеген қолданыстарға ие болуда. Оның қолданылуының кеңдігіне байланысты IT технологияда маңызды орын алады. Қазіргі кезде машинамен оқыту әдістеріне негізделген кейбір қосымшалар тиімді жұмыс істейді.

Машинамен оқыту жасанды интеллекттің бір саласы болып есептеледі. Оның негізгі идеясы – компьютер алдын ала жазылған алгоритмді қолданумен ғана шектеліп қоймай, мәселені өздігімен шешуді үйрену. Кез келген жұмыс машинамен оқыту технологиясын шартты түрде қолжетімділікке байланысты үш деңгейдің біреуіне тағайындалуы мүмкін. Бірінші деңгей – бұл Google немесе IBM деңгейіндегі әртүрлі технологиялық алыптар

үшін қолжетімді болған кезде. Екінші деңгей – белгілі бір білімі бар студент оны қолдана алатын кезде. Үшінші деңгей – бұл тіпті ата-әжелер оны басқара алатын кез. Қазір машинамен оқыту екінші және үшінші деңгейлердің түйіскен жерінде, осы технологияның көмегімен әлемнің өзгеру қарқыны күн сайын артып келеді.

Машинамен оқыту корпустарды үйренуден басталды. Интуитивті түрде «үйрену» дегеніміз – белгілі бір модель қандай да бір жолмен «үйреніп», содан кейін нәтиже бере бастайды, яғни бір нәрсені болжай алады. Томас Митчеллдің «Машинамен оқыту» [1] кітабында келтірілген «үйренуге» деген жалпы анықтама беруге болады: «Компьютерлік бағдарлама D проблемалары мен объективті функцияларының белгілі бір класына қатысты тәжірибе жинақталған сайын үйренеді, егер оларды шешудің сапасы болса, тапсырмалар (P-ге қатысты) жаңа тәжірибемен жақсарады. Бұл анықтама өте жалпылама және дерексіз болып көрінсе де, іс жүзінде кейбір маңызды тұстарды нақтылауға мүмкіндік береді. Мысалы, ондағы орталық орынды деректер (объективті функция) алады. Кез келген практикалық мәселені шеше бастағанда, объективті функцияны анықтау және нәтижелерді бағалайтындығының мәні зор. Объективті функцияны таңдау барлық келесі жұмысты толық анықтайды, тіпті ұқсас міндеттерде де әртүрлі объективті функциялар мүлдем басқа модельдерге әкелуі мүмкін. Мысалы, «компьютерді оқуды үйрету» жақсы болар еді, бірақ алдымен оның нені білдіретінін анықтау керек. «Оқу» мәтіні бойынша сұрақтарға дұрыс жауап бере алу үшін, сөйлемді талдауда, осы мәтінге қатысты ең қажетті Wikipedia-ны көрсету қолданылады. Сан түрлі жауаптар әрқелкі модельдерге және зерттеу бағыттарына әкеледі. Бірақ Митчеллдің анықтамасы бізге жеткіліксіз болады. Машиналарды оқытудың қандай қиындықтары бар, ол неден тұрады? Осы сұрақ машинамен оқытудың классификациясымен толық байланысты. Енді машинамен оқыту тапсырмаларының негізгі классификациясына тоқталсақ: машинамен оқытудың негізгі

екі сыныбы мұғаліммен бірге оқу (бақыланатын оқыту) және мұғалімсіз оқу (бақыланбайтын оқыту) болады. «Бақыланатын» түсінігінде адамның мәліметтерді өңдеуге араласуы деп ұғынады. Адам машинамен оқытуға араласқан кезде бізде белгілі бір болжамалы ақпараттар бар. Ал адамсыз оқу кезінде бізде тек анықталатын мәліметтер болады.

Бақыланатын оқыту [2]

Мысалы, бізде Алматы қаласындағы 10 000 пәтерлер туралы мәліметтер бар. Сондай-ақ әр пәтердің ауданы, бөлмелер саны, орналасқан қабаты, автотұрақтың болуы, метро станциясына дейінгі қашықтық, сонымен қатар әр пәтердің құны және басқалары белгілі. Біздің міндетіміз – осы белгілер негізінде, пәтердің құнын болжай алатын модель құру. Бұл бақыланатын оқытудың классикалық мысалы. Мұндай тапсырма регрессиялық есеп деп аталады. Басқа мысалдар: әрқилы медициналық көрсеткіштерге негізделген ақпараттар бойынша науқаста қатерлі ісіктің баржоғын болжау немесе электрондық поштаның мәтініне сүйене отырып, осы спамның ықтималдығын болжау және т.б.

Бақыланбайтын оқыту. Оқытудың бұл түрі өте қызықты болып келеді, себебі біз нақты дұрыс жауабын білмейміз. Атап айтсақ, белгілі бір адамдардың бойы мен салмағы туралы деректер берілсін. Деректерді 3 санатқа (немесе топ) топтастыру керек. Осыған орай адамдардың әр санаты үшін қолайлы өлшемдегі көйлек жасау керек. Бұл тапсырма кластерлік тапсырмасы деп аталады.

Мұғаліммен жаттығу кезінде жаттығу мысалдарының жиынтығы енгізіледі, оны әдетте жаттығулар немесе жаттығулар туралы мәліметтер жиынтығы (жаттығу жиынтығы немесе жаттығу үлгісі) деп атайды, ал міндет – жаңа тәжірибеге бұрыннан белгілі жауаптарды, не болмаса, тест түрінде көрсетілетін жалғастыру, мәліметтер жиынтығы (тест жиынтығы, сынама үлгісі). Мұндағы басты болжам – оқыту үшін қолжетімді мәліметтер дайындалған модельдің мәліметіне ұқсас келеді, әйтпесе жалпылау мүмкін болмайды. Мәтінді «оқу» үшін мұғалім-

мен сабақ жүргізудің мысалы: адамдар нақты сөйлемдер құрған ағаштар жиынтығынан талдаушы ағаштарын (сөздердің қай сөйлемдерге байланысты) құрайтын модельді үйрету. Мұндағы болжам бойынша, талдаушы ағаштар бірдей заңдарға сәйкес жасалады, ал талданатын ағаштардың белгілі бір жиынтығында дайындалған үлгіні оқу жиынына кірмеген жаңа сөйлемдерге қолдануға болады. Егер бұл болжам бұзылса, модель жұмыс істемейді. Мысалы, егер лингвистер сөйлемдерді ағылшын тілінде жазып, содан кейін үйренген модельді неміс тілінде қолдана, онда әріптер бірдей, бірақ синтаксис мүлде өзгеше, модельден мағыналы сөйлемдерді күту мүмкін емес. Мұғаліммен жүргізілетін оқу міндеттері кейде жіктеу және регрессиялық тапсырмалар болып бөлінеді. Дәлдік машинамен оқыту моделінде басым рөл атқарады және ол модельдің жұмысына тікелей пропорционал, ал терең оқытуда ол маңызды рөл атқарады, бірақ ол модельдің жұмысына тікелей пропорционалды емес. Машинамен оқыту жануарларды ажыратуда қолданылады. Егер жіктеуді тереңдетіп оқыту моделі оқытылса және оның моделінің дәлдігі 1 болса, аталған модель бетінде тырнақтары бар итке қарсы сынақтан өткізілсе, онда ол оны ит ретінде танымайды, өйткені дайындалған мәліметтерге қатысты шамалы өзгеріс дұрыс емес нәтиже беруі мүмкін. 80% немесе 90% дәлдік терең модельдеу кезінде 100% дәлдігі бар модельге қарағанда, жақсы үлгіге айналуы мүмкін. Модель өте сезімтал болады. Жіктеу мәселесінде, мысалы, жануарлардың суреттерін қай жануар екенін анықтау үшін, алдымен жануарларды барлық жануарларға: мысықтарға, иттерге, жылқыларға бөліп, қасиеттерін анықтау керек. Дәл сондай адамдардың желідегі суреттерін анықтау үшін де адамдар анықтай алатындай желінің бағдарламасын оқыту қажет. Егер сіз мысалды тілмен жалғастыратын болсаңыз, онда типтік жіктеу тапсырмасы сөйлеу бөліктеріндегі сөздерді белгілеу болып табылады. Ал регрессия мәселесінде белгілі бір функцияның мәнін болжау керек, ол негізінде шексіз көптеген әртүрлі мәндерге ие болады. Мысалы,

адамның бойына байланысты оның салмағын болжау, ертеңгі ауа-райын болжау, акцияның бағасын болжау немесе суретте адамның беті орналасқан тіктөртбұрышты бөліп көрсету – бұл тіктөртбұрыштар жоғарыда аталған классификаторға берілуі үшін қажет. Регрессия мен классификацияға бөлу, әрине, өте еркін, «аралық» мысалдарды оңай табуға болады (сөйлемді бірдей талдау – «ағаш салу» міндетіне жатады). Дегенмен, қандай мәселені шешіп жатқанымыз анық және бұл бөлінудің мағыналы мәні бар: объективті функциялар дұрыс анықтау, нәтижесінде оқу процесін тура бағытқа өзгертеді. Бұл қарапайым жіктеуге сәйкес келмейтін тапсырмалардың әрқелкі түрлері бар. Мысалы, іздеу және ұсыну жүйелерінде рейтингті үйрену міндеті жиі кездеседі. Ол былай қойылады: қолда бар мәліметтерге сәйкес (іздеу жүйесінде бұл құжаттардың мәтіндері және бұрынғы пайдаланушылардың әрекеттері болады), қолжетімді нысандарды объективті функцияның төмендеу реті бойынша реттелуі қажет. Мұндағы реттеу (іздеу жүйесі мен оның өзектілігін көрсетеді: құжат оны жауап ретінде көрсету үшін қаншалықты орынды болатынын көрсетеді) сұралады. Ендігі міндет регрессия мәселесіне біршама ұқсас – үнемі объективті функцияны, оның өзектілігін болжауымыз керек. Бірақ функцияның мәндері деректерге мүлде кірмейді және олар өте маңызды емес. Бұл функцияның сан түрлі нысандарда салыстырудың нәтижелері ғана маңызды (іздеу нәтижелері бойынша қандай нәтижелер шығатыны мәнді). Бұл бірқатар қызықты және нақты оқыту әдістеріне әкеледі. Егер белгілі бір тапсырмаға сәйкес белгіленген мәліметтер жиынтығы болмаса, бірақ сізде «белгілі бір мағынаны табу» керек мәліметтер болса, онда мұғалімсіз оқу қиындықты болады. Мұғалімсіз оқу проблемасының типтік мысалы – кластерлеу: бір кластерге берілген ұпайлар бір-біріне мүмкіндігінше жақын, тиісінше жақын болу үшін, белгілі бір ұқсастықпен бұрын белгісіз сыныптарға мәліметтерді бөлу керек және әртүрлі кластерлердің нүктелері мүмкіндігінше, бір-бірінен алыстап кетпей, керісінше ұқсас болуын

қамтамасыз ету қажет. Мысалы, кластерлік тапсырманы шеше отырып, сіз гендік отбасыларды нуклеотидтер тізбегінен немесе веб-сайтыңыздың кластерлік пайдаланушыларынан бөліп, әр кластер үшін жекелендіре аласыз немесе ісіктің қай жерде екенін түсіну үшін медициналық суретті сегментациялай аласыз. Мұғалімнің көмегінсіз оқудың тағы бір жиі кездесетін міндеті – кірістірілген мәліметтер үлкен өлшемге ие болған кезде деректер өлшемдерінің азаюы (мысалы, егер сіз мәтінге ондаған, мыңдаған өлшемдер сөзбен жазылған болсаңыз, ал фотосуреттер миллиондаған өлшемнен тұрған болса), онда тапсырма бастапқы деректерді толығымен көрсететін кішірек өлшемдегі деректердің тұсаукесерін құру болып табылады.

Машинамен оқудағы шектеулер [3]:

Дәстүрлі түрде машинамен оқуда бірнеше жалпы және маңызды шектеулер бар. Асып кету – бұл машинаны оқыту алгоритміне, әсер етуі мүмкін статистикалық мәселе. Машиналарды оқыту алгоритмінде деректерді талдау мен болжау кезінде белгілі бір «қателіктер» бар. Алгоритм сәйкес айнымалылар арасындағы байланысты көрсетеді деп болжанады, бірақ шамадан тыс бөлшектеу кезінде ол қателіктерді түсіре бастайды, бұл «шулы» немесе дұрыс емес модельге әкеледі. Машинамен жұмыс жасау модельдері, сонымен бірге олар оқыған мәліметтердің түсінбестіктеріне бейім болуы мүмкін, проблема алгоритмді тексеру үшін зерттеушілер деректердің бір бөлігін сақтаудың орнына, барлық қолжетімді мәліметтер базасында алгоритмдерді оқытқанда айқын көрінеді.

Машинамен оқыту дәстүрлі түрде алдын ала білуге және болжауға болатын шағын деректер жиынтығын пайдаланады. Деректердің аз мөлшерімен зерттеушілер машинаны оқу бағдарламасын деректерді түсінуге және үйренуге көмектесетін нақты мүмкіндіктерді анықтай алады. Алайда бағдарлама бұрыннан бар алгоритмдер негізінде жіктей алмайтын ақпаратқа енсе, зерттеушілерге, әдетте проблемалық деректерді қолмен талдап, жаңа мүмкіндік жасау керек болады. Міне, осыған

байланысты, машинаны классикалық түрде үйрену, көбінесе үлкен көлемдегі мәліметтермен дұрыс өлшенбейді, бірақ ол кішігірім деректер жиынтығындағы қателіктерді азайтуға мүмкіндік береді.

Машинамен оқыту компьютердің жұмысына өзгермелі талаптар қояды. Орташа дербес компьютерде жұмыс істеуге болатын көптеген модельдер бар. Статистикалық және математикалық әдістер неғұрлым жетілдірілген болса, компьютерге деректерді тез өңдеудің қиынға соғатыны мәлім.

Машинамен оқытудың класстарына тоқталсақ: регрессиялық мәселелер. Әрқилы белгілерге сүйене отырып, материалдық реакцияны болжау. Басқаша айтқанда, жауап 1, 5, 23.575 немесе кез келген нақты сан болуы мүмкін [4].

Жіктеу мәселесі. Әркелкі белгілер негізінде категориялық жауапты болжау. Мысалдар: мәтінді қолжазбамен тану, фотосуреттегі адамның немесе мысықтың бар-жоғын анықтау.

Класстерлік мәселелер: мәліметтерді ұқсас категорияларға бөлу. Мысалдар: ұялы байланыс операторы клиенттерінің төлем қабілеттілігі бойынша бөлу, ғарыш объектілерінің ұқсас заттарға бөлу және т.б. (галактикалар, планеталар, жұлдыздар және басқалар).

Өлшемді азайту мәселесі: біздің мәліметтерімізді N белгілерімен емес, кішірек санмен

сипаттауға үйрену, (мейлінше кейінгі визуализация үшін 2-3). Визуализация қажеттілігінен басқа деректерді сығуды, мысал ретінде келтіруге болады.

Аномалияларды анықтауға байланысты мәселелер: белгілер негізінде аномалияларды «аномалиялардан» айыра білуді үйрену. Бұл міндеттің жіктеу мәселесінен еш айырмашылығы жоқ сияқты. Бірақ аномалияны анықтаудың ерекшелігі – бізде модельді үйрету үшін аномалиялардың мысалдары өте аз немесе мүлдем жоқ. Сондықтан біз классификация мәселесін шеше алмаймыз [5].

Қорытынды

Осылайша біздің зерттеуіміздің нәтижесінде мынадай тұжырымдар жасалады:

1) қазіргі заманғы машинамен оқыту жүйелері, ақпараттың үлкен көлемін аудару кезінде таптырмас көмекшілерге айналды, өйткені олар уақыт пен күш-жігердің шығындарын үнемдеуге мүмкіндік береді;

2) аударма сапасын арттыру мақсатында, жүйе үнемі жаңартылып, тексеріліп отырады, бұл аудармашылар жұмысын едәуір жеңілдетеді және жеделдетеді. Заманауи машиналық аударма технологияларының жұмысы талданады. Онлайн аудармашылардың жұмысы бұрын қазақ тіліне және керісінше аударылатын. Машинамен оқыту әдістері көмегімен машиналық аударманың сапасын жақсартуға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Abdi tf, Williams L.J. Principal Component Analysis//Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics, 2010, vol. 2, no. 4. – P. 433-459.
2. Ackley D. H., Hinton G. E., Sejnowski T. J. A Learning Algorithm for Boltzmann Machines // Connectionist Models and Their Implications: Readings from Cognitive Science / Norwood, NJ, USA: Ablex Publishing Corp., 1988. - P. 285-307.
3. Addressing the Rare Word Problem in Neural Machine Translation/T. Luong et al. //Proc. 53rd ACL and the 7th IJCNLP, Vol. 1: Long Papers, Beijing, China: ACL, 2015. – P. 11-19.
4. Adversarial Autoencoders / A. Makhzani et al. // arXiv, 2015. <http://arxiv.org/abs/1511.05644>. 5. Aggarwal C. C., Reddy C. K. Data Clustering: Algorithms and Applications, Chapman and Hall/CRC, 2013. 6. Antipov G.y Baccouche M., DugelayJ. Face Aging With Conditional Generative Adversarial Networks //arXiv, 2017. <http://arxiv.org/abs/1702.01983>.

УДК 004.89
МРНТИ 28.23.37

HOW CHANGES IN THE DATASET AFFECTS THE ACCURACY OF THE BODY CLASSIFIER

ILCHUBAYEVA D.

Kazakh-British Technical University

Abstract: Convolutional neural networks have revolutionized computer vision and pattern recognition. They are used to recognize speech, generate various images, process audio signals, process time series, and analyze the meaning of texts. An increasingly complex and deep architecture of neural networks is being developed, along with the undoubted advantages of the common problems of this approach, there are some disadvantages. One of them is the hidden internal principle of the neural network. A properly trained network does not provide researchers with information about identified data dependencies and the structure of the problem. A trained neural network is a set of weight matrices. From this point of view, neural networks are only a tool for solving a specific machine learning problem, but they do not provide experts with analytical information to study the problem. As has long been known, the principle of neural network operation was taken from the principle of neurons in our brain. Inside the brain, we learned to look through ultrasound, PET, MRI and fMRI. And for convolutional neural networks, such indicators as accuracy, precision and heat maps will be used for visualization. The purpose of the work is to find out the effect of a training dataset on the accuracy of a neural network. And how much data will significantly change the stability of the neural network. First of all, they were selected by hyperparameters: learning speed, batch size and number of eras, as well as image size. Then a series of trainings were carried out using the original data, and only then were the images that had been pre-processed added. As the results of the work showed, the dataset, which contains about 15% of the pre-processed data, has a positive effect on the accuracy of the model. When using more data, there was no significant increase in accuracy.

Key words: Convolutional neural network, deep learning, classification, dataset, accuracy

КАК ИЗМЕНЕНИЯ В БАЗЕ ДАННЫХ ВЛИЯЮТ НА ТОЧНОСТЬ КЛАССИФИКАТОРА

Аннотация: Сверточные нейронные сети произвели революцию в компьютерном зрении и распознавании образов. Их используют для распознавания речи, генерирования различных образов, обработки аудиосигналов, обработки временных рядов, для анализа смысла текстов. Разрабатывается все более сложная и глубокая архитектура нейронных сетей, наряду с несомненными преимуществами общих проблем этого подхода существуют некие недостатки. Одним из них выступает скрытый внутренний принцип нейронной сети. Правильно обученная сеть не предоставляет исследователям информацию о выявленных зависимостях данных и структуре проблемы. Обученная нейронная сеть представляет собой набор весовых матриц. С этой точки зрения нейронные сети являются лишь инструментом для решения конкретной проблемы машинного обучения, но они не предоставляют экспертам аналитическую информацию для изучения проблемы. Как давно известно, принцип работы нейронной сети был взят из принципа работы нейронов в нашем мозгу. Внутрь мозга мы научились заглядывать посредством УЗИ, ПЭТ, МРТ и фМРТ. А для сверточных нейронных сетей будут использоваться такие показатели как точность и для визуализации тепловые карты. Цель работы – выяснить влияние тренировочного датасета на точность нейронной сети, и какое количество данных в значительной сте-

пени изменит устойчивость нейронной сети. В первую очередь были подобраны гиперпараметрами: скорость обучения, размер партии и количество эпох, а также размер изображений. Затем были проведены ряд тренировок с использованием оригинальных данных и лишь потом добавляли изображения, которые прошли предобработку. Как показали результаты работы датасет, в котором содержится примерно 15% предобработанных данных, положительно сказывается на точности модели. При использовании большего количества данных не было выявлено значительного увеличения точности

Ключевые слова: сверточная нейронная сеть, глубокое обучение, классификация, данные, точность

МӘЛІМЕТТЕРДЕГІ ӨЗГЕРІСТЕР КЛАССИФИКАТОРДЫҢ ДӘЛДІГІНЕ ӘСЕР ЕТУІ

Аңдатпа: Төңкерілген нейрондық желілер компьютерлік көру және үлгіні тану төңкерісін жасады. Олар сөйлеуді тануға, әртүрлі бейнелер жасауға, дыбыстық сигналдарды өңдеуге, уақыт қатарларын өңдеуге және мәтіндердің мағынасын талдауға қолданылады. Нейрондық желілердің барған сайын күрделі және терең архитектурасы дамытылуда, сол сияқты бұл тәсілдің жалпы проблемаларының артықшылықтары мен кемшіліктері де кездеседі. Олардың бірі – нейрондық желінің жасарын ішкі қазғидасы. Дұрыс дайындалған желі зерттеушілерге деректерге тәуелділік туралы және мәселенің құрылымы жайында ақпарат бермейді. Оқытылған нейрондық желі – салмақ матрицаларының жиынтығы. Осы тұрғыдан алғанда, нейрондық желілер – машинамен оқытудың белгілі бір мәселесін шешудің құралы, бірақ олар мәселені зерттеу үшін сарапшыларға аналитикалық ақпарат бермейді. Нейрондық желінің жұмыс істеу принципі біздің миымыздағы нейрондар принципінен алынды. Мидың ішіне осы ультрадыбыстық, ПЭТ, МРТ және фМРИ арқылы қарауды үйрендік. Ал конвульсиялық нейрондық желілер үшін визуализация үшін дәлдік және жылу карталары сияқты көрсеткіштер қолданылады. Жұмыстың мақсаты – оқыту мәліметтерінің нейрондық желінің дәлдігіне әсерін анықтау. Ал қаниша деректер нейрондық желінің тұрақтылығын айтарлықтай өзгертеді. Ең алдымен, оларда гиперпараметрлер таңдалды: оқу жылдамдығы, пакеттің мөлшері және дәуірлер саны, сонымен қатар кескін өлшемі. Содан кейін бастапқы мәліметтер көмегімен бірқатар жаттығулар өткізілді, сосын оған алдын ала өңделген суреттер қосылды. Жұмыстың нәтижелері көрсеткендей, алдын ала өңделген мәліметтердің шамамен 15%-дан тұратын мәліметтер базасы модельдің нақтылығына оң әсер етеді. Қосымша деректерді пайдаланған кезде дәлдікте айтарлықтай өсу байқалмады.

Түйінді сөздер: Конволюциялық жүйке жүйесі, терең оқыту, жіктеу, мәліметтер базасы, дәлдігі

I. Introduction

At the moment, convolutional neural networks and its modifications are considered the best algorithms for finding objects on the scene in terms of accuracy and speed. Since 2012, neural networks have been at the forefront of ImageNet's renowned international pattern recognition competition. First of all neural networks won this competition and then they captured more and more computer vision tasks and showed that neural networks work much better than traditional approaches.

With the advent of GPU and TPU[1], it became possible to spend less time for training

the model. Also, the advent of large image databases has made it possible to train neural networks with many hidden layers. So in this regard, the amount of data growing every year is an advantage.

We understood that as more hidden layers as more difficult problems can be solved by neural network. Signals from these input layers are transmitted from layer to layer using synapses, each of the layers has its own specific coefficients. The internal principle of the neural network is hidden from us. It must be recognized

that we have a problem with the interpretation of the models [2].

For human looking at picture and say what it is a cat is a simple task. Human brains have been trained in this for a thousand years. And each person can describe and guess about the plot of the image through accumulated experience. However, until 2010, for machine, this was an incredibly difficult task. Human vision is not fooled by small changes in the image, and interference such as blur, snow, changing the shape of an object, poor image quality or abstraction, styles is not a problem[9]. It is added to this that often individuals, like the same cat tend to take completely different poses. Also it can be hidden partially by surrounding objects.

We needed to do this in some geometric way, describe the object, describe the relationship of the object, how these parts can relate to each other, then find this image on the object, compare them and get what we recognized poorly. Usually it was a little better than tossing a coin.

II. Classification

Classification of images is a task where you need to decompose images into several categories. For example, a binary classification, when it is necessary to decide into which two classes pictures belong or it is necessary to expanded pictures into many categories, for example, determine cars and airplanes. For example, ImageNet contains 10 million images from the Internet. Pictures are quite complex, varied, and they are manually marked out for belonging to a particular class.

It should be noted that there are errors and controversial cases in the database. For example, this picture is marked as “helicopter”, and if you answer that the picture is car, then it will be wrong. Classification competitions are periodically held on this ImageNet [3],[8] base, and a million pictures from this database participate in the classification task. It is necessary for each picture from this million to answer the question to which of the thousand classes it belongs. And you can give more than one answer, and if the top five is the correct answer, then it is considered that we answered correctly.

Classification algorithms

Many classification algorithms are currently available, but it will be difficult to say which one is superior to the other. It all depends on the application and the type and complexity of the data that is available. For example, if classes are linearly separable, linear classifiers, such as logistic regression, Fisher linear discriminant can be many times better, faster than complex models, but could be an opposite.

The decision tree builds classification or regression models in the form of a tree structure. It uses an if-then rule set that is mutually exclusive and exhaustive for classification. In the end, questions that are forked in a tree may seem strange, but this method has proven to be effective. For example, in banking, when you need to make a decision to give a person a loan.

The tree is built in a descending, recursive “divide and conquer” way. All attributes must be categorical. Otherwise, they must be sampled in advance. Attributes at the top of the tree have a greater impact on classification and are identified using the concept of obtaining information.

An overloaded model can show impressive results on training data, but in practice fail. This can be avoided by pre-pruning, which stops the construction of the tree at an early stage, or by pruning, which removes the branches from a fully grown tree.

Naive Bayesian method is a probabilistic classifier based on the Bayes theorem under the simple assumption that the attributes are conditionally independent.

Classification is carried out by deriving the maximum posterior value.

The naive Bayesian algorithm is very simple to implement, and in most cases good results are obtained. It can be easily scaled for large datasets, since it requires linear time rather than the expensive iterative approximation used for many other types of classifiers.

Naive Bayes may suffer from a problem called the zero-probability problem. When the conditional probability is zero for a particular attribute, it cannot give a reliable forecast.

An example is the first spam filters in your mail. There was a conditional dictionary where

the most common words used in advertising mailings were put together. But he quickly learned to deceive by adding the words of their "good list" to the end of the letter.

k-Nearest Neighbor is a learning algorithm that stores all instances corresponding to training data points in n-dimensional space. When unknown discrete data is received, it analyzes the closest k stored instances (nearest neighbors) and returns the most common class as a forecast, and for data with real values, returns the average value of k nearest neighbors.

In the distance-weighted nearest neighbors algorithm, it weighs the contribution of each of the k neighbors according to their distance using the following query, which gives more weight to the nearest neighbors. The algorithm gets significantly slower as the number of examples, predictors and independent variables increase.

An artificial neural network is a set of connected input/output blocks, where each connection has a weight associated with it, which was started by psychologists and neuroscientists to develop and test computational analogues of neurons.

Many network architectures are currently available, such as direct communication, convolutional, recurrent, etc. The corresponding architecture depends on the application of the model. In most cases, direct link models give fairly accurate results.

However, when there are many hidden layers, training and adjusting weights takes a lot of time. Another disadvantage is the poor interpretability of the model compared to other models.

The algorithm gets significantly slower as the number of examples and/or predictors/independent variables increase.

Data preparation

To implement the body classification was selected following software:

1. Python programming language, which created many libraries for work with data and neural networks;

2. "Keras" library, which allows you to implement CNN using TensorFlow at a higher software level.

Labeled Faces in the Wild [4] was used as the training dataset. Plus manually annotated data which were prepared with tool named labelImg [5]. A python library imgaug [6] was used for augmentation [10].

List of applied addition sequence which apply in random order:

1. Horizontal flips.

To make some images brighter and some darker which can end up changing the color of the images.

2. gaussian blur (sigma between 0 and 2.0).

3. average/uniform blur (blur image using local means with kernel sizes between 2 and 3).

4. median blur (blur image using local medians with kernel sizes between 3 and 5).

5. Affine transformations:

- translate by -20 to +20 relative to height/width (per axis)

- rotate by -10 to +10 degrees

- shear by -16 to +16 degrees

- order: use nearest neighbour or bilinear interpolation (fast)

VGGFace2 [7] was used as a test set. Image size (70,70). Different sizes of margins were used to make the dataset more variable.

Initially, training was carried out and the hyper parameters (learning rate, batch size, epoch) were changed. Then, reaching maximum accuracy = 0.988 with the parameters: batch_size=128, EPOCHS = 50. Training was held where the dataset changed. At first, where there were 15% of the images were augmented then 30% and 50%. Also, the quality and type of transformation has been changed.

Results

The first step is to look at the test set and analyze. We need to understand the features that we would like to highlight for the neural network in the training dataset, whether it was trained or not. This we will do with the help of the heat map.

In Figure 11 we see the processed results that belong to the model that was trained on the "clean" dataset. That is, as the redder the area, as clearer we understand that this is why the neural network considered that the image is

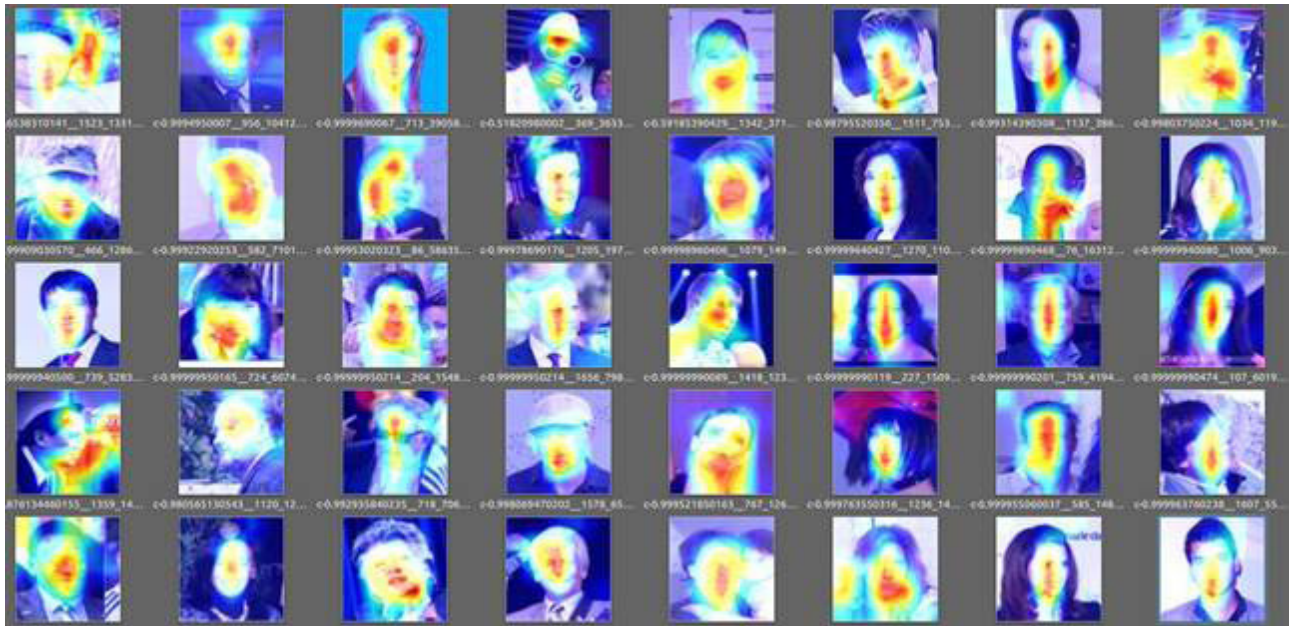


Figure 11 – Trained model results

human. Since the main signs for us are the head and shoulders, the head dominates the faces here, which is good. We will compare the last layers. But for the shoulders to come in as the main feature, we should supplement the dataset.

A large amount of reasoned data may not entirely positively affect the finding of the main features of the object. So the model where 50% of the reasoned data was used has a tendency to expand the red area. If we compare the number of images that are actually false positive. It can be said that their number has decreased, but still finds people where they are not. From this may follow: it is necessary to supplement the negative class with similar images.

III. Conclusion and Future of Threat Intelligence

In general, the hypothesis was confirmed by adding artificially created data to the dataset that has a good effect on the model. This gives her variability and gives a small boost in numbers. But since we live in a world where good and annotated data can be transferred to man’s hours and accordingly to money, it’s not bad to have tools that will help in training the next model. Now, to the amount of this data, we see that you should not get carried away and make half of your training sample augmented, enough is 10-15%.

For future work it is planned to try the following enhancements:

1. Add data and also take open datasets.
2. Conduct tests with more diverse data augmentation.
3. Experiment with neural network architecture.

Table 1 – Results

	Precision	Recall
Model without augmented data	0.97	0.94
15% augmented data	0.98	0.98
30% augmented data	0.94	0.99
50% augmented data	0.96	0.98

REFERENCES

1. Tensor processing unit. Available at: <https://cloud.google.com/blog/products/gcp/cloud-tpu-machine-learning-accelerators-now-available-in-beta>
2. Christoph Molnar. Interpretable Machine Learning : A Guide for Making Black Box Models Explainable, 2018.
3. ImageNet. Available at: <http://www.image-net.org/>
4. Labeled Faces in the Wild. Availabe at: <http://vis-www.cs.umass.edu/lfw/>
5. LabelImg. Available at: <https://github.com/tzutalin/labelImg>
6. Augmentation sequence. Available at: https://imgaug.readthedocs.io/en/latest/source/examples_basics.html
7. VGGFace2. Available at: http://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/data/vgg_face2/
8. Alex Krizhevsky. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks
9. Aharon Azulay and Yair Weiss. Why do deep convolutional networks generalize so poorly to small image transformations?, 2018
10. Dan Hendrycks, Thomas G. Dietterich. Benchmarking Neural Network Robustness to Common Corruptions and Surface Variations, 2019.

УДК 004.852
МРНТИ 28.23.15

THE CONCEPT OF A SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR EARLY DETECTION OF FOREST FIRES

KULTYSHEV Y.

Kazakh-British technological university

Annotation: *This paper describes conceptual solution of software and hardware complex for early detection of forest fires based on Machine Vision and algorithms of image processing. the urgency of this work is a difficult situation in the field of combating such technological disasters as forest fires. This paper based on research of already existing platforms and systems. Problem of forest fires is one of the most significant problems of human race, interfaced with problems of ecology, politics and economics. One of the most effective methods of fighting fires is their earlier detection and stopping at the initial stages until the conflagration has become spontaneous nature*

Key words: *early detection of forest fires, software and hardware complex, image processing algorithms, Python, Open CV, machine vision, methods of dealing with technological disasters*

КОНЦЕПТ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация: *В данной статье описывается концептуальное решение программно-аппаратного комплекса для раннего обнаружения лесных пожаров на основе Machine Vision и алгоритмов обработки изображений. Актуальность данной работы представляет собой сложную ситуацию в области борьбы с такими техногенными катастрофами как лесные пожары. Эта статья основана на исследовании уже существующих платформ и систем. Проблема лесных пожаров является одной из наиболее значительных проблем человеческой расы, связанной с проблемами экологии, политики и экономики. Одним из наиболее эффективных методов борьбы с пожарами является их раннее обнаружение и прекращение на начальных этапах, пока пожар не приобрел стихийный характер.*

Ключевые слова: *раннее обнаружение лесных пожаров, программно-аппаратный комплекс, алгоритмы обработки изображений, Python, Open CV, машинное зрение, методы борьбы с техногенными катастрофами*

ОРМАН ӨРТТЕРІН ЕРТЕ СӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ-АППАРАТТЫҚ КЕШЕН ТҮСІНІГІ

Аңдатпа: *Бұл мақалада Machine Vision және кескін өңдеу алгоритмдері негізінде Орман өрттерін ерте анықтауға арналған аппараттық-бағдарламалық кешеннің тұжырымдамалық шешімі сипатталған. Аталған жұмыстың өзектілігі – орман өрттерін ерте айқындауға технологиялық апаттармен күрес саласындағы қиын жағдай. Еңбекте қолданыстағы платформалар мен жүйелерді зерттеуге негізделген. Орман өрттері – адамзат баласының маңызды мәселелерінің бірі. Өрт сөндірудің тиімді әдістерінің бірі өрттің стихиялық сипат алғанға дейін оларды бастапқы кезеңдерінде анықтау, байқау және тоқтату.*

Түйінді сөздер: орман өрттерін ерте анықтау, бағдарламалық-аппараттық кешен, кескіндерді өңдеу алгоритмдері, Python, Open CV, машиналық көру, технологиялық апаттармен күрес әдістері

Introduction

It is hard to imagine the life of a modern person without the use of fire. Thanks to him, people live in comfortable conditions – in warm homes, lighted rooms, eat delicious food, and daily use items created with the flame. The process of obtaining and subjugating the fire was very complex and lengthy. Thanks to the ancient man, we can use this resource. However, an open flame going out of control turns into a real natural disaster. Forest fire – this is the uncontrolled spread of fire in the forest. In any situation, even a small fire can develop into a natural disaster. Currently, the probability of fire and large-scale spread of fire due to natural factors does not exceed 20%. Most forest fires are triggered by human activities. Forests are an integral part of the natural balance in which people live. Typically, such disasters are observed only when they have already spread to a large area. The result is devastating losses and irreparable damage to the environment and atmosphere. The problem is that forests are usually remote, abandoned, and uninhabited areas filled with trees, shrubs, deadwood, and wilted grass with dry leaves, etc., which are a potential zone possible fire. A small piece of glass in sunny and hot weather, acting as a lens, is enough to ignite dry wood, foliage, or wilted grass. As soon as the fire begins, combustible materials contribute to the strengthening of the flame and its faster spread. The initial ignition stage is usually called the “surface fire” stage. At this stage, an increase in flame intensity occurs. It is at this moment that the fire goes into the category of uncontrollable ones, and the damage that may occur depends directly on weather conditions and other factors, which makes it almost impossible to make a preliminary assessment. To prevent such scenarios, it is necessary to carry out several measures to prevent, early detection and preliminarily work with potentially dangerous areas.

Solution concept

The solution may be to create an integrated, but a modular system. An integrated approach to the early detection and prevention of forest fires is based on a combination of different detection systems depending on the probability of forest fires, the size of the territory and the presence of a person associated with an adequate logistics infrastructure, training, simulation results and innovative fire fighting technology. A key factor in fighting forest fires is timely detection. To avoid the uncontrolled widespread occurrence of forest fires, it is necessary to detect fires in the first stages and to prevent their spread. It is important to move fire fighting equipment and qualified personnel directly to the fire source as soon as possible. Adequate material and technical infrastructure are urgently needed to provide a sufficient amount of fire fighting and maintenance equipment. An equally important factor is constant monitoring. Also, staff training is an important component of the successful management of forest fires. An integrated approach to the detection and suppression of forest fires is based on a combination of different detection systems depending on the risks of fires, the size of the territory and the presence of a person, consisting of all the necessary parts, such as early detection, remote sensing methods, logistics and training using simulators and training models. The sounding methods used are determined by different degrees of risk of natural fire, the size of the region, and the availability of human resources. Local staff is involved in monitoring small areas at high risk. For areas of very high and low risk, satellite and aero control are possible. Video and photo material in broadcast mode is transmitted to control centers and analyzed to identify risks and build models to combat them. If the fire identified and evaluated, the fire will be triggered by an alarm that goes directly to the fire department.

Airship and drones based early forest fire verification platform

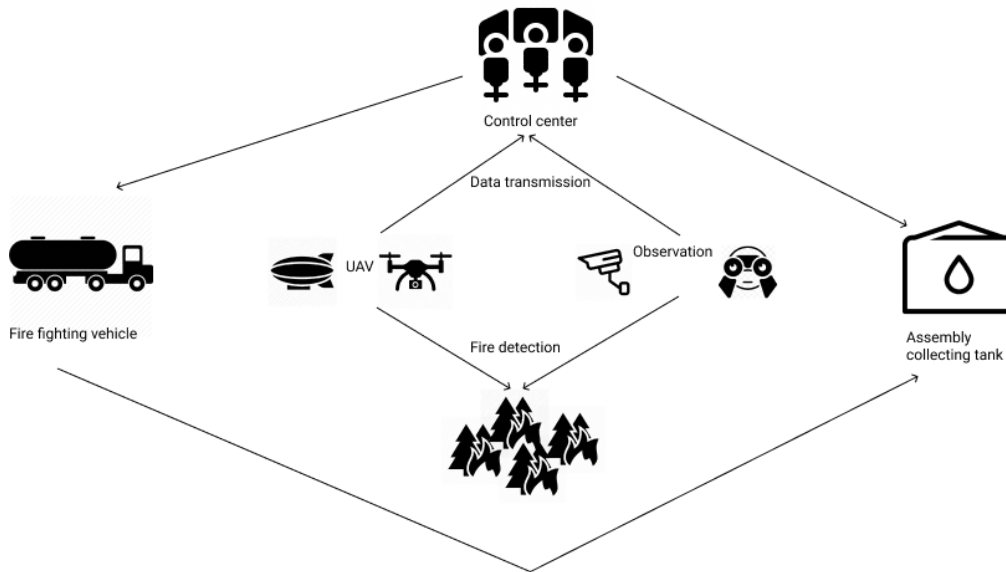


Figure 1. Schematic structure of the integrated forest fire detection and fire fighting system

One of the alternative sources of fire monitoring can be through a radiometer, gas and smoke detectors, and a heat chamber attached to the airship. The advantage of an airship with a length of 9 meters and a diameter of 2.3 m is its high load capacity. Management, communication, and data transmission take place through the middle of a computer mounted on an airship. The ground station consists of a user interface for transmitting and receiving flight data from the airship. Users request data via TCP/IP at the ground station. The resulting data is combined with GPS airship data and time stamps for visualization.

The platform for the early detection of fires can serve as pilot drones or drones on the remote control. One existing solution is the AirRobot AR100-B. This platform offers a low-

cost alternative to manned helicopter aerial surveillance. The drone allows the fire brigade to have up-to-date information on the situation and incidents during the entire mission. It can be used both to confirm the alarm detected by the video system and for reconnaissance, helping the operator find hot spots.

The diameter of the drone does not exceed one meter, with a weight of not more than 1 kilogram. The flight time is about 25 minutes, depending on the weight of the carried cargo. The maximum speed of the AR100-B is 10m/s (36 km/h), the maximum wind load is 8 m/s (28.8 km/h). Operation does not require flying experience and special qualifications. If necessary, you can ensure uninterrupted transmission of information in real time by connecting the appropriate modules. Modules

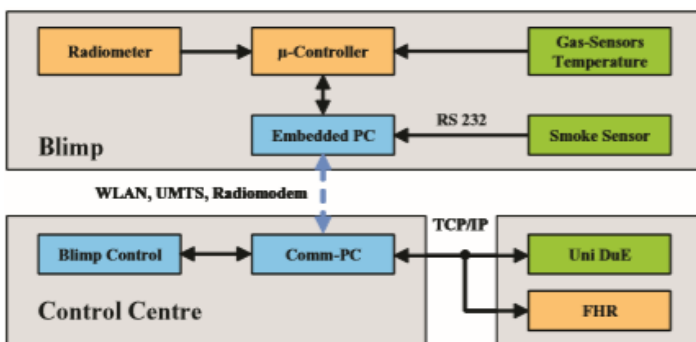


Figure 2. Communication structure



Figure 3. AirRobot AR100-B drone

may vary depending on the task and the specifics of the marsness on which they are planned to operate. Telemetry data is displayed in real time at the ground station and can be tracked on a map throughout the flight. All processing for the detection of obstacles, as well as the prevention of stagnation, will occur offline without operator intervention.

Sensors based early forest fire verification platform

If it is necessary to confirm a possible fire, with insufficient information from the video/photo, there is a need to use sensors. Therefore, the sensors must be largely immune to interference, such as steam, fog, dust pollution, and water condensation. Detectors analyze incoming air samples by analyzing them. Early forest fire detection sensors must meet many specific requirements compared to conventional applications. High sensitivity is necessary to detect even low concentrations of smoke; dilution and strong turbulence caused by the wind are significant factors. Due to the high hydrogen content during an open fire, an H₂ sensor [0 – 10 ppm] was used. The main features of this semiconductor gas sensor (GTE GSME) are its very fast response time and high sensitivity. The CXHX sensor [0-5ppm] is used because hydrocarbon sensors are sensitive to organic fire products. Rapid temperature fluctuations are measured by a temperature sensor. Also, a highly sensitive suction system (Hekatron ASD535) is used to detect smoke when observing an extinguished fire with an airship. Thus, a distinction can be made between gas emissions in a fire extinguished and even low smoke concentrations in a fire. In addition to these sensors, the airship is equipped with a microwave radiometer and a camera.

Surveillance cameras based early forest fire verification platform

The mentioned above methods for detecting a forest fire include the possibility of using surveillance cameras. One of these methods is the technology based on the accumulation of the image in the foreground in a compartment

with an optical stream. Images are calculated from foreground images, which are processed using frame difference methods. To distinguish flame images from smoke, two parameters are used. Areas containing fire are recognized by a model built on the principle of accumulating foreground frames during the calculation of the optical flux. The model also uses an algorithm for recognizing moving objects to recognize puffs of smoke. Due to this, the application of the algorithm is possible in the following cases:

- fire with flame and without smoke
- fire with smoke and without flame
- fire with flame and smoke.

Compared to conventional fire detectors, a system built on a video series has advantages such as the speed of response to a threat, range of flame detection, wider coverage of the territory, etc. Among other things, such systems can also be used for monitoring large areas of forest with complex terrain. But most of the methods based on video fire detection have high rates of false alarms. Most detecting methods based on the visual features of fire flame or smoke including color, textures, geometry, flickering, and motion. It is possible to determine the appearance of ignition based on color to segment flame regions, as was done by Yamagishi and Yamaguchi [1, 2], Celik et al. [3], Chen [4]. Liu and Ahaja [5] and Yuan et al. [6] used an algorithm based on the analysis of Fourier coefficients for flame circuits to fix the fact of ignition. Ugur et al. [7] and Dedeoglu et al. [8] in their writings suggested temporal and spatial wavelet method which used for fire analysis. In the current conditions, the trend of the development of early fire detection methods to combat forest fires is clearly visible. What contributes to increased interest in this issue.

Generally, the flames usually display red shade colors, which could be used in a model for flame detecting. Unfortunately, some fire-like regions in an image may have the same colors like fire. So these fire-similar areas are usually extracted as the real fire from an image. There are two possible causes of such false alarms:

- non-fire objects with same colors as real flame

- background illumination of fire-like sources of light

In both cases, the extraction of fire-flames becomes complex and unreliable. The most important aspect to distinguishing between real fire or smoke and flame or smoke colored objects in their movement nature. So, it usually using color and motion features for creating burning fire validating methods. Such fire dynamic features include random movements of flames, growing rate, oscillation, and flame different shapes. According to turbulent nature, smoke and fire have and chaotic nature. If the contours of an object represent chaotic varying behavior, then this is a sign of the presence of flame or smoke on the video frame.

The moving pixels of the images could be determined by using a frame differential method, where (x, y) represents the coordinates of the pixels that are formulated with a long direction as the x-axis and the other direction as the y-axis. $I(x, y, k)$ represents the pixel values of (x, y) in the current frame. $I(x, y, k - 1)$ represents the pixel values of (x, y) in the previous frame. L is the threshold. Equation represented in the figure below:

$$FD(x, y, k) = \begin{cases} 1 & \text{if } |I(x, y, k) - I(x, y, k - 1)| > L \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Figure 4. Moving pixels differential method

- (i) $0 \leq H \leq 60^\circ$
- (ii) $0 \leq S \leq 0,2$
- (iii) $127 \leq I \leq 255$

Figure 5. HIS sequence

Color model for smoke differs from flame one because smoke displays grey shades so he conditions R a G a B and with I (intensity) component of HIS color model $K1 \leq I \leq K2$. The function of smoke recognition looks like[28]:

$$\begin{aligned} M &= \max\{R(i, j), G(i, j), B(i, j)\} \\ N &= \min\{R(i, j), G(i, j), B(i, j)\} \\ I &= 1/3(R(i, j), G(i, j), B(i, j)) \end{aligned}$$

Figure 6. RGB HIS sequence

If the pixel FD (x, y, k) satisfies both the conditions object considered as a smoke pixel, otherwise FD (x, y, k) is not a smoke pixel. Approximately typical value ranges are 5 to 20 and light-gray and dark-gray smoke pixel threshold ranges from 80 to 150 and 190 to 255. The pixels that pass the color decision rule marked as smoke. Foreground images appear in the same regions during a consecutive time frame. For describing it could be used such equation, where Value b1 is the accumulation augmenter, value b2 is the accumulation attenuation[28]. Value b2 is set to 1 generally.

$$H_\tau(x, y, k) = \begin{cases} H_\tau(x, y, k - 1) + b1 & \text{if } FD(x, y, k) = 1 \\ \max(0, H_\tau(x, y, k - 1) - b2) & \text{otherwise} \end{cases}$$

Figure 7. Foreground accumulated pixels equation

The values of pixels that represent frames of foreground images detected in the same region during a time frame. Foreground accumulated images are the results from the stack of consecutive image frames, which already weighted. Then the more times the same region of foreground images detected, the bigger of the pixels' values of the corresponding pixels in it. The pixel values will decrease if the corresponding region no longer appears in chosen region. According to experiments [28], results show that as the grads variation of color and brightness of flame is extremely bright. Every pixel value of flame changes, so the whole flame region in the images could be detected via frame differential method. If b1 and b2 are set 1, the value of H will increase soon.

Smoke nature looks like clouds with chaotic movements and not changeable brightness of pixel in short period of time. There is a condition for accumulating foreground image of smoke is such: the parameters b1 and b2 can be set as $b1 > b2$. Flame and smoke regions can also be separated. The next step is smoke region determination. Visible characteristics of smoke such as color and shades are less steep. So that smoke is harder to be differentiated. The pixels in the center of each smoke block are considered as feature points and do the optical flow calculation. It greatly decreases the algorithm computation complexity.

First of all accumulated images sequences with potential smoke on foreground should be divided to blocks. Then it needs to sum up the values of pixels within filtered blocks.

$$H(x,y,t) > T$$

Figure 8. Pixel sum up satisfying condition

Then find the center points coordinates of smoke blocks, flow vectors will be calculated according to rule bellow. The Pyramidal Lucas-Kanade feature optical flow vector looks like:

$$d_{opt} = G^{-1} \bar{b}$$

Where G is:

$$G = \sum_{x=u_x^L-\omega_x}^{u_x^L+\omega_x} \sum_{y=u_y^L-\omega_y}^{u_y^L+\omega_y} \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix}$$

$$\bar{b} = \sum_{x=u_x^L-\omega_x}^{u_x^L+\omega_x} \sum_{y=u_y^L-\omega_y}^{u_y^L+\omega_y} \begin{bmatrix} \delta I \cdot I_x \\ \delta I \cdot I_y \end{bmatrix}$$

Figure 9. The Pyramidal Lucas-Kanade feature condition

This process could be updated via recursion to minimize complexity of calculations. Equation results fits to level L-1 bypassing the new start values. This procedure goes on until it relaxes the finest resolution.

$$I^L(x,y) = \frac{1}{4} I^{L-1}(2x,2y) + \frac{1}{8} (I^{L-1}(2x-1,2y) + I^{L-1}(2x+1,2y) + I^{L-1}(2x,2y-1) + I^{L-1}(2x,2y+1)) + \frac{1}{16} (I^{L-1}(2x-1,2y-1) + I^{L-1}(2x+1,2y+1) + I^{L-1}(2x-1,2y+1) + I^{L-1}(2x+1,2y-1))$$

Then the Back-Propagation Neural Network can be used a for the smoke feature classification. In Richard and Lippmann [17], they presented the step of the back-propagation training algorithm. The output layer uses a log-sigmoid transfer function, so the outputs of the network are between 0 and 1.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-cx}}$$

Figure 11. log-sigmoid transfer function

The next phase is flame recognition. Flame motion recognition method based on block image processing. The nature of flame is turbulent as smoke's one. If there are no external factors, the regions of flame will be recurring at

regular intervals in some areas. Flame flickering frequency is between 2 Hz and 12 Hz. Ordinary cameras with a rate of 25 frames per second capture at least one cycle movement of flickering per time. The foreground image using the

differential frame method usually contains areas of flame. At certain time intervals T , the flame accumulates in the concrete areas. Each frame of video is divided into blocks with 8×8 resolution for extartction. Then the values of pixels within a block are summed up. All methods listed below represents supervised methods for fire detection, then let's see on non-supervised group.

One of the remote sensing products is the Thermal Anomalies provided by NASA [29] [30]. This product improved by additional sensors such as Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS). In fact, this product providing information within three hours of the satellites overpass. The main goal are development algorithm to identify each fire, estimare it, and fire spread monitoring. Such method allows to focus on each fire case and minimizing the computational cost. Firstly alforithm creates clusters with anomalies. Each cluster is a potential fire. In order to avoid false positive clusters, they are filtered via the CORINNE Land Cover 2012 (CLC2012) [31]. After filtering, it needs to create an R-Tree. All R-trees with the CLC2012 have their geometries and should be checked for land covers types with a point-in-polygon procedure. The R-Tree is created only once and uses further. Algorithm based on rules from Scikit-Learn [32] Python library. As output results, algorithm provide set of labeled groups of anomalies. In next steps, burnt area is computed applying the alpha shape algorithm [33] for obtaining set of points. The alpha shape algorithm stops when a given set of points creates two different polygons. This stop condition based on the rule that each group should have only one burnt area. Finally, each fires have next points:

- a potential burnt area
- an extent of the fire
- percentage of area inside vegetated area
- initial date and time
- all the properties of the thermal anomalies associated with the fire.

Algorithm checks previous execution results, therefore, the clustering of the current execution adds the points of the previous burnt areas polygons and adds the new potentila areas. It alow to detect such cases where some thermal

anomalies can joint in a single fire. But, some fire cases are false positives. According to that, each fire should be checked for unusual fire behavior. For example, detections with rarely active or with a non constant activity during a long time should be labeled as potential false positives.

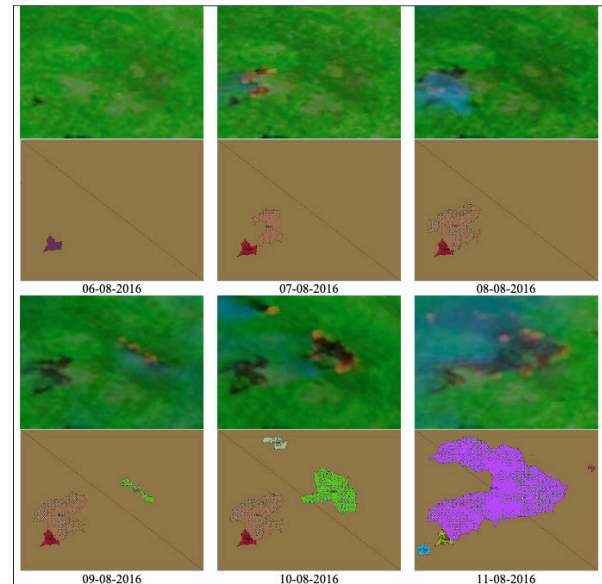


Figure 12. Algorithm mapped case with joint fires

The algorithm do not provide that each cluster is single fire. However, it could be a reason for much more complex and costly calculations focused on the fire degree. It is important to use some additional method to increase burnt area estimation accuracy. The thermal anomalies is main factor for fire detection. Though, such solution has some limitations. Results of the experiment [34] show that this algorithm could not be used as a common method for burnt areas calculations. It could be applied as a fast mapping estimation tool for big fires. The reason is the spatial resolution of the thermal anomalies.

Conclusion

According to written below, they are a lot of different systems which uses for fighting with fire. Most of them based on early fire detection. This paper described at least three different solutions. Most of them based on the machine vision or processing of information from external sensors. These solutions show their effectivity in early fire detection but still have a high false alarm rate. It does not depend on the concrete

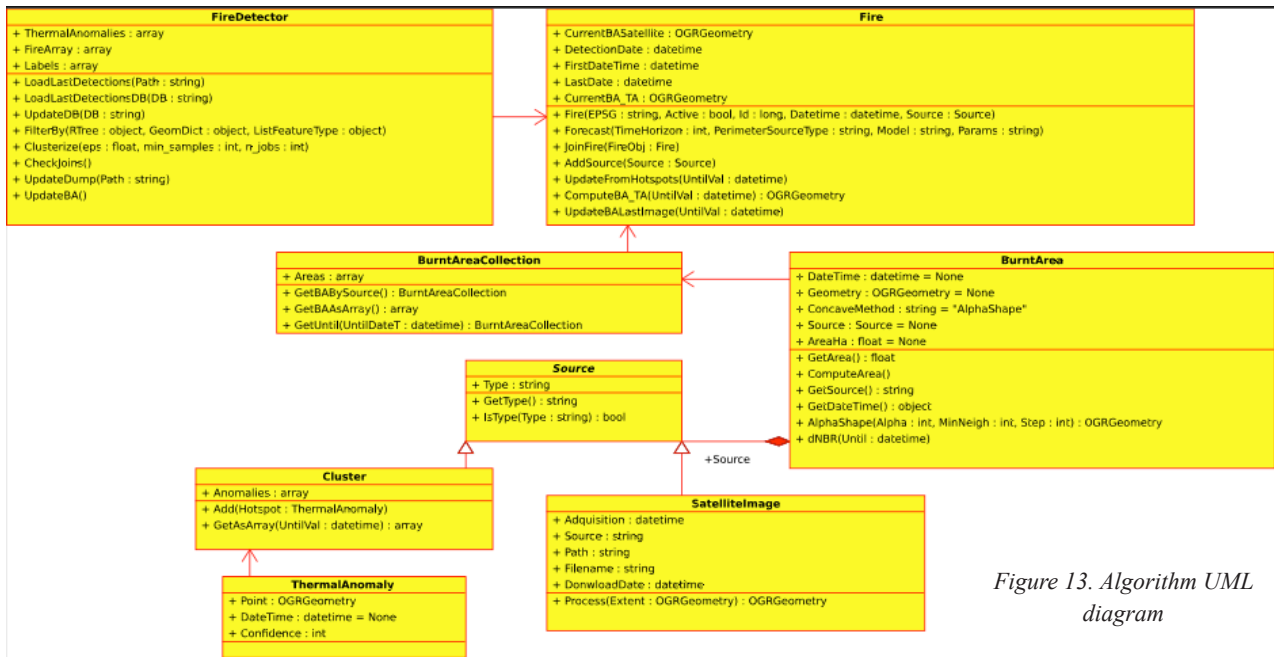


Figure 13. Algorithm UML diagram

algorithm, because the nature of flame and smoke is chaotic and it is really hard to determine it in some cases. But a combination of these methods allows to cope with high false rate results and increase systems productivity and stability.

Most disturbances like fire-like color objects can be differentiated from flame via foreground accumulation image. The proposed method will be further improved in future work.

REFERENCES

1. Yamagishi H., Yamaguchi J., 1999. “Fire Flame Detection Algorithm Using a Color Camera,” Proceedings of 1999 International Symposium on Micromechatronics and Human Science, Nagoya, Japan, pp. 255-260.
2. Yamagishi H., Yamaguchi J., “A Contour Fluctuation data Processing Method for Fire Flame Detection Using a Color Camera”, IEEE 26th Annual Conference on IECON of the Industrial Electronics Society, Nagoya, Japan, pp. 824.
3. Celik T., Demirel H., Ozkaramanli H., 2006. “Automatic Fire Detection in Video Sequences”, Proceedings of European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2006), Florence, Italy, September.
4. Chen T., Wu, P., Chiou Y., 2004. “An Early Fire-Detection Method Based on Image Processing,” Proceedings of IEEE ICIP '04, pp. 1707–1710.
5. Liu C.B., Ahuja N., 2004. “Vision Based Fire Detection,” In: Proceedings of ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on. 4, pp.
6. Yuan F.N., Liao G.X., Zhang Y.M., et al., 2006. Feature Extraction for Computer Vision Based Fire Detection, Journal of University of Science and Technology of China 36, p. 39.
7. Ugur T.B., Dedeoglu Y., et al., 2006. Computer Vision Based Method for Real-time Fire and Flame Detection, Pattern Recognition Letters 27, p.49.
8. Dedeoglu N., Toreyin B.U., et al., 2005. “Real-time Fire and Flame Detection in Video,” Proceedings of IEEE 30th International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP'05). Philadelphia, PA, USA. 2005.2(2), pp. 669-672.

9. Xiong Z.Y., Caballero R., Wang H.C., Alan M., Finn Muhidin A.L., Peng, P.Y., 2007. Video-based Smoke Detection: Possibilities, Techniques, and Challenges, IFPA, Fire Suppression and Detection Research and Applications - A Technical Working Conference (SUPDET), Orlando, FL.
10. Yuan F.N., 2008. A Fast Accumulative Motion Orientation Model Based on Integral Image for Video Smoke Detection, *Pattern Recognition Letters* 29, p. 925.
11. Ugur T.B., Dedeoglu Y., Cetin A.E., 2005. "Wavelet Based Real-time Smoke Detection in Video," 13th European Signal Process Conf. EUSIPCO2005, Antalya, Turkey.
12. Ho C.C., 2009. Machine Vision Based Real-time Early Flame and Smoke Detection. *Measurement Science and Technology* 20, No.4.
13. Celik T., Demirel H., Ozkaramanli H., 2006. "Automatic Fire Detection in Video Sequences," *Proceedings of European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2006)*, Florence, Italy, September 2006.
14. Collins R., Lipton A., Kanade T., et al., 2000. A System for Video Surveillance and Monitoring. Tech. Report CMU-R1-TR-00-12, Robotics Institute, Carnegie Mellon University, 2000.
15. Yu C.Y., Zhang Y.M., 2009. "Texture Analysis of Smoke for Real-time Fire Detection," *IEEE Second International Workshop on Computer Science and Engineering*. 2009, Qingdao.
16. Barron J.L., Fleet D.J., Beauchemin S., 1994. Performance of Optical Flow Techniques, *International Journal of Computer Vision* 12, p. 43.
17. Richard P., Lippmann, 1987. An Introduction to Computing with Neural Network, *IEEE ASSP Magazine*, p. 4.
18. von Wahl N., Heinen S., Tobera R., Nüßler D., Brauns R., Schröder M., Knott P., Krüll W., and Willms I., 2009. Intermediate Report Internationale Waldbrandbekämpfung iWBB, FHR-Report Nr. 134, FGAN Research Institute for High Frequency Physics and Radar Techniques, Wachtberg, Germany.
19. Henrichs M., 2009. Armored and Tracked Vehicle for Rescue/Extinguish/Defend Missions, 14th International Conference on Automatic Fire Detection, AUBE '09, Duisburg, Germany.
20. AirRobot GmbH & Co. KG, <http://www.airrobot.de>
21. GTE Industrieelektronik GmbH, <http://www.adicos.de>
22. Krüll W., Willms I., Tobera R., and Wiggerich B., 2009. Early forest fire detection and suppression - an integrated approach, 14th International Conference on Automatic Fire Detection, AUBE '09, Duisburg, Germany.
23. Tobera R., Krüll W., and Willms I., 2009. Optical smoke and gas sensors as an additional method for early wildfire verification, 14th International Conference on Automatic Fire Detection, AUBE '09, Duisburg, Germany.
24. Hekatron Vertriebs GmbH, <http://www.hekatron.de>
25. Krüll W., Tobera R., Willms I., von Wahl N., Heinen S., 2008. An integrated approach for early forest fire detection and suppression, *First International Conference on Remote Sensing Techniques in Disaster Management and Emergency Response in the Mediterranean Region*, Zadar, Croatia.
26. von Wahl N., Heinen S., 2009. Advantages of millimeter waves in fire detection and monitoring, 14th International Conference on Automatic Fire Detection, AUBE '09, Duisburg, Germany.
27. Nüßler D., Essen H., von Wahl N., Zimmermann R. Rötzel S., and Willms I., 2008. Millimeter Wave Propagation through dust, *SPIE conference proceedings*.
28. Chunyu Yu, Zhibin Mei, Xi Zhang, 2013. A real-time video fire flame and smoke detection algorithm, *The 9th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology*

29. I.A. Csiszar, J.T. Morisette and L. Giglio, "Validation of active fire detection from moderate-resolution satellite sensors: the MODIS example in northern Eurasia," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 44, pp. 1757-1764, 2006.
30. W. Schroeder, P. Oliva, L. Giglio and I.A. Csiszar, "The New VIIRS 375m active fire detection data product: Algorithm description and initial assessment," *Remote Sensing of Environment*, vol. 143, pp. 85-96, 2014.
31. C.L. Cover, "Corine Land Cover," European Environment Agency, Copenhagen, 2000.
32. F. Pedregosa, G. Varoquaux, A. Gramfort, V. Michel, B. Thirion, O. Grisel, M. Blondel, P. Prettenhofer, R. Weiss, V. Dubourg and others, "Scikit-learn: Machine learning in Python," *Journal of Machine Learning Research*, vol. 12, pp. 2825-2830, 2011.
33. N. Chiaraviglio, T. Artés, R. Bocca, J. López, A. Gentile, J.S. M. Ayanz, A. Cortés and T. Margalef, "Automatic fire perimeter determination using MODIS hotspots information," in *e-Science (e-Science)*, 2016 IEEE 12th International Conference on, 2016.
34. Tomàs Artés, Roberto Boca, Giorgio Liberta, Jesús San-Miguel, "Non-supervised method for early forest fire detection and rapid mapping," *Proc. SPIE 10444, Fifth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2017)*, 104440R (6 September 2017); doi: 10.1117/12.2280714

УДК 004.032.26
МРНТИ 06.81.23

KAZAKH NAMES GENERATOR USING DEEP LEARNING

NURMAMBETOV D., DAUYLOV S., BOGDANCHIKOV A.

Süleyman Demirel University

Abstract: In recent years, sentiment analysis of e-mail messages or social media posts is becoming very popular. It can help people define if they are reading something positive or negative. On the same time, there are some services on the Internet that can help you find or create a new name. When processing the creation, they check the name in other popular languages, so your name does not mean inappropriate things in other languages. For this they bill for 25 thousand US dollars. If there are such services, then there is a demand. In this study, sentiment analysis of e-mails was implemented with using StanfordNLP [1] lemmatizer and classic machine learning algorithms as a classifier. It is applied to real e-mails from Russian speaking mailbox, which means there are both English and Russian messages. Thus, language identification is also added as preprocessing step. In this study only binary sentiment analysis was made, but it can be improved with adding several emotions to be detected. Then another model generates Kazakh names using neural networks, where all Kazakh names data has been collected through various websites. The sentiment analysis model gives 81% accuracy and the joint use of two models allow us to generate new Kazakh names, which are checked with Russian language if they mean something inappropriate. The result can be improved with checking with other languages.

Key words: Natural language processing, sentiment analysis, Deep Learning, Artificial Intelligence, Generate Names

DEEP LEARNING ТЕХНОЛОГИЯСЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ҚАЗАҚША АТАУЛАРЫНЫҢ ГЕНЕРАТОРЫ

Аңдатпа: Соңғы жылдары электрондық поштаның хабарламаларын немесе әлеуметтік желілердегі хабарламаларды талдау өте қарқынды өсіп келеді. Бұл адамдарға жағымды немесе жағымсыз мәліметтерді оқып жатқандығын анықтауға көмектеседі. Сонымен қатар Интернетте жаңа атау табуға немесе жасауға көмектесетін бірнеше қызметтер бар. Шығарманы өңдеу кезінде олар басқа танымал тілдердегі атауды тексереді, сондықтан сіздің атыңыз басқа тілдердегі келеңсіздікті білдірмейді. Бұл үшін олар 25 мың АҚШ долларын талап етеді. Мұндай қызметтердің болуы, сұраныс тудырады. Осы зерттеуде StanfordNLP [1] лемматизаторы мен классикалық машиналарды оқыту алгоритмдерін классификатор ретінде қарастырып, электрондық пошталардың пікірлеріне жүгіндік. Ол орыс тілінде сөйлейтін пошта жәшігіндегі нақты электрондық хаттарға қолданылады, яғни ағылшын және орыс тілдерінде де бар. Осыған орай тілдік сәйкестендіру, сондай-ақ алдын ала өңдеу қадамы ретінде қосылады. Зерттеу барысында тек бинарлық көңіл-күйге талдау жасалды, бірақ оны анықтауға бірнеше эмоциялар қосып жақсартуға болады. Содан кейін тағы бір модель нейрондық желілерді қолдана отырып, қазақша атауларды жасайды, мұнда барлық қазақ атаулары туралы мәліметтер әртүрлі веб-сайттар арқылы жиналады. Сезім талдауы моделі 81% дәлдік береді және екі модельдің бірігіп пайдаланылуы сәйкессіздік мағынаны білдірсе, онда орыс тілімен тексерілетін жаңа қазақша атауларды шығаруға мүмкіндік береді. Басқа тілдермен салыстыра тексергенде, нәтижесін жақсарта аламыз.

Түйінді сөздер: Тілдерді табиғи түрде өңдеу, сезім талдауы, тереңдетіл оқыту, жасанды интеллект, есімдер құру

ГЕНЕРАТОР КАЗАХСКИХ ИМЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ DEEP LEARNING

Аннотация: В последние годы анализ настроений сообщений электронной почты или сообщений в социальных сетях становится очень популярным. Это может помочь людям определить, читают ли они что-то положительное или отрицательное. В то же время в Интернете есть несколько служб, которые могут помочь вам найти или создать новое имя. При обработке создания они проверяют имя на других популярных языках, поэтому ваше имя не означает неуместные вещи на других языках. За это они выставляют счет на 25 тысяч долларов США. Если есть такие услуги, то есть спрос. В этом исследовании был проведен анализ настроений электронной почты с использованием лемматизатора StanfordNLP [1] и классических алгоритмов машинного обучения в качестве классификатора. Он применяется к реальным электронным письмам из русскоязычного почтового ящика, что означает наличие как английских, так и русских сообщений. Таким образом, идентификация языка также добавляется в качестве шага предварительной обработки. В этом исследовании был проведен только анализ бинарных настроений, но его можно улучшить, добавив несколько обнаруживаемых эмоций. Затем другая модель генерирует казахские имена, используя нейронные сети, где все казахские имена были собраны через различные веб-сайты. Модель анализа настроений дает точность 81%, а совместное использование двух моделей позволяет нам генерировать новые казахские имена, которые проверяются на русском языке, если они означают что-то неуместное. Результат может быть улучшен путем проверки с другими языками.

Ключевые слова: обработка естественного языка, анализ настроений, глубокое обучение, искусственный интеллект, генерация имен

Introduction

Sentiment analysis is also called polarity detection, when the objective is to define if the text is positive or negative. It comprises of data collection, language identification, part-of-speech (POS) tagging led to stemming or lemmatization and polarity or emotions detection steps. And for each of them there are a lot of different approaches and algorithms. Basically, creating a new approach in any of these steps is a contribution to Natural Language Processing (NLP). Or its application to a new area.

Mostly, NLP tasks are solved using deep learning methods. Deep learning is a subset of machine learning, which, in turn, is a subset of artificial intelligence (AI). Artificial intelligence is a method that allows a machine to simulate human behavior. Machine learning is a method of applying AI using algorithms, trained on data. And finally, deep learning is a type of machine learning based on the structure of the human brain in terms of deep learning on artificial

neural networks. Nowadays, deep learning uses many areas, for example, with the support of customers, they begin to replace people, in practice, you don't even know who is talking to you in the medical care they use to get the most accurate result, because the computer is trained with a lot of data.

The aim is to create an approach in names generator, as well as build Kazakh names dataset by collecting from different resources like books, websites, forums and so on, which will contain only Kazakh names. The objectives are to make a research in terms of related works and methods in names generation, create a robust and effective algorithm based on sequence models and then check the names with sentiment analysis. Reviewing results of testing accuracy on sentiment and generation of names are also the part of results discussion.

The idea of creating a name generator arose from two things: an opportunity to make an

impact on development of NLP application on Kazakh language and the creation of the service based on deep learning algorithms to be described in this paper. Selecting or creating a new name is presented as a web-service, and there are some of them already available to generate names in Kazakh. From early childhood throughout our lives, we have not heard a single word as often as our own name. This can motivate people to use such services, as well as generating business names.

The objectives of this study were to create an approach in sentiment analysis for e-mail messages within working communication, which gives quite good results in terms of accuracy. And then test the trained model on the generated Kazakh names.

Dataset

Dataset for sentiment analysis part was parsed from outlook, messages were cropped due to delete previous conversation which can influence on algorithm. Also, all additional information as signature, sender name was removed from the dataset. It was only 100 mails, while getting more data could improve the accuracy of sentiment analysis.

Data for Kazakh names generation was collected from several websites [2-5]

Literature review

During the study, papers describing the approaches in sentiment analysis with different application were reviewed.

The first question to be answered was - what if a system making sentiment analysis already exists. There is no work related to sentiment analysis in Russian specifically, but in paper "SentiCorr: Multilingual Sentiment Analysis of Personal Correspondence" [6] a multilingual sentiment analysis system called SentiCorr was presented. It is based on four-stage approach - language identification using Graph-based approach for Language Identification (LIGA) algorithm for short texts, POS tagging using TreeTagger, subjectivity detection using AdaBoost and polarity detection using Rule-Based algorithm to create an Emissive Model on

patterns. They also developed an Outlook plug-in allowing people to test the system. In the paper a classification was implemented into objective, negative and positive.

Also, the question of bipolarity or multipolarity of messages is important too. In the paper above analysis was made on phrases level thus messages could be bipolar. It could be a good point to check in this study.

A paper "A psychological based analysis of marketing email subject lines" [7] applies a similar approach for creating 40 tips to help you get an ideal e-mail subject. It provided emotional analysis, subjectivity analysis and sentiment analysis of real e-mails and got insights from each e-mail's labels in terms of attention, impression or interest it caused.

A paper "Sentiment Analysis for Automated Email Response System" [8] used messages between students and teacher to provide a comparative analysis on sentiment analysis classifier. According to it, RNN achieved the most accuracy on the dataset, and was used in auto-response system. In our study, we also can provide a comparison of different algorithms to define the most suitable for the data.

There are not so much algorithms, which support POS-tagging for Russian language. StanfordNLP algorithm used in this study was also described in the paper "Universal Dependency Parsing from Scratch". It is recurrent neural network-based algorithm, which can lemmatize in more than 50 languages. Also, there is no sentiment analysis related paper using smileys as a part of sentences and parentheses were used in this study as an additional indicator of message sentiment.

There are no Kazakh name generator works, which describe the proposed algorithm and methods. One of the latest updated papers is "Generating Thematic Chinese Poetry using Conditional Variational Autoencoders with Hybrid Decoders" [2]. The presented methodologies of utilizing grouping-to-arrangement models with consideration frequently produce non-topical sonnets. They present a novel restrictive variational autoencoder with a half and half decoder adding

the deconvolutional neural systems to the general intermittent neural systems to completely learn theme data by means of inactive factors. This methodology fundamentally improves the importance of the created sonnets by speaking to each line of the sonnet in a setting touchy way as well as in a comprehensive manner that is exceptionally identified with the given watchword and the educated theme. A proposed enlarged word2vec model further improves the musicality and evenness. Tests show that the created sonnets by the methodology described in the paper are generally fulfilling with directed guidelines and reliable subjects, and 73.42% of them get an Overall score no under 3 (the most elevated score is 5). In this study we will use sentiment analysis to estimate the quality of generated text.

One of the companies in Ukraine called KOLORO - Brand Design [10] in their blog had written how their branding process works. They come to a decision that helping the name of your children is like branding, the name should mean something, somehow related to parents' past, cultural values, your wishes, sounds good, doesn't mean anything bad in other languages and even uses statistics with a forecast. They also write interesting articles like how to not name children. The whole process looks like creating a name, checking uniqueness, comparing it in any language and making sure that it's not profanity or insult at the end lawyers check that name excludes the possibility of coincidence with the registered trademark. Also, they mentioned that in Switzerland this service costs \$28000.

It is shown that in the similar works authors present the model to generate text and evaluate it comparing with some benchmark and in this study the result of generation will be checked with sentiment analysis in Russian language, whether the name can mean something inappropriate.

Methods and materials

The pipeline used in this study for sentiment analysis is as following: to apply language identification first (to know which corpora to use) using langdetect library[11], removing

punctuation using TextBlob [12] and stop-words using nltk [13] library, lemmatization using StanfordNLP algorithm[1], tokenization using CountVectorizer and TF-IDF as described here "Twitter Sentiment Analysis using NLTK, Python" [14] and applying LogisticRegression classifier. Parentheses with spaces prior were not considered as stop-words since it can be used as additional emotional indicator.

According to "Why do Russians use parentheses instead of smileys?" [15] in Russian written communication parentheses are commonly used for emotions expression, and detection of emotions from smileys is also an advantage of this study.

Sentiment analysis in this study consists of:

1) Tokenizing a message using TextBlob library [12]. It has words function, which tokenizes text into words with default tokenizer function. But it is also available to use any nltk tokenizers as custom tokenizer, which suits your needs. Thus, TweetTokenizer from nltk was used, since it defines parentheses as smileys, and it could help in analysis of russian text.

2) After forming a word sequence, we remove stop-words using standard corpus from nltk library. But as a preprocessing step Langdetect is used to define English messages, which will be processed with English stop-words, and for other e-mails we use Russian stop-words.

3) Lemmatization is realized using StanfordNLP library with English corpora applied to English messages, and Russian one for Russian messages.

4) Apply CountVectorizer to get a matrix representing all the words in the document. It is shown below in Fig. 1:

5) To count TF-IDF weights for each token, which will be used as an input vector for the classifier:

- Tf(d,t) (Term frequency) is defined as the number of occurrence of the term t in document d
- Idf(t) (Inverse document of frequency) is defined as $\log(D/t)$, where D: Total number of documents and t: Number of documents with the term.

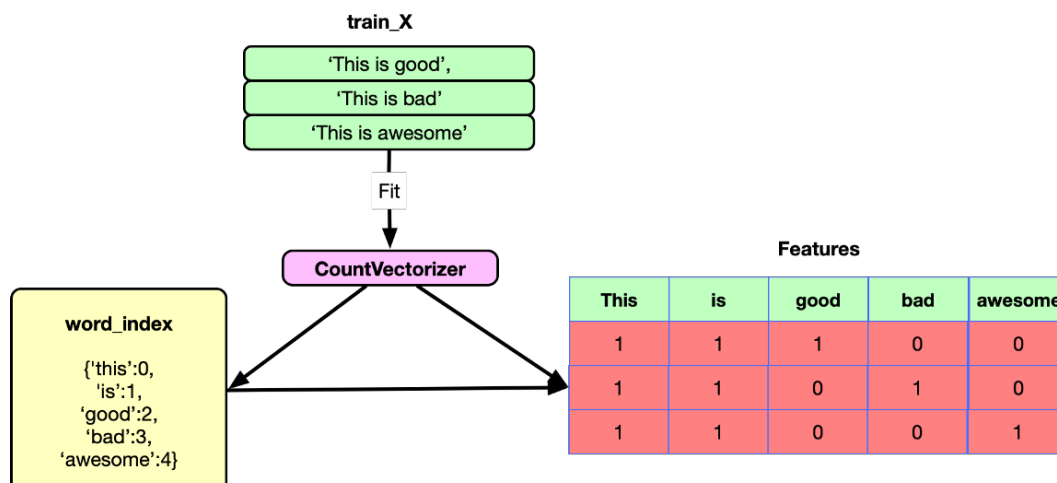


Figure 1. CountVectorizer sparse matrix demonstration

What Tf-Idf transformer does is returns the product of Tf and Idf which is the Tf-Idf weight of the term.

6) To apply StandardScaler [16], which standardizes features by removing the mean and scaling to unit variance. The standard score of a sample x is calculated as: $z = (x - u)/s$ where u is the mean of the training samples and s is the standard deviation of the training samples.

7) To apply LogisticRegression as a classifier, since it is the most common algorithm for binary tasks.

The model for names generation is one-layer LSTM with preprocessing which includes norming the name and one-hot encoding with Kazakh alphabet. It is also added with dropout with given probability 0.1 to avoid overfitting. It includes the steps:

- Preparation – helper function to get random pairs of (category, line). The category here is just a one-hot vector, just like the vector input. For each timestep (that is, for each letter in a preparation word) the contributions of the system will be (class, current letter, shrouded state) and the yields will be (next letter, next concealed state). So, for each preparation set, we'll need the classification, a lot of info letters, and a lot of yield/target letters. Since we are foreseeing the following letter from the present letter for each timestep, the letter sets are gatherings of back to back letters from the line - for example for "ABCD<EOS>" we would make ("A",

"B"), ("B", "C"), ("C", "D"), ("D", "EOS"). The classification tensor is a one-hot tensor of size $\langle 1 \times n_categories \rangle$. When preparing we feed it to the system at each timestep - this is a plan decision, it could have been incorporated as a major aspect of starting a concealed state or some other procedure.

- Training the network - we are making a forecast at each progression, so we are computing loss at each progression. The advantages of autograd permits you to just entirely ignore these losses at each progression and make a back-propagation. Preparing is the same old thing - consider training a lot of times and hold up a couple of moments, printing the present time and loss each print_every iteration, and keeping a store of a normal loss for every plot_every iteration in all_losses for plotting later.

- Sampling the network - to test we give the system a letter and ask what the following one is, feed that in as the following letter, and rehash until the EOS token.

Data and results

First, we implemented a neural network for generating names in Kazakh. So, after running the learning process for 200000 iterations, it shows good results. Figure 1 shows the training loss converging to the value close to zero, which means that training was successful and finally loss (which is Cross Entropy Loss in this study) is low enough.

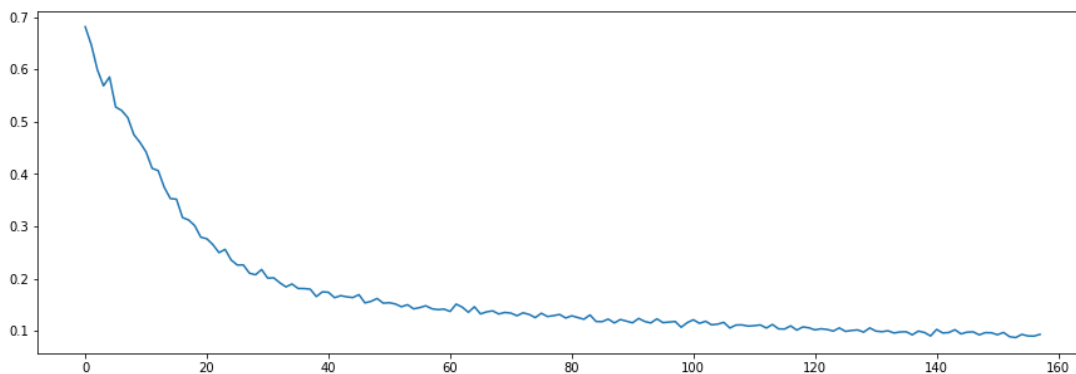


Figure 2. Training loss of Kazakh Names Neural Network

Then we generate some number of names. For example, as an input, we have entered the name in the Kazakh language, which generates pretty good names starting from each letter in the name (Figure 2). For the future, we can label each name by category for man or woman’s name or it is unisex.

- С – Саира
- А – Ақын
- Н – Нұртабай
- Ж – Жанар
- А – Аиман
- Р – Раира

Figure 3. Result of generated name based on input “САИЖАР”

The sentiment analysis model was trained on real outlook data and then it was tested and gave 81% accuracy achieved on validation set, which can be increased with using other non-linear classification algorithms. Also, it can give better result with more data, which must be manually labeled or adding some cross-validation for parameters. In Fig. 2 here are classification report [17], confusion matrix [18] and accuracy for validation set.

	precision	recall	f1-score	support
0	0.93	0.84	0.88	44
1	0.42	0.62	0.50	8
micro avg	0.81	0.81	0.81	52
macro avg	0.67	0.73	0.69	52
weighted avg	0.85	0.81	0.82	52

```
[[37 7]
 [ 3 5]]
0.8076923076923077
```

The validation set was also formed from e-mail messages. In comparison with other related works, it seems a similar result, since in [8] it was achieved from 81.5% to 87% accuracy depending on model for sentiment analysis with using 40 000 samples from open datasets in English. But using 10 000 it gives only approximately 50% accuracy.

And after adding our generated names to the sentences and defining its sentiments, we have a system, which is able to check generated names whether it means anything inappropriate.

Conclusion

We have created a system, which generates Kazakh names and we have implemented sentiment analysis of mostly Russian e-mails with using of StanfordNLP lemmatizer and Logistic Regression as a classifier. It is applied to real e-mails from the mailbox, and to the sentences including the generated names. In this study only binary sentiment analysis was made, but it can be improved with adding several emotions to be detected. It gave 81% on validation set but can be improved with adding more data. Also, custom tokenizer can be used for splitting text to words, with adding all specifications of Russian e-mail text or abbreviations specific for e-mail communication. The system can generate new name for you in Kazakh and then check if it means anything in Russian, which can have bad sentiment. In future, it can be added with checking within other languages, so that generated name will be appropriate to use.

REFERENCES

1. Peng Qi, Timothy Dozat, Yuhao Zhang and Christopher D. Manning. 2018. Universal Dependency Parsing from Scratch in Proceedings of the CoNLL 2018 Shared Task: Multilingual Parsing from Raw Text to Universal Dependencies, pp. 160-170
2. Нұргүл Абай. Балаға ең жиі қойылатын ТОП-20 есімнің мағынасы немесе ақ қорда нені ұмытпаған жөн. Sputniknews.kz. Nov 25, 2018. <https://sputniknews.kz/society/20181013/7589294/bala-esim-top-20.html>
3. Накипов Мұхамедәлі Асанұлы. Қазақша есімдердің тізімі. Bilim-All.kz. March 12, 2018. <https://bilim-all.kz/esimder/all>
4. Айнаш Ануарбек. Қазақша қыз есімдері мен олардың мағынасы. April 11, 2017. Yvision.kz. <https://yvision.kz/post/763198>
5. Stan.kz. Қазақы есімдер. Ұлыңызға қандай есім бердіңіз. Stan.kz. May 12, 2018. <https://stan.kz/kazaky-esimder-ulynyzga-kanday-esim-b/>
6. Erik Tromp; Mykola Pechenizkiy, “SentiCorr: Multilingual Sentiment Analysis of Personal Correspondence”, 2011 IEEE 11th International Conference on Data Mining Workshops, 2011.
7. R. Miller; E.Y.A. Charles, “A psychological based analysis of marketing email subject lines”, 2016 Sixteenth International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions (ICTer), 2016.
8. Muhammad Babar Abbas; Mukarram Khan, “Sentiment Analysis for Automated Email Response System”, 2019 International Conference on Communication Technologies (ComTech), 2019
9. Xiaopeng Yang, Xiaowen Lin, Shunda Suo, Ming Li. Generating Thematic Chinese Poetry using Conditional Variational Autoencoders with Hybrid Decoders. Arxiv Sanity Preserver. 5 Mar 2020. <https://arxiv.org/abs/1711.07632v4>
10. Анна Слѐз. Как выбрать имя ребенку. Koloro brand Design Blog. Dec 4, 2019. <https://koloro.ua/blog/brending-i-marketing/sozdanie-imeni-rebenky.html>
11. Port of Nakatani Shuyo's language-detection library, Feb 16, 2020 <https://pypi.org/project/langdetect/>
12. Steven Loria, TextBlob: Simplified Text Processing, April 26, 2020. <https://textblob.readthedocs.io/en/dev/>
13. Pratima Upadhyay, Removing stop words with NLTK in Python, March 30, 2017. <https://www.geeksforgeeks.org/removing-stop-words-nltk-python/>
14. Mohamed Afham, “Twitter Sentiment Analysis using NLTK, Python”, towardsdatascience, 2019
15. OLEG YEGOROV, “Why do Russians use parentheses instead of smileys?”, RBTH, 2017. Available: <https://www.rbth.com/lifestyle/326858-why-russians-use-parentheses>
16. Jeff Hale, Scale, Standardize, or Normalize with Scikit-Learn, Mar 4, 2019. <https://towardsdatascience.com/scale-standardize-or-normalize-with-scikit-learn-6ccc7d176a02>
17. A Ydobon, How to interpret a Classification Report, Jan 25, 2020. <https://medium.com/@a.ydobon/justforfunpython-how-to-interpret-a-classification-report-189edc487460>
18. Abhishek Sharma, Confusion Matrix in Machine Learning, Dec 13, 2019. <https://www.geeksforgeeks.org/confusion-matrix-machine-learning/>

УДК 004.2; 004.896
МРНТИ 50.41;55.30

A REVIEW OF ROBOTICS AND HAND TOOLBOX: A JOURNEY ON THE OPEN-SOURCE ROBOTICS WORLD WITH SIX TOOLS

NURMUKAN K.¹, KUANDYKOV A.², AMANTAYEVA A.¹, TOLEUGAZY P.¹

¹*al-Farabi Kazakh National University*

²*International Information Technology University*

Abstract: *In robotics development processes start from high level abstraction to demonstrating the particular case or simply prove an algorithm compared to another algorithm works better most of the time researchers might be seeking a straightforward way. It does work if you already set up your own ready research environment but it is not an easy way if you don't have a proper lab environment. In this paper authors motivated by those research environment problems, beginning to discover from authors own perspective attempt to classify the robotics tools with following criteria: by open source, by frequently improving updated versions activity, by whether or not widely supported by researchers and industry or worldwide user groups etc. Finally, author come out with a pace of recommendation for new robotics research with authors research experience to the six open source robotics tools. During the past two years author used the six tools, some of them used not much, some used more. Whatever now is the time to tell people which one has what features compared to each other. In addition, because of the author's own research interest mainly from robotic hand grasping, naturally two related toolboxes (GraspIT! and Syngrasp) are also covered with the same criteria. Author hopes the viewpoint of "the journey" will help others save a pace of time for robotics research.*

Key words: *Open Source Robotics, Robotics Toolbox, Robotics Library, Robotics Simulator, Syngrasp, GraspIT!, Robot Hand, ROS*

АЛТЫ АШЫҚ РОБОТОТЕХНИКАСЫНА ШОЛУ

Аңдатпа: *Робот техникасын дамыту процесінде жоғары деңгейдегі абстракциядан нақты жағдайды көрсетуге дейін немесе жай ғана дәлелденген алгоритммен немесе басқа алгоритммен салыстырғанда, алға қарай жылжуга ыңғайлы болады. Егер сіз дайын зерттеу ортасын орнатқан болсаңыз, онда жақсы жұмыс істейді, бірақ сізде тиісті зертханалық орта болмаса, оңай емес. Бұл жұмыста автор робототехника құралдарын бірнеше критерийлер бойынша жіктеуді өз тұрғысынан ашуға тырысып, зерттеу ортасының проблемаларын қозғазған.*

Түйінді сөздер: *ашық робототехника, Robotics Toolbox, Robotics Library, Robotics Simulator, Syngrasp, GraspIT!, Robot Hand, ROS*

ОБЗОР ШЕСТИ ОТКРЫТЫХ ПЛАТФОРМ РОБОТОТЕХНИКИ

Аннотация: *В процессе разработки робототехники начните с высокого уровня абстракции до демонстрации конкретного случая или просто проверенный алгоритм или по сравнению с другим алгоритмом работает лучше, в этом случае может быть поиск прямого пути. Это работает лучше, если вы уже настроили свою собственную готовую исследовательскую среду, но это не простой способ, если у вас нет подходящей лабораторной среды. В этой статье авторы руководствуются этими проблемами исследовательской среды, пытаюсь обнаружить с собственной точки зрения классификацию инструментов робототехники по нескольким критериям.*

Ключевые слова: *Открытая робототехника, Robotics Toolbox, Robotics Library, Robotics Simulator, Syngrasp, GraspIT!, Robot Hand, ROS*

Introduction

Any researcher who believes an idea is worth trying, it leads that eager to success. Assume that you are not a kind of "lucky enough" new researcher, does not have enough lab resources either limited budget to purchase robotics even so who believe that the "Algorithm" has unique capabilities, turn out that beyond the eagerness to success of the feeling drive you continue to prepare the R&D environment. Probably, the expectation happens all the time on your side. Another assumption that you are a member of an interesting project which follows up an unexpected plan, or that project needs cross-disciplinary researchers, to each researcher some aspect of the project seems to be black box at first. Furthermore, It makes communication difficult in the research process. Either of case, In order to continue the research activity or effectively assist each other, the obstacles and the unfamiliar part needs a highly abstract layer to wrap it up by service, which mostly adapt with software Application Programming Interface (API) by specific library or a tool box maybe possible in a simulation platform to increasingly simplify the communication each individual researcher also helps out the productivity of research result. The main idea of each aspect in the project has to be connected with loss coupled independent abstract layers. This helps each researcher stand up in a proper working environment able to effort their own skills and with the best knowledge. Especially, one typical case that some researcher who coming from computer engineering background doing robotics research, generally, robotics include cross four science field (those are mechanics plus mathematics and electronics engineering and software engineering field) basically software engineer it is not possible to understand at first place all of the tools or methodology of robotics science, but if want to learn to apply it, have to has a way to gradually possible. That is the reason, I went through the personal research experience, understood how difficult and what is the most difficult for as a

software engineer doing robotics research if not has proper guides. The following content will describe six tools specific for robotics, reusable level differently, some of them can be applicable libraries and some of them platform simulation level. All of them are open source. For each of them exposing the main feature starts from evaluating building from source file to installation, configuration, using in the test or demonstrating examples to compare each other how those features are provided, how long been versions updated, compared each robotics tool does the same feature or differently provided. Also because of my own interest mainly from robotic hand grasping, naturally many related toolboxes are also covered with the same criteria. Finally I made a little bit of a recommendation as a conclusion.

Robotics Library (RL)

Robotics Library (RL) [14] is a library for mechanical kinematic, motion planning and robotics control. It includes math function, kinematics, dynamics and hardware abstraction, collision detection, and visualization. It was not only used research project [5] but also used an industry robotics project [13]. In Figure 1, Figure 2 and Figure 3 with few examples to show basic robotics functionality of what RL can do.

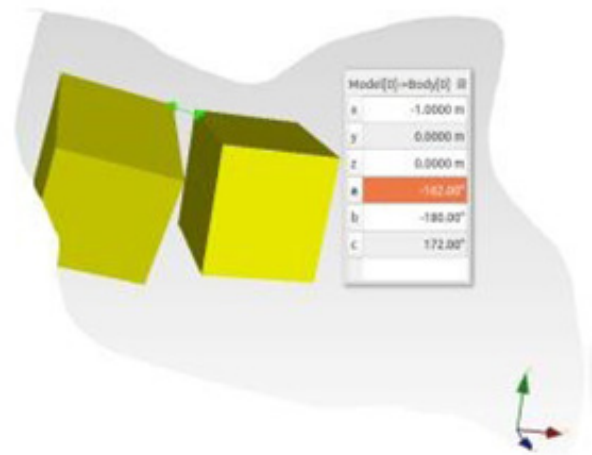


Figure 1: Using RL Demonstrating the basic of rigid body kinematics behavior

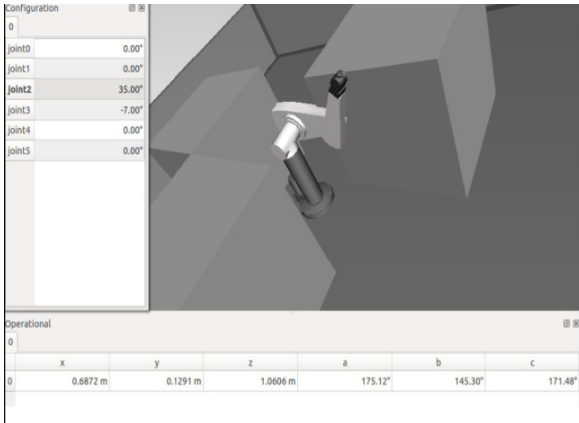


Figure 2: Demonstrating more standard robotics arm with kinematics joint constraints

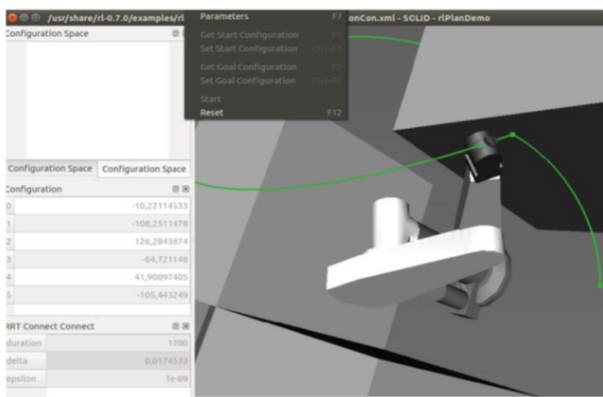


Figure 3: Demonstrating the path planning algorithm with robotics arm

DART

DART (Dynamic Animation and Robotics Toolkit) [8], official website: <https://dartsim.github.io>, DART more importantly focused on accuracy of for all aspect of robotics kinematic dynamic computation, more likely it can contrast with other physics engine ODE, Bullet etc. The following picture (Figure 4, Figure 5, Figure 6, Figure 7, Figure 8, Figure 9) visually shows few aspects of the capability of DART does.

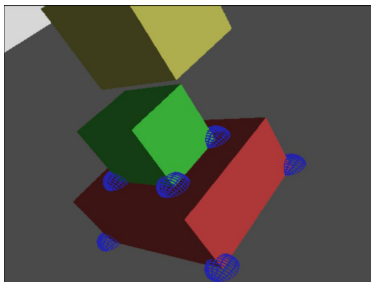


Figure 4: DART demonstrating basic rigid body falling down process with physics nature visualizing, as the demo they didn't cross penetrating each other while boxes hit each other

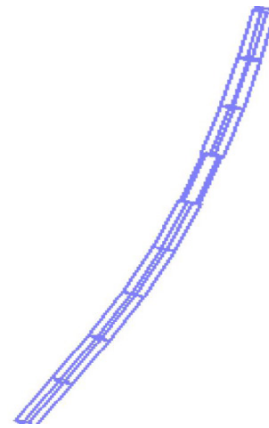


Figure 5: DART demonstrating a multi jointed part pendulum process, which shows that with nature of physics behavioral process

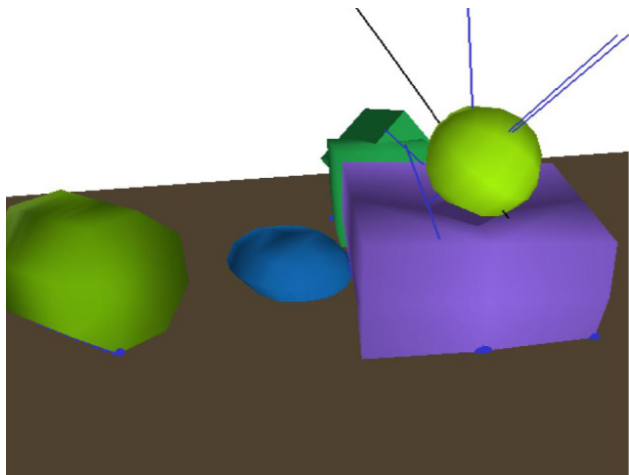


Figure 6: DART demonstrating basic soft rigid body falling down process with collision effect physics nature visualizing, as the demo they didn't cross penetrating each other but they deforming or squeezing while boxes are hit each other

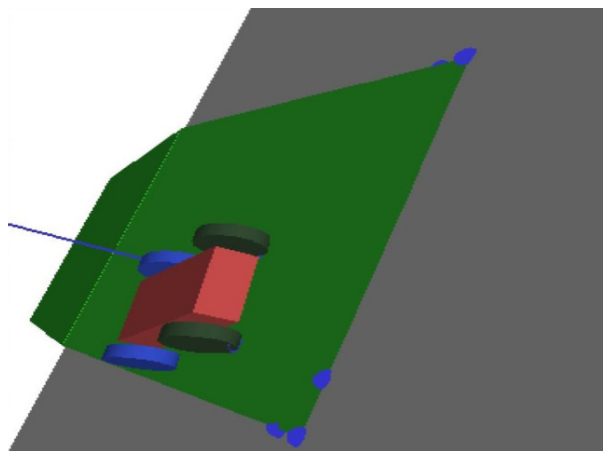


Figure 7: DART demonstrating simple modules of vehicle moving path in the particular environment, also be able to control the moving process

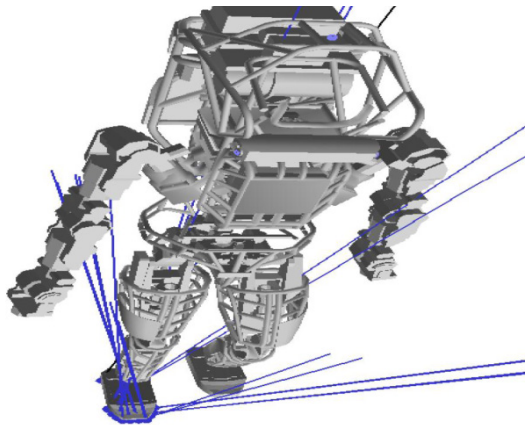


Figure 8: DART demonstrating the step moving, keep balancing during the moments etc. with the famous ATLAS whole body humanoid robotics

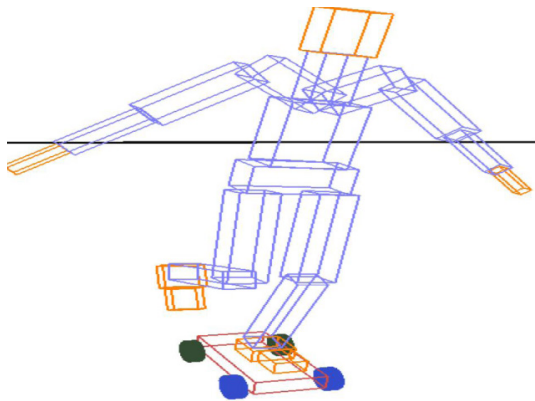


Figure 9: DART demonstrating another simpler whole humanoid rigid body skeleton module balanced during the moving

SynGrasp

SynGrasp Toolbox, it is a matlab toolbox[10], focus on hand dexterity and manipulation analyze. Active open source tool. Last updated in December 2019, till now a new updated 2.3 version, found on the official site: syngrasp.dii.unisi.it. The tools used many eropone project as following :Hands.dvi ECHORD Project [15], THE – The Hand Embodied, WEARHAP – Wearable haptics for humans and robots [12], SOMA – Soft Manipulation[16] [17]. Main feature of SynGrasp Toolbox: 1. Hand Grasp Modeling: Four robot hand models are provided. Humanoid hand, three-finger hand, modular hand, DLR / HIT second-generation hand. In Figure 10 -Figure 11 shows that grasping object with three fingered hands, but in Figure 12 - Figure 13 shows with five fingered hands. 2. Grab modeling and planning:

Grab gripper configuration, contact point, grab Jacobian matrix calculation, controllable internal force subspace, rigid object operation. 3. Grasp analysis: Provides different grasp quality evaluation indicators. Including optimized force distribution, and taking into account the under-actuated hand joint coupling (hand synergy) see in Figure 14 and Figure 15. allowing the execution of motion and force operation capability analysis. 4. Graphical interface: visualization of objects and grippers.

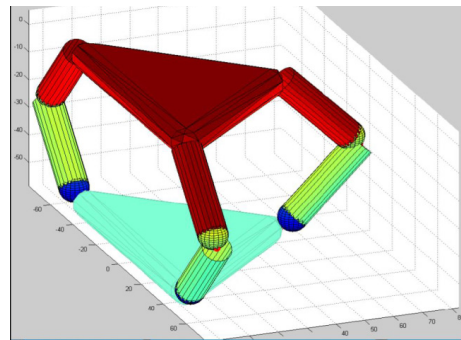


Figure 10: SynGrasp showing the persigin grip with three fingered hand modules

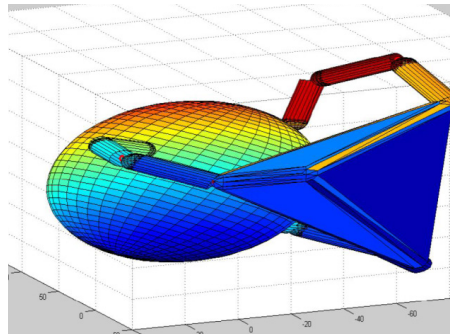


Figure 11: SynGrasp showing the finger grasp the sphere with three fingered hand modules

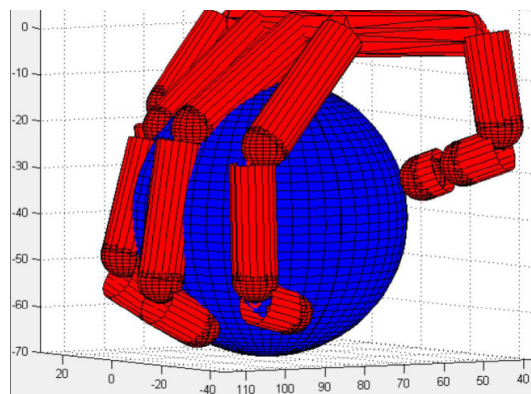


Figure 12: SynGrasp showing articulate the spare object with Five finger hand modules

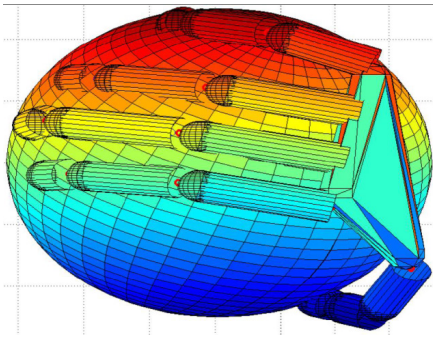


Figure 13: SynGrasp showing the power grasp the spare object with five finger hand modules

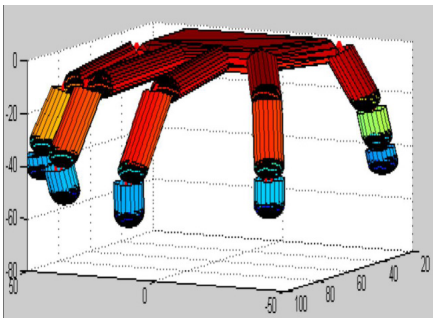


Figure 14: SynGrasp demonstrating the hand synergy, hand extension

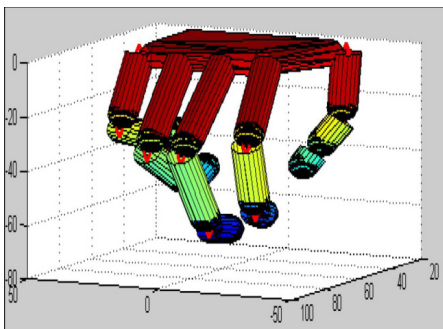


Figure 15: SynGrasp demonstrating the hand synergy, hand power grasp planning

OpenRAVE

OpenRAVE (Open Robotics Automation Virtual Environment), the official web site <http://openrave.org> last version 0.9, was last updated in 2013[4]. OpenRAVE is an open source robot simulation software. OpenRAVE provides a testing environment for robots, and its main function is the simulation and analysis of kinematics and geometric information for motion planning. In terms of applications, OpenRAVE is mainly used to develop and deploy robot motion planning algorithms, and these algorithms can be applied to actual robots. Due to the nature

of OpenRAVE's independent operation, these algorithms can be easily integrated into existing robotic systems. It provides many command-line tools for robot developers and robots with a core runtime small enough to be used for internal controllers and larger frameworks. OpenRAVE is an open source crossplatform software architecture, namely an open robot and animation virtual environment. OpenRAVE targets real-world robotic applications, including seamless integration of 3-D simulation, visualization, planning, scripting, and control. Its plug-in architecture allows users to easily write custom controllers and extend functionality. By using the OpenRAVE plug-in, any designed algorithm, robot controller, or sensing subsystem can be distributed and dynamically loaded at runtime, thereby freeing developers from using a monolithic code base. In this way, OpenRAVE users can focus on problem planning and script development without having to explicitly manage the details of robot kinematics and dynamics, collision detection (e.g Figure 16), world updates, and robot control. The OpenRAVE architecture also provides a flexible interface that can be used in conjunction with other popular robot software packages such as Player and ROS, as it focuses on automatic motion planning (e.g Figure 17) and high-level scripting rather than low-level control and information protocols. OpenRAVE also supports a powerful scripting environment, making it easier to control and monitor robots and change execution processes at runtime.

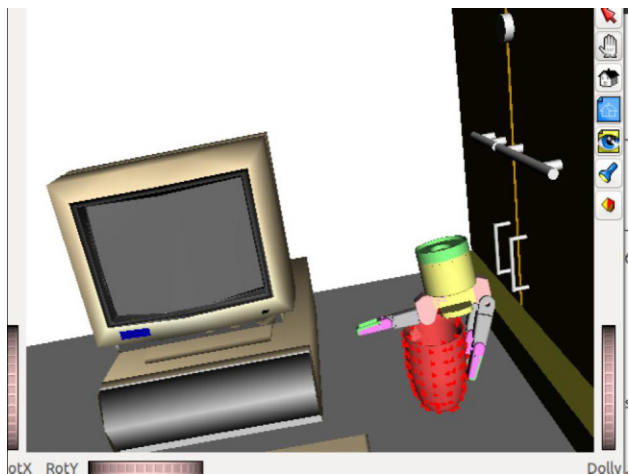


Figure 16: OpenRAVE demonstrating the grasping a cup

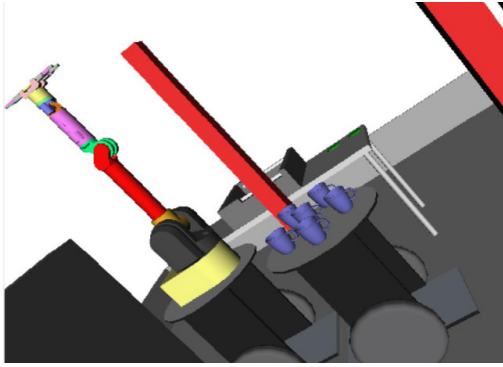


Figure 17: OpenRAVE demonstrating path planning trajectory

GraspIt!

GraspIt! [11] was designed for hand grasping open source systems, not for all general purposes functionality of robotics simulation. Grasping control has a problem of high performance computation. Especially multi-fingered grasp has a more complex DoF design complexity problem [7]. The complexity of computation is very time consuming in terms of grasp planning including collision detection. That is the reason some researchers doing pre-grasp computation as offline optimisation result save it for "best grasp" result to database [6], get load while need feasible grasp without collision, the grasp plan available without math modeling computation instead of getting it searching in the database, it would show outstanding performance. If grasp planning counts as part of the motion planning, turnout Improving motion path planning eventually improves the whole robotics performance. GraspIT! one of the solutions and reasons why researchers like to use it. Following two picture (see 3-17.Figure 3-17 and 3-18.Figure) show visual grasping results with a multi-fingered hand.

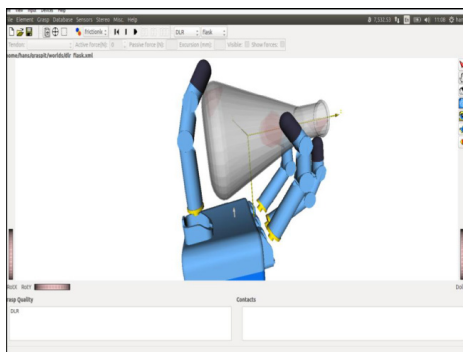


Figure 18: GraspIT! Demonstrating the auto grasping algorithm

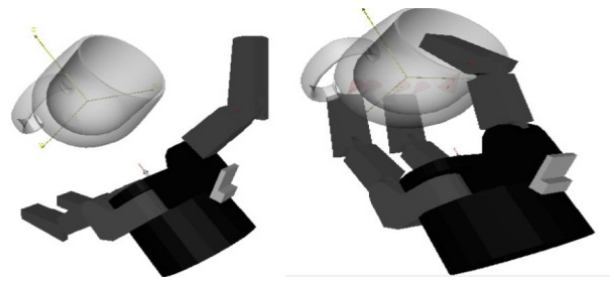


Figure 19: GraspIT! Showing that the two separate stage of the grasping

ROS (Robotics Operating System)

The primary design goal of ROS is to increase code reuse in the field of robotics research and development [2]. ROS is a distributed processing framework (as Nodes). This allows executables to be designed individually (nodes) and loosely coupled at runtime. These processes can be encapsulated into packages and stacks for easy sharing and distribution. ROS also supports a federated system of code bases. Enable collaboration to be distributed. This design from the file system level to the community level makes it possible to independently determine development and implementation. learning or experiencing robotics multi agent system, ROS where are the right places to go[1]. ROS makes it possible to share open source robotics to the public [3].

Discussion

In this paper compared the six robotics libraries/framework/ or platform (ROS and OpenRAVE can be called platform) from seven different aspects. See more details in Table-1. Basically, RL and DART are forced on more fundamental robotics application purposes. But DART is especially more care about calculation accuracy and applying physics law as a core of usages in the library. This is the reason DART has been used as a physics engine in some platforms (i.e OpenRAVE). As you can see from a programming language perspective C++ is a very important language in robotics research. SynGrasp and Graspit! Spacillay only for robotics hand analysing purposes has been provided. Noticeably, one of the robotics applications interestingly covered investigation specific

Table 1: The six robotics platforms compared with seven different aspects

	Program Language	Single Robot/ Multi Agent	Motion Planning	Collision Detection	Robotics Research Purpose	Developmentt Environmen	Robotics Geometry Format
RL	c++	single	Yes	Yes	General	Liberary	URDF/VRML (.wrl)
DART	C++, Python	Single	Yes	Yes	General	Library	URDF/SDF
OpenRAVE	C++, Python, Octave, Lisp	Single	Third part integrable	Third part integrable	General + Robot Hand	Plugin + Simulation	COLLADA (*.dae/*.zae)
SynGrasp	MatLAB only	Single	Only for Grasp Planning	No	Robot Hand	Library + Analysing tool	No
GraspIT!	C++, MatLAB interface	Single	Only for Grasp Planning	Yes	Robot Hand	Simulation + Analysing tool	VRML (.wrl) and Inventor (.iv) files
ROS	C++, Python, Octave, Lisp	Multi Robot(Agent)	Third part integrable	Third part integrable	All	All	URDF

for robotics hand grasping aspects, which tool called "OpenGrasp"[9], which integrated many usefully lib and tools like OpenRAVE, FISICAS etc, the main focus was also only for robotics hand, but personally I did not recommend at all for two reason, first, currently OpenGrasp didn't work either with source in svn or other pre-build packages distribution installation, same time I found it some users notice that it is a long time didn't update the release(last updated time 2011). Second, personally spending a lot of time trying it out didn't succeed. Finally, I would like to recommend the ROS(Robotics Operating System) compared with other robotics tools. ROS might be a better choice if you like to investigate multi robotics(multi agent) fields.

Conclusion

In order to continue research activity or effectively assist each other, the obstacles and the unfamiliar part needs a highly abstract layer to wrap it up by service, which mostly adapt with software Application Programming Interface(API) by specific library or a tool box maybe possible in a simulation platform to increasingly simplify the communication each individual researcher also helps out the productivity of research result. The main idea of each aspect in the project has to be connected with loss coupled independent abstract layers. This helps each researcher stand up in a proper working environment able to effort their own skills and with the best knowledge.

REFERENCES

1. M. Alberri, S. Hegazy, M. Badra, M. Nasr, O. M. Shehata, and E. I. Morgan. Generic ros-based architecture for heterogeneous multi-autonomous systems development. In 2018 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES), pages 1–6, Sep. 2018.
2. S. Cousins. Welcome to ros topics [ros topics]. IEEE Robotics Automation Magazine, 17(1):13-14, March 2010.
3. S. Cousins, B. Gerkey, K. Conley, and W. Garage. Sharing software with ros [ros topics]. IEEE Robotics Automation Magazine, 17(2):12–14, June 2010.
4. Rosen Diankov. Welcome to open robotics automation virtual environment-openrave, 2013.

5. Mary Ellen Foster, Markus Rickert, and Michael Braun. The JAST collaborative human-robot dialogue system. In *Proceedings of CogSys II (Poster session)*, Nijmegen, Netherlands, 2006.
6. C. Goldfeder, M. Ciocarlie, Hao Dang, and P. K. Allen. The columbia grasp database. In *2009 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pages 1710–1716, May 2009.
7. John Lin, Ying Wu, and T. S. Huang. Modeling the constraints of human hand motion. In *Proceedings Workshop on Human Motion*, pages 121–126, Dec 2000.
8. Jeongseok Lee, Michael X. Grey, Sehoon Ha, Tobias Kunz, Sumit Jain, Yuting Ye, Siddhartha S. Srinivasa, Mike Stilman, and C. Karen Liu. DART: Dynamic animation and robotics toolkit. *The Journal of Open Source Software*, 3(22):500, Feb 2018.
9. Beatriz León, Stefan Ulbrich, Rosen Diankov, Gustavo Puche, Markus Przybylski, Antonio Morales, Tamim Asfour, Sami Moio, Jeannette Bohg, James Kuffner, and Rudiger Dillmann. Opengrasp: A toolkit for robot grasping simulation. In Noriaki Ando, Stephen Balakirsky, Thomas Hemker, Monica Reggiani, and Oskar von Stryk, editors, *Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots*, pages 109–120, Berlin, Heidelberg, 2010. Springer Berlin Heidelberg.
10. M. Malvezzi, G. Gioioso, G. Salvietti, and D. Prattichizzo. Syngrasp: A matlab toolbox for underactuated and compliant hands. *IEEE Robotics Automation Magazine*, 22(4):52–68, Dec 2015.
11. A. T. Miller and P. K. Allen. Graspit! a versatile simulator for robotic grasping. *IEEE Robotics Automation Magazine*, 11(4):110–122, Dec 2004.
12. Domenico Prattichizzo and Giovanni Spagnoletti. *Wearhap - wearable haptics for humans and robots*, 2017.
13. Gunther Reinhart, Wolfgang Vogel, Wolfgang Rösel, Frank Wallhoff, and Claus Lenz. Jahir - joint action for humans and industrial robots. In *Fachforum: Intelligente Sensorik - Robotik und Automation*. Bayern Innovativ - Gesellschaft für Innovation und Wissenstransfer mbH, 2007.
14. M. Rickert and A. Gaschler. Robotics library: An object-oriented approach to robot applications. In *2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, pages 733–740, Sep. 2017.
15. Gionata Salvietti, Guido Gioioso, Monica Malvezzi, Domenico Prattichizzo, Alessandro Serio, Edoardo Farnioli, Marco Gabiccini, Antonio Bicchi, Ioannis Sarakoglou, Nikos Tsagarakis, and Darwin Caldwell. *Hands.dvi: A device-independent programming and control framework for robotic hands*. In Florian Rohrbein, Germano Veiga, and Ciro Natale, editors, *Gearing up and accelerating cross-fertilization between academic and industrial robotics research in Europe*, pages 197–215, Cham, 2014. Springer International Publishing.
16. C.D. Santina, V. Arapi, G. Averta, F. Damiani, G. Fiore, A. Settini, M. G. Catalano, D. Bacciu, A. Bicchi, and M. Bianchi. Learning from humans how to grasp: A data-driven architecture for autonomous grasping with anthropomorphic soft hands. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 4(2):1533–1540, April 2019.
17. C.D. Santina, C. Piazza, G. Grioli, M. G. Catalano, and A. Bicchi. Toward dexterous manipulation with augmented adaptive synergies: The pisa/iit softhand 2. *IEEE Transactions on Robotics*, 34(5):1141–1156, Oct 2018.

УДК 51-74
МРНТИ 28.19.23

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФРАКТАЛЬНЫХ БАЗ ЗНАНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

РУСТАМОВ Н.Т., АБДРАХМАНОВ Р.Б., САПАРХОДЖАЕВ Н.П., АМАНОВ А.А.

Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави

Аннотация: В данной работе рассмотрены онтологические свойства знаний, вытекающих именно из семантических свойств информации. Формализуя понятия «сообщение», «данные» и «информация», алгоритмизирована процедура получения из этих понятий необходимых знаний. Приведена формализованная методика анализа знаний на основе интерпретации информации в контексте, при этом акцентируя на сущностные свойства информации. Показано, что, если интерпретировать одну и ту же информацию в разных контекстах, то семантика знаний будет другой. Предложен критерий фрактальности знаний в информационных системах. С другой стороны, фрактальность информации является предпосылкой появления фрактальной онтологии знаний. Доказано условие создания фрактальных баз знаний в интеллектуальных системах, вводя понятие фильтра знаний. В свою очередь эти фильтры формируются из сущностных свойств информации. Поэтому представление знаний через «данные», «информация» имеет принципиальное значение при проектировании фрактальных баз знаний в интеллектуальных информационных системах.

Ключевые слова: фрактальность, знания, интеллектуальная система, фильтры знаний, производственная форма знаний, семантика, база фрактальных знаний

ALGORITHMIC BASES OF DESIGNING FRACTAL KNOWLEDGE BASES IN INTELLECTUAL SYSTEMS

Abstract: In this paper, the ontological properties of knowledge derived from the semantic properties of information are considered. Formalizing the concepts of “message”, “data” and “information”, the procedure for obtaining the necessary knowledge from these concepts has been algorithmized. A formalized methodology for analyzing knowledge based on the interpretation of information in context is given. While focusing on the intrinsic properties of information. It is shown that if one interprets the same information in different contexts, then the semantics of knowledge will be different. A criterion for the fractality of knowledge in information systems is proposed. On the other hand, the fractality of information is a prerequisite for the emergence of a fractal ontology of knowledge. The condition for creating a fractal knowledge base in intellectual systems is proved by introducing the concept of a knowledge filter. The turn of these filters is formed from the essential properties of information. Therefore, the representation of knowledge through “data”, “information” is of fundamental importance in the design of a fractal knowledge base in intelligent information systems.

Key words: fractality, knowledge, intellectual system, knowledge filters, production form of knowledge, semantics, fractal knowledge base

ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ ФРАКТАЛДЫҚ БІЛІМДЕР БАЗАСЫН ҚҰРУДЫҢ АЛГОРИТМДІК НЕГІЗДЕРІ

Аңдатпа: Бұл жұмыста ақпараттың семантикалық қасиеттерінен келіп шығатын білімнің онтологиялық қасиеттері қарастырылған. «Хабарлама», «деректер» және «ақпарат» деген ұғымдарды формализациялау арқылы олардан қажетті білімдерді алу процедурасына алгоритм құрастырылған. Контекст негізінде ақпараттарды интерпретациялаудың білімдерді формализацияланған талдау әдісі келтірілген. Мұнда ақпараттың маңыздылығына көңіл аударылады. Бір ақпаратты әртүрлі контекстінде интерпретациялауда білімнің семантикасы әркелкі болатыны көрсетілген. Ақпараттық жүйелерде білімдердің фракталдық критерийі ұсынылған. Екінші жағынан ақпараттың фракталдығы білімдердің фракталдық онтологиясының пайда болуына алып келеді. Білімдер сүзгісі деген ұғымды ендіру арқылы интеллектуалдық жүйелерде фракталдық білімдер базасының пайда болу шарты дәлелденген. Өз кезегінде бұл филтрлер ақпараттың маңыздылығына байланысты пайда болады. Сондықтан білімдерді «деректер», «ақпарат», «хабарлама» арқылы ұсыну интеллектуалдық ақпараттық жүйелерде фракталдық білімдер базасын жобалауда алар орны зор.

Түйінді сөздер: фракталдық, білім, интеллектуалдық жүйе, білімдер сүзгілері, білімдерді ұсынудың өнімді формасы, семантика, фракталдық білімдер базасы

Введение

Как мы знаем, накопление, распространение и передача знаний от поколения к поколению во все времена определяли развитие человеческой цивилизации. При этом все зависело от того, как хранились эти знания, как они передавались. В последние десятилетия знания, интеллектуальные ресурсы приобрели особую значимость в социальном и экономическом развитии общества. Это связано с действием ряда фундаментальных факторов и, прежде всего, с информационной революцией и возникновением новой цифровой экономики.

Новой цифровой экономике – экономике, основанной на знаниях, свойственен стремительный рост наукоемкости товаров и услуг, сокращение их жизненного цикла, интеллектуализация используемых технологий, обеспечивающих кратное повышение производительности труда, возникновение крупного сегмента рынка собственно интеллектуальных продуктов и услуг (патенты, лицензии, транзакции, консалтинг), быстрый темп обновления знаний и необходимость их постоянного пополнения. Все это требует разработки новых методов и технологий представления, обработки и поиска фрактальных знаний [1, 2]. Для облегчения работы со знаниями

надо иметь определенную семантическую и алгоритмическую систему, на основе которой можно было создать базу знаний, благодаря первичным данным в рамках одной информационной системы. В этом случае, такая интеллектуализированная информационная система приобретает форму товара. Только в этом случае можно успешно конкурировать на рынках цифровой экономики [3-5]. Здесь определяющую роль играет понятие «информация». Информация – это данные, интерпретированные в определенном контексте (необходимые пользователю, полезные для решения). Или информация – это «данные, наделенные значимостью и целями» [6].

Целью работы является алгоритмизация представления информации в виде знаний при заданном контексте.

Метод решения

Совпадают ли между собой понятия «данные об объекте» и «информация об объекте?» Оказывается это разные понятия. В самом деле можно привести примеры разных данных [7].

Объект – первичное и строго неопределяемое понятие. Оно всегда противопоставляется другому, двойственному ему понятию

- субъект. Субъект обладает способностью воспринимать, преобразовывать и использовать информацию и знания об объекте.

Объект – одно из самых общих понятий. Всякий объект обладает определенными свойствами, проявляющимися при взаимодействии с другими объектами. Эти свойства объекта проявляются в рамках того или иного контекста. Скажем, свойство объекта двигаться, развиваться и т.п. будет проявляться в контексте *времени*. Всякое сведение предполагает свой первоначальный источник. Причем всякое сведение описывает два множества объектов. Одно – X опорное множество тех объектов, которые являются допустимыми для регистрации датчика. Другое множество δ тех объектов из X , для которых датчиком фиксируются вполне определенные свойства. Тем самым, второе множество есть часть первого, т.е. подмножество, $\delta \subset X$.

Далее, всякое сведение должно иметь указатель (имя) объекта, о котором сообщается в данном сведении. Обозначим через x тот объект, который указан в сведении.

Тогда x является элементом как опорного множества X , так и подмножества δ , т.е. $x \in X, x \in \delta$. Будем называть указатель объекта семантическим указателем сведения. По своей сути эти указатели выражают рассматриваемый контекст.

Семантика всякого сведения предполагает наличие следующих четырех величин: опорного множества X объектов, семантического указателя x одного из объектов X , т.е. $x \in X$, подмножества δ объектов из X , т.е. $x \subset X$ и рассматриваемый контекст p , которая характеризует достоверность выполнения главного условия $x \in \delta$ [8].

В связи с этим, всякое сведение об объекте $x \in X$ будем обозначать триадой

$$(p) \delta (x) \quad (1)$$

Если контекст имеет фрактальное свойство, то сведение приобретает фрактальность. В свою очередь фрактальность сведения придает ему устойчивый характер.

Теперь перейдем к анализу более сложного понятия «данные об объекте». Для этого рассмотрим конкретный пример – прогноз

погоды: завтра днем в Астане ожидается солнечная погода, температура воздуха 24°-26° тепла, к вечеру возможно гроза. Эти данные включают несколько (а именно три) сведений типа (1) об одном и том же объекте – дневной погоде в Астане на завтра. Здесь опорное множество X объектов – это различные состояния дневной погоды в различных местах и в различные дни. Семантический указатель x – это дневная погода в Астане на завтра. Здесь имеем три сведения вида (1):

$$p_1 \delta_1(x), p_2 \delta_2(x), p_3 \delta_3(x)$$

где δ_1 означает «солнечная погода», δ_2 – «погода с дневной температурой 24°-26° тепла», δ_3 – «погода, когда вечером происходит гроза». Очевидно, что $\delta_1 \subset X, \delta_2 \subset X, \delta_3 \subset X$. Семантические достоверности здесь p_1, p_2, p_3 – это скалярные достоверности событий $x = \delta_1, x = \delta_2, x = \delta_3$. Наряду с отдельными сведениями об объекте вида (1) имеют дело с наборами (семействами) сведений об одном объекте. Такие наборы называют данными об объекте. Будем данные об объекте $x \in X$ обозначать следующим образом:

$$\{(p_1) \delta_1(x); (p_2) \delta_2(x); \dots\} \quad (2)$$

Для упрощения записи вместо (2) будем иногда писать

$$\{(p_1) \delta_1; (p_2) \delta_2; \dots\} (x) \quad (3)$$

т.е. выносить общий семантический указатель за скобки (справа). Если $p_1 = p_2 = \dots$, то можно такую достоверность вынести за скобки (слева)

$$(p) \{\delta_1; \delta_2; \dots\} (x) = (p) (x) \quad (4)$$

здесь

$$\Delta = \{\delta_1; \delta_2; \dots\} = \begin{Bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \vdots \end{Bmatrix} \quad (5)$$

Данные (набор сведений) о свойствах объекта в БД представляются в зависимости от типа объекта. Это связано с объективностью отражения свойств объекта в БЗ.

Аналогичная ситуация появляется когда, например, одно и тоже действительное число X представляется в двоичной, десятичной

или другой какой-либо системе исчисления. Так, «данные об объекте» и «информация об объекте» – это разные понятия. «Данные об объекте» являются как бы носителем «информации об объекте». Одна и та же информация может быть принесена разными данными, но каждые данные определяют свою единственную информацию. Что же такое «информация об объекте»?

Если рассмотреть одно истинное сведение $\delta(x)$ об объекте $x \in X$, то вместе с ним одновременно можно всегда сформулировать другие истинные сведения, являющиеся простейшими (очевидными) логическими следствиями из $\delta(x)$. Например, пусть x – конкретное бревно, а $\delta(x)$ – сведение о нем, означающее «бревно x короче трех метров». Тогда, очевидно, будут справедливы такие сведения как $\delta'(x)$, означающее «бревно x короче пяти метров», и т.д. Другими словами, если имеется одно истинное сведение $\delta(x)$, то вместе с ним истинными будут всякие другие сведения $\delta'(x)$, где $\delta(x)$ – надмножество δ , т.е. $\delta \subset \delta' \subset X$. Что интересно, в этом примере надо заметить, когда определяется начальное истинное сведение $\delta(x)$ об объекте, допускается множество X . На самом деле, в общем случае, X определяет контекст, в котором интерпретируем (т.е. находим) начальное истинное сведение $\delta(x)$ $x \in X$, и зависящее или вытекающее из этого сведения $\delta'(x)$ истинное сведение $\delta(x)$. Если ввести определенный порядок в процедуру интерпретации, то поймем *алгоритм превращения данных в информацию*.

Если теперь рассмотреть истинные данные $\Delta(x)$ об объекте $x \in X$, то одновременно с каждым двумя (или более) истинными сведениями $\delta_1(x)$, $\delta_2(x)$ из $\Delta(x)$ следует, что истинными будут и сведения $\delta_3(x)$, где $\delta_3 = \delta_1 \cap \delta_2$ – пересечение подмножеств. В математической логике это означает логическую операцию «и» (конъюнкцию):

$$\delta_3(x) = \delta_1 \& \delta_2(x)$$

Понятно, что определения истинности логических операций «и» и «или» составляют основу процедуры интерпретации $\delta(x)$

в контексте X . И являются информацией об объекте, построенной из данных $\Delta(x)$.

Понятие «информация об объекте» $x \in X$ определяется как такое семейство сведений $\delta(x)$ об этом объекте, которому принадлежит, наряду с каждым сведением из этого семейства, все и простейшие (очевидные) логические следствия. Другими словами, если $\delta(x)$ принадлежит семейству, то и всякое $\delta'(x)$ где $\delta \subset \delta' \subset X$, также принадлежит семейству, то и $\delta_3(x)$, где $\delta_3 = \delta_1 \cap \delta_2$ также принадлежит семейству. Только, и только в этом случае, если конечно $x \in X$, данные $\Delta(x)$ можно воспринимать как «информацию об объекте». В этом и заключается фрактальность контекста. Когда эта фрактальность нарушается, тогда сведения приобретают неистинный характер. Одним из эффективных (в практическом смысле) алгоритмов интерпретации $\Delta(x)$ является табличный метод.

Определение 1. [7] Непустое семейство элементарных сведений о точке x_0 из X назовем элементарной информацией о точке x_0 из X и обозначим $J^x(x_0)$, если выполняются три условия:

- 1) из $\delta(x_0) \in J^x(x_0)$ следует, что δ – непустое подмножество, т.е. $\delta \neq \emptyset$;
- 2) из $\delta(x_0) \in J^x(x_0)$ следует, что любое более общее истинное сведение $\delta(x_0)$ принадлежит $J^x(x_0)$, т.е. для любого надмножества $\delta \supset \delta(x_0)$ будет $\delta(x_0) \in J^x(x_0)$;
- 3) из $\delta_1(x_0), \delta_2(x_0) \in J^x(x_0)$ следует, что $(\delta_1(x_0) \& \delta_2(x_0)) \in J^x(x_0)$.

x выражает контекст интерпретации $\Delta(x)$ в $x \in X$. При этом, $\Delta^x(x)$ будет носителем $J^x(x_0)$. Под элементарной информацией о точке понимается не просто семейство, каких-либо сведений, а такое семейство, к которому относятся сведения вместе с их обобщениями, конъюнкциями и импликациями интерпретируемой в заданном контексте. Контекст задается в зависимости от решаемой задачи.

Определение 2. Носителем элементарной информации $J^x(x_0)$ о точке x_0 из X назовем всякое подсемейство $\Delta^x(x_0)$ сведений, входящих в состав $J^x(x_0)$, таких, что для любого сведения $\delta(x_0)$ из $J^x(x_0)$ существует менее общее сведение $\delta(x_0)$ из $\Delta^x(x_0)$, т.е. $\delta \subset \delta$.

Носитель, состоящий из одного сведения называется одиночным. Если $\Delta^x(x_0)$ – носитель $J^x(x_0)$, то говорят, что информация $J^x(x_0)$ перенесена в $\Delta^x(x_0)$. В табличной структуре данных таким носителем является строка, т.е. запись.

Утверждение 1. Всякий носитель $\Delta^x(x_0)$ однозначно определяет перенесенную им информацию $J^x(x_0)$ в x .

Доказательство проведем методом от противного. Пусть, кроме $J^x(x_0)$, имеется другая информация $\tilde{J}^x(x_0)$ с тем же носителем $\Delta^x(x_0)$. Рассмотрим любое сведение $\tilde{\delta}(x_0)$ из $\tilde{J}^x(x_0)$, тогда, по определению носителя, существует менее общее сведение $\delta(x_0)$ из $\Delta^x(x_0)$ $\delta \subset \tilde{\delta}$. Но $\Delta^x(x_0)$ является носителем $J^x(x_0)$ в x и, следовательно, сведение $\delta(x_0)$ принадлежит $J^x(x_0)$. Тогда по определению элементарной информации любое более общее сведение, в частности $\tilde{\delta}(x_0)$, принадлежит $J^x(x_0)$. Тем самым доказано, что $\tilde{J}^x(x_0)$ является подсемейством $J^x(x_0)$. Аналогично доказывается, что $J^x(x_0)$ является подсемейством $\tilde{J}^x(x_0)$. Следовательно, $J^x(x_0) = \tilde{J}^x(x_0)$.

Когда решаемая практическая задача рассматривается в информационном пространстве, тогда носитель информации играет существенную роль. Так как при проектировании базы знаний (БЗ) именно носитель будет определять в каком информационном измерении интерпретируется $J^x(x_0)$.

Определение 3. Непустое семейство элементарной информации $J^x(x_0)$ о точке x_0 из X назовем элементарным знанием о точке x^0 из X , при заданной в X информационной единицы (ue_j) и обозначим $\Phi^{ue}(J^x(x_0))$, если выполняются следующие условия:

1) из $J^x(x_0) \in \Phi^{ue}(J^x(x_0))$ следует, что $J^x(x_0)$ – непустое подмножество, т.е. $J^x(x_0) \neq \emptyset$, в этом случае $\Phi^{ue}(J^x(x_0))$ будет глобальным знанием, из $J^x(x_0) \in \Phi^{ue}(J^x(x_0))$ следует, что любая более общая информация $\tilde{J}^x(x_0)$ также принадлежит $\Phi^{ue}(J^x(x_0))$, т.е. для любого надмножества $\tilde{J}^x(x_0)$ $J^x(x_0)$ в X будет $J^x(x_0) \in \Phi^{ue}(J^x(x_0))$;

2) из $J_1^x(x_0), J_2^x(x_0) \in \Phi^{ue}(J^x(x_0))$ следует, что $J_1^x(x_0) \wedge J_2^x(x_0) \in \Phi^{ue}(J^x(x_0))$, где « \wedge » логическое «и». При этом $ee_j \subset p$. В этом случае

$J_1^x(x_0) \wedge J_2^x(x_0) = \Delta^{ue}(x_0)$ будет носителем знание $\Phi^{ue}(J^x(x_0))$.

Определение этих свойств элементарной информации, т.е. носителя знание $\Delta^{ue}(x_0)$ в заданной информационной единице ue_j , назовем процедурой интерпретации $J^x(x_0)$ в информационной единице ue_j .

По своему содержанию ue_j является контекстом, где интерпретируется элементарная информация $J^x(x_0)$.

При решении практических задач существенную роль играют информации $J^x(x_0)$, связанные с «причинно-следственными» свойствами. Допустим, что точка $x \in X$ имеет различные свойства, определяющиеся тройкой $(p)\delta(x)$. Каждое свойство отражается в $J^\delta(x)$. Различия этих свойств формально можно выразить с помощью логической импликации, объединением и пересечением. Т.е. $(p_1)\delta(x_1) \rightarrow (p_2)\delta(x_2) \cap (p_3)\delta(x_3) \cap (p_4)\delta(x_4) \dots$. Такое представление информации называется *интерпретацией* данных в контексте $\delta = \{\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n\}$. Интерпретация данных в контексте тесно связана с определением данных $(p)\Delta(x) = \{(p)\delta_1(x), (p)\delta_2(x) \dots\}$, имеющих «причинные» и «следственные» свойства. Естественно из этих соображений вытекает, что информация $J^\delta(x)$ тоже имеет «причинно-следственные» свойства. Из-за глобальных и локальных выраженностей свойств δ порождаются «причинные» и «следственные» характеристики свойств δ . Это, в свою очередь, порождает глобальные и локальные характеристики информации.

Из (3) видно, что, если контекст изменится, то семантика той же информации будет интерпретироваться по-другому.

Для создания информационной модели исследуемого объекта в виде знаний требуется представление этого объекта в информационном виде. В этом случае информационная модель объекта характеризуется информационными свойствами. Такие свойства информационной модели определяем как *информационные единицы ue_j* . Логично совокупность информационных единиц и образует информационную модель объекта. Здесь возникает естественный вопрос как

связаны между собой информационные единицы ue_j и понятие контекст p . По своему смыслу информационная единица является «атомарной» основой контекста p , т.е. $ue_j \subset p$.

Например [8], знание: *сужение или разрыв сосудов головного мозга приведет к мозговому инсульту*. Здесь $J^\delta(\Delta(x))$ – сужение или разрыв сосудов головного мозга. $\tilde{J}^\delta(\Delta(x))$ – мозговой инсульт (ε_n – паралич, глубокий порез, сопор и т.д.).

В этом случае знание представляется как

$$\Phi^{ue_i}(\Delta(x)) = J^\delta(\Delta(x)) \rightarrow \tilde{J}^\delta(\Delta(x))$$

ue_i – это мозговой инсульт.

Теорема 1

Для любого элементарного знания $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$ о точке $\tilde{J}^\delta(x_0)$ из информации $\tilde{J}^\delta(x_0)$ семейство подмножеств $\{\tilde{J}^\delta(x)\}$, образует фильтр в X , который обозначим тем же символом Φ^{ue_i} . Для всякого носителя $\Delta'(x)$ знания Φ^{ue_i} из информации вида $J^{ue}(x_0)$ семейство подмножеств $\{\tilde{J}^\delta\}$ образует базис фильтра Φ^{ue_i} . Этот базис будем обозначать через Δ^{ue_i} . Верно и обратное. Всякий фильтр Φ^{ue_i} в X из подмножеств $\tilde{J}^\delta(x_0)$, которые содержат точку x_0 из X , выдает знание $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$ из информации вида $\tilde{J}^\delta(x_0)$. При этом любой базис Δ^{ue_i} этого фильтра Φ^{ue_i} определяет носитель $\Delta'(x)$ такого знания.

Доказательство

Из определения 6 элементарного знания следует, что семейство всех подмножеств $\tilde{J}^\delta(x)$, которые определяют $\tilde{J}^\delta(x_0)$ из $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$, образуют фильтр Φ^{ue_i} в X . Рассмотрим носитель $\Delta'(x_0)$ знание $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$, где $\Delta'(x_0) = J^{ue}(x_0) \rightarrow \tilde{J}^{ue}(x_0)$. Из определения носителя имеем: для любого $\tilde{J}^{ue} \in \Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$ существует менее общая информация $J^{ue}(x_0)$ из $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$, образующая базис фильтра Φ^{ue_i} . Обозначим этот базис бук-

вой $\Delta^{ue_i} \subset \Phi^{ue_i}$. Обратно, если Φ^{ue_i} – фильтр в X и любое подмножество $\tilde{J}^{ue} \in \Phi^{ue_i}$ содержит точку $x_0 \in X$, то семейство элементарных информаций $\tilde{J}^{ue}(x)$ образует элементарные знания, которые естественно обозначают $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$. При этом всякий базис Δ^{ue_i} фильтра Φ^{ue_i} определяет подсемейство информации вида $J^x(x_0) \rightarrow \tilde{J}^x(x_0)$, $\tilde{J}^x(x_0) \subset J^x(x_0)$ которые удовлетворяют определению носителя знаний $J^{x_{ue_i}}(x)$.

Эта теорема является алгоритмом создания фрактальной базы знаний.

Выводы

При создании интеллектуальных систем главной задачей является представление описываемой модели системы предметной области в виде знаний. Эта задача требует не только алгоритмического решения, но и определения некоторых понятий, связанных с представлением информации в виде знаний. Таким образом, алгоритмизация процедуры создания фрактальных знаний из информационной совокупности характеризующей предметной области является главным этапом интеллектуализации информационной системы.

Предложенный алгоритм шкалирования информационной единицы является необходимой частью получения отфильтрованного фрактального знания из информации о предметной области. В работе на основе теоремы 1 алгоритмизированы представления фрактальных знаний в интеллектуальных системах. Но следует отметить, что эти представления не всегда одинаково четкие. Это связано с онтологическим свойством знаний, выражающихся в «следственно-причинных» свойствах элементарных знаний. Обычно знания, имеющие такие свойства, называют продукционными знаниями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балханов В.К. Введение в теорию фрактальных исчислений. – Улан-Удэ.: изд. Бурятского гос. ун-та, 2001. – 58 с.

2. Рустамов Н.Т. Фрактальное управление активной системой. Доклады республиканской научно-технической конференции «Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении». – Джизак, РУз, 2016. – С.272-277.
3. Тузовский А.Ф., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями в образовании// Современные средства и системы автоматизации. – Томск: изд-во Томского ун-та, 2002. – С. 295-299.
4. Климов С.М. Интеллектуальные ресурсы организаций. – М.: Знание; ИВЭСЭП, 2000. – 168 с.
5. Рустамов Н.Т., Темирбеков А.Н., Кантуреева М.А. Валидность представления знаний. Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – № 4(71). – Астана, 2009. – С.57-62.
6. Davenport T., Prusak L. Working Knowledge: how organization manage what they know. – Boston: Harvard Business Schol Press, 1998.
7. Чечкин А.В. Математическая информатика. – М.: Наука, 1991г. – 416 с.
8. Исраилов Р.И., Рустамов Н.Т., Рустамов Б.К. Математический метод клинического прогнозирования морфологических и морфометрических изменений сосудов головного мозга при инсульте. – Смоленск. Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Т.8. – Вып. 1. – 2009. – С. 7-15.

УДК 004.8, 004.032.26
МРНТИ 28.23.00, 28.23.37

DISASTER FORECASTING

SABESHULY I.

Kazakh-British technical university

Abstract: *Disasters caused by natural phenomena are a source of tremendous social upheaval that can lead to mass suffering, loss of life, as well as significant material costs. The main factors in increasing the number of natural disasters and natural emergencies include global processes, examples of which are: population growth, degradation and environmental degradation, climate change and others. Obstruction of natural disasters is a key element of a global government strategy aimed at the sustainable development of the economy, as world experience clearly shows: the most effective way to reduce losses from natural, industrial and socio-economic accidents and disasters is to prevent them. The main basis for emergency prevention is monitoring and forecasting. Of course, forecasting emergencies and their socio-economic consequences is based on monitoring and forecasting the sources of emergencies. Accordingly, the fight against natural disasters should be based on the principle of the rational economic use of the territory, as well as forecasting and modeling of potential dangers with the implementation of preventive measures, which requires solving the urgent problem associated with the forecasting of natural disasters in the modern world.*

The main purpose of this article is to create a brief overview of research and the current method of modernity associated with the prediction of natural disasters in order to prevent damage caused by it. The article substantiates the high relevance associated with the object of study, discusses the basic concepts and terms, and explores some forecasting methods that can prevent the potential danger of a natural nature.

Key words: *catastrophes, natural disasters, forecasting, modeling, earthquakes, gravity, GRACE, ionosphere, gravitational anomalies, support vector machine, precursor.*

АПАТТАРДЫ БОЛЖАУ

Аңдатпа: *Табиғи құбылыстардан туындаған апаттар жаппай зардап шегуге, адамдардың қаза табуына, сондай-ақ елеулі материалдық шығындарға әкеліп соқтыратын, орасан зор әлеуметтік күйзелістердің көзі болып табылады. Табиғи катаклизмдер мен табиғи сипаттағы төтенше жағдайлар санының ұлғаяуының негізгі факторларына халық санының өсуі, табиғи ортаның тозуы мен нашарлауы, климаттың өзгеруі және басқа да көптеген жаһандық процестер жатады. Табиғи апаттарға кедергі экономиканың тұрақты дамуына бағытталған әлемдік ауқымдағы мемлекеттік стратегияның негізгі элементі болып саналады, өйткені әлемдік тәжірибе бойынша табиғи, техногендік және жалпы әлеуметтік-экономикалық авариялар мен апаттардан болатын шығындарды азайтудың неғұрлым тиімді тәсілі оларды болдырмауды көздейді. Төтенше жағдайлардың алдын алудың маңызды негізі – мониторинг және болжау. Сондай-ақ төтенше жағдайлар мен олардың әлеуметтік-экономикалық салдарын болжау, төтенше жағдайлардың пайда болу себептерін мониторингілеу мен болжауға негізделеді. Осылайша табиғи катаклизмдермен күрес аумақты ақылға қонымды шаруашылық пайдалану қағидатына, сол үшін заманауи әлемдегі табиғи катаклизмдерді болжаумен байланысты өзекті міндетті шешуді талап ететін алдын алу іс-шараларын жүргізумен, әлеуметті қауіптерді болжау мен модельдеуге бағытталуы тиіс.*

Бұл мақаланың басты мақсаты, табиғи катаклизмдердің алдын алу бойынша жазылған зерттеулерге қысқаша шолу жүргізіп және қазіргі заманның өзекті әдісіне сипаттама шолу жасау болып

табылады. Мақалада зерттеу объектісінің өзектілігіне мән беріліп, негізгі ұғымдар мен терминдер қарастырылады, сонымен қатар табиғи сипаттағы қауіптің болу ықтималдығының алдын алу үшін болжаудың кейбір әдістері айқындалады.

Түйінді сөздер: апат, табиғи катаклизмдер, болжау, модельдеу, жер сілкінісі, гравитация, GRACE, ионосфера, гравитациялық ауытқулар, тірек векторлар машинасы, прекурсор

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАТАСТРОФ

Аннотация: Катастрофы, вызванные природными явлениями, являются источником колоссальных социальных потрясений, способным привести к массовым страданиям, гибели людей, а также существенным материальным затратам. К основным факторам увеличения числа природных катаклизмов и чрезвычайных ситуаций природного характера относятся глобальные процессы, примерами которых являются: рост численности населения, деградация и ухудшение природной среды, изменение климата и другие. Препятствие природным катастрофам является ключевым элементом государственной стратегии в мировом масштабе, направленной на устойчивое развитие экономики, так как мировой опыт наглядно показывает: наиболее эффективным способом снижения потерь от природных, техногенных и вообще социально-экономических аварий и катастроф является их предотвращение. Основной основой предупреждения чрезвычайных ситуаций является мониторинг и прогнозирование. Безусловно, прогнозирование чрезвычайных ситуаций и их социально-экономических последствий базируется на мониторинге и прогнозировании источников возникновения чрезвычайных ситуаций. Соответственно борьба с природными катаклизмами должна основываться на принципе разумного хозяйственного использования территории, а также прогнозировании и моделировании потенциальных опасностей с проведением превентивных мероприятий, которая требует решения актуальной задачи, связанной с прогнозированием природных катаклизмов в современном мире.

Основной целью данной статьи является создание краткого обзора исследований и актуальных методов современности, связанных с прогнозированием природных катаклизмов с целью предотвращения урона, наносимого им. В статье обосновывается высокая актуальность, связанная с объектом изучения, рассматриваются основные понятия и термины, а также исследуются некоторые методы прогнозирования, способные предотвратить потенциальную опасность природного характера.

Ключевые слова: катастрофы, природные катаклизмы, прогнозирование, моделирование, землетрясения, гравитация, GRACE, ионосфера, гравитационные аномалии, машина опорных векторов, прекурсор

Introduction

A huge number of natural processes taking place in the modern world are accompanied by energy conversion, and also serve as a driving force for the constant change in the face of the planet - its geodynamics. The considered natural phenomena are capable of creating and causing destructive disasters on the surface and in the atmosphere of the Earth. Particular examples of such phenomena are: volcanic eruptions, floods, tsunamis, earthquakes, tornadoes, hurricanes and others.

Over the past decades, the number of natural disasters around the world has increased at least 5 times, and the material damage caused by the same phenomena has grown tenfold. The main reasons for this phenomenon are the rapid process of population and economy growth, as well as the characteristic degradation of the natural ecosystem. This fact is due to the fact that the technogenic impact of mankind on the lithosphere is not only able to activate the development of various natural disasters, but also

leads to the emergence of new, already technonatural disasters.

The management of natural disasters is a key element of the global government strategy for sustainable development. During the development of the “disaster management” program, it is necessary to understand that a person is not able to suspend or reduce the course of evolutionary events and Earth's transformations. A person is capable of predicting or forecasting their development with only a small degree of probability, but sometimes also influencing their dynamics. That is why one of the priorities of the world is the timely forecasting of natural disasters, as well as mitigation of their negative consequences.

Today, there are many data analysis methods developed to predict, detect and develop an appropriate disaster management strategy based on collected disaster data with a detailed description of the availability of data from geological observatories (seismological, hydrological), Earth remote sensing satellites dedicated to solving individual problems, the main purpose of which is the prediction of natural disasters.

1. Earthquake prediction has long been of interest to scientists with the goal of creating timely warning algorithms designed to save lives and reduce economic losses. Each year, more than 20 earthquakes with a power of more than 7 Mw on the Richter scale are observed on our planet. Earthquakes are among the most devastating natural disasters. During the preparation of an earthquake, the dynamic process involves the transfer of energy due to the displacement of the earth's crust, and at the time of impact there is a gap between the source and the environment. The change that precedes or accompanies an earthquake can have different physicochemical effects on the lithosphere, atmosphere, and ionosphere and, accordingly, make it possible to detect it. These variations in the parameters of the lithosphere, atmosphere, and ionosphere before major earthquakes are regarded as a hint of impending earthquakes (earthquake precursors) [Akhoondzadeh et al. 2010]

Over the past few decades, scientists have been able to record and classify the effective parameters of earthquakes through rigorous research. The result of one such research is an article by scientists Mohsen Shahrivand, Mehdi Akhoondzadeh, Mohammad Ali Sharifi “Detection of gravity changes before powerful earthquakes in GRACE satellite observations”

The relevance of this work is to create an analysis of the gravitational field variations by the authors in order to find disturbances in the vicinity of the epicenters of the recent major earthquakes of more than 8 MW, including Maule Mw 8.8 in Chile (February 27, 2010), Tohoku-Oki Mw 9.0 in Japan (March 11, 2011) and the Indian Ocean with two earthquakes, where the first with Mw 8.6 and the second with a delay of ~ 2 hours, ~ 120 km from the main event with Mw 8.1 (April 11, 2012), in order to ensure reliability of detection of changes in the gravitational field using GRACE data before the earthquake.

For this purpose, the authors of the study used a 10-year time series of the components of the gravitational gradient, obtained from weekly solutions of the gravitational recovery and climate experiment (GRACE). In each case, the authors, using the reported geographical latitude and longitude relative to the epicenter of the earthquake, analyzed the time series of the component of the gravitational gradient (∞V_{xx} and ∞V_{xz}) obtained from GRACE measurements several years before the earthquake. They also checked the outer boundary of each epicenter to detect anomalies, since other pre-seismic anomalies (for example, precursors of the ionosphere) are not found in the vertical projection of the epicenter of the earthquake.

The Gravity Restoration and Climate Change Experiment (GRACE) was the first space flight that can measure the temporal variations of the Earth's gravitational field. According to the authors, some of the components of the gravitational gradient are independent in order to compensate for the striped error and enhance the high-frequency components of the gravitational field, so this pre-seismic activity can be better illustrated by GRACE.

The main method for detecting anomalies that the authors used was the Interquartile range of data to construct higher and lower boundaries in time series to detect an external solution beyond the boundaries associated with impending earthquakes. The study showed that weekly time-varying gravity solutions obtained from GRACE satellite data are capable of detecting striking anomalies in the gravitational field near the epicenters of recent major earthquakes that preceded it several weeks before they occur. For this purpose, the authors used weekly global gravitational solutions of level 2 (L2) GeoForschungsZentrum (GFZ, 30 Potsdam RL05), consisting of fully normalized spherical harmonic coefficients, complete to a degree and of the order of 30. In total, they used 448 gravitational field solutions covering the period from the first week of January 2004 to the third week of February 2013. The main reason for the authors to use weekly data instead of monthly decisions was that weekly data show short-term (less than one month) changes in the gravitational field in the seismic field. Also, the flatness of the Earth (C20) has been replaced by satellite laser range (SLR) values due to its accuracy [Cheng and Tapley 2004]. Then, to calculate the gravitational field variations, they subtracted the spherical harmonic coefficients of each individual weekly solution from the average value of the solutions for the period from January 2004 to December 2012.

In this study, the authors showed the effectiveness of integrating the methods of the neural network interquartile and NARX to detect anomalies in the time series of the gravitational gradient. Both of these methods detect significant abnormalities within 2-5 weeks prior to earthquakes. It may be worth mentioning here that ANN was first used in this study to successfully detect anomalies in the time series of gravitational field variations.

The statistics of the results accumulated and described by the authors in the study show that the anomalous deviations before the earthquakes have different signs and amplitudes in different cases, they also found that due to GRACE errors,

the analysis of gravitational changes does not show any anomalies before the earthquakes.

The results obtained indicate that the largest deviations from the normal state, which were considered as anomalies, occurred in the time interval of 2-5 weeks before the earthquake. It should be noted that pre-seismic gravitational anomalies before earthquakes can be both positive and negative.

In this study, the authors showed that the anomalies found using applied methods can be associated with three recent large earthquakes, since variations in the gravitational field represented by changes in the gravitational gradient show anomalies several weeks before these earthquakes over several years of data on the region of impending earthquakes .

2. Recent advances in modern technology have allowed the authors Pouria Hajikhodaverdikhan, Mousa Nazari, Mehrdad Mohsenizadeh, Shahaboddin Shamshirband, and Kwok-wing Chau of the article “Earthquake prediction with meteorological data by particle filter-based support vector regression” to learn about the causes and symptoms of earthquake by monitoring the surface of the earth and collecting the necessary data from orbiting satellites [Ikram & Qamar, 2014; Torabi, M., Hashemi, S., Saybani, MR, Shamshirband, S., & Mosavi, A. 2018] in the study and development of the earthquake prediction methodology presented by scientists.

The relevance of this work lies in the creation, by the authors of the article, of demonstrations of earthquake precursors through changes in the ionosphere layer (i.e., the total electron content). For this purpose, the authors of the study conducted a thorough check at the equator. The results of which showed that satellite means can help diagnose precursors in the ionosphere layer from several hours to eleven days before the main impact.

Precursor, as one of the most important parameters, represents a change in the concentration of radon gas in the earth's crust released by faults. The measurement and comparison of this predecessor requires the installation of appropriate equipment in the

immediate vicinity of faults. The extraction of this gas and its lead ions will create additional precursors in the atmosphere. Thanks to the intelligent analysis of such historical meteorological data sets that are measured and recorded in most parts of the world, earthquakes can be predicted. Precursors can be divided into several categories from the point of view of the scientific field necessary for review and analysis, such as changes in the amount of radon gas in groundwater, changes in temperature in groundwater, changes in groundwater, foreshock before the main earthquake, magnitude of foreshock, number of foreshocks, absence earthquakes in areas, including foreshocks due to a fault, on clouds due to the reaction of atmospheric gases with lead ions released from radon gas, changes in air temperature and pressure, wind speed, changes in relative humidity, bird flutter and rain worms outflow.

To predict the magnitude and number of earthquakes in this study, the authors used regression based on a particle filter and support vector machine. To assess the validity of the proposed method, they compared the obtained results with a multilayer perceptron neural network and a reference regression vector. The proposed method showed a relationship between climate data and the occurrence of earthquakes, which led to an accuracy of 96% for predicting the average magnitude of earthquakes and high accuracy of 78% for the expected number of earthquakes per month. The accuracy of the method was measured by the correlation coefficient.

Any parameter that changes before the earthquake is called a "precursor", since this phenomenon can be predicted by studying, measuring and finding the relationship between them and the earthquake. The authors of the article have identified and evaluated more than 30 earthquakes and harbingers of this phenomenon. The data used in this study by the authors were extracted from two Iranian climate database data from the meteorological center of the Islamic Republic of Iran (www.irimo.ir) and seismic data from the Iranian Seismological Center (www.irsc.ut.ac.ir) during 2006-2014 the region under

consideration was in Tabriz in the range of 37-39 ° latitude 45-48 ° longitude, Tabriz is located on the active fault northwest of Iran. In this study, seismic data included the number and magnitude of earthquakes, and meteorological data included average temperature, maximum temperature, minimum temperature, average wind speed and rainfall.

The support vector machine (SVM) as one of the methods of supervisory training used for classification and regression, according to the authors, is more efficient than other ANNs, such as perceptron neural networks. The goal of SVM is to find a hyperplane that completely shares the dataset. The performance of the regression of the reference vector depends on its parameters and data set. The correlation between the regression parameters of the reference vector and the data can affect the model, therefore, parameter estimation is an important and necessary process to achieve strong correlation.

The particle filter method was used by the authors in the study to optimize the performance of the regression of the support vector machine. The model used can increase the accuracy of forecasting the magnitude and number of expected earthquakes during the month with an accuracy of 96% for the average earthquake and more than 78% for the number of earthquakes, which led to a decrease in the accuracy in the number of earthquakes due to seismic disturbance in November 2013. More than 477 earthquakes occurred in the study area, which may be due to a human error in data recording. This study could demonstrate the relationship between meteorological data and the occurrence of an earthquake and predict it in terms of the quantity and magnitude of the earthquake using the proposed method based on artificial intelligence with high accuracy.

Also, the database of this study was limited to monthly data; when accessing daily data, the proposed method was probably capable, according to the authors, of identifying the results within the diurnal range.

3. Over the past decades, the problem of predicting natural disasters has occupied and continues to occupy a leading place in the

field of priorities for solving contemporary problems. Today, there are many dissertations, books, textbooks, monographs, articles and not only dedicated to solving individual problems, the main purpose of which is the prediction of natural disasters.

Achieving an effective result requires the development and implementation of a set of specific measures aimed at forecasting and monitoring negative natural phenomena, as well as reducing the danger to the population at all levels of government. In the dissertation of Kolesenkova A.N.: "The system of information support for management decision-making procedures for the prevention of emergency situations: the dissertation of the candidate of technical sciences. HAC RF 05.13.10. 2012" a more detailed study is made of the issue related to the analysis and solution of the problems of the monitoring and forecasting system of natural and man-made emergencies.

The relevance of the author's work is emphasized by the fact that on the territory of the globe there are many production facilities of high risk, which can pose a threat to the life and health of people in case of emergency situations. That is why it is necessary to create an effective system capable of timely and uninterrupted forecasting of technological disasters.

The aim of the work is to reduce the risk of exposure to potentially dangerous objects of technogenic and natural factors using a monitoring system that allows for information support of the development and implementation of measures for the timely forecasting, identification and prevention of threats and crisis situations in relation to potentially dangerous objects.

The author emphasizes that monitoring refers to a system of continuous monitoring of phenomena and processes occurring in nature and the technosphere, designed to anticipate potential threats to people and their environment. The key task of monitoring risks and processes in nature is to increase the accuracy and reliability of forecasting emergencies by combining the intellectual, information and technological capabilities of various departments and organizations involved in monitoring certain

types of risks. The obtained data on natural processes and phenomena during monitoring serve as a basis for forecasting in the developed system.

The scientific novelty of the work lies in the creation of a technology that combines multi-time images for operational monitoring of potentially dangerous objects, the use of three-dimensional means for displaying potentially dangerous objects, and the development on this basis of a geoinformation system for monitoring and preventing natural and man-made emergencies.

The scientific and practical value of the results of the dissertation research lies in the fact that on the basis of the created automated system for monitoring and forecasting emergencies of a natural and technogenic nature, it is possible to increase the effectiveness of the assessment and forecast of crisis and emergency situations, as well as reduce human and material losses.

In work "E.I. Ponomarev, E.G. Shchvetsov, N.D. Yakimov, K.Yu. Litvintsev, O.I. Ponomarev: Monitoring and forecasting the characteristics of natural fires // Monitoring, modeling and forecasting of dangerous natural phenomena and emergency situations. 2017" the issue of forecasting one of the most significant, as well as causing tremendous economic losses of natural disasters, like fires, is being studied.

The relevance of this problem is confirmed by the fact that in modern conditions there is a tendency in increase the level of forest burnup around the world. The first decade of the 21st century was characterized by an increase in the frequency of fires and areas that are subjected to pyrogenic exposure annually. The authors emphasize that the study, understanding and forecasting of fire regimes requires the use of objective means of control, long-term monitoring of materials, a wide range of attribute information, including spatial and temporal reference of fires and information about their energy characteristics. In the modern range of fire processes, these data can only be obtained on the basis of long-term satellite observations.

The main goal of this work was the creation of a geospatial analysis of combustibility in Siberia and the generalization of fire parameters

recorded for various conditions based on data from a 20-year satellite monitoring.

In conclusion, the following results were obtained: in particular, the characteristic time intervals necessary for the implementation of a certain stage of the fire were evaluated. So the initial stage lasts 70-120 hours, the phase of exponential growth of the fire area has a characteristic time in the range of 150-275 hours, then within 45-65 hours, as a rule, the logarithmic attenuation of the field growth rate occurs. The obtained indicators have rather large differences in values, and the variance reaches up to 40% of the absolute values. However, the dynamics of the fire area can be calculated at any time, since the range of acceptable values is determined and limited by model curves that are similar in appearance to the normal distribution function. It should be noted that the obtained time intervals and the model curve describing the maximum value of the dynamics of the increment of the area are applicable for cases of fires that develop in rural areas under natural conditions.

It was also noted in the work that another urgent direction is solving the problems of analyzing the dynamics of fires and developing methods for predicting the characteristics of fires.

The article "Plotnikov D.S., Safonova N.L. Prediction and prevention of natural disasters and man-made disasters using space monitoring systems // Problems of ensuring safety in emergency response. 2015 " is devoted to the main issues of forecasting natural disasters based on the use of space monitoring systems.

The relevance of the use of aerospace technology is due to high efficiency and mobility in the production of images, as well as their current analysis and prediction of potential hazards in the future. The authors declare that the main tasks of the work of aerospace systems are daily global monitoring of the country's territory with high frequency and low resolution, as well as emergency optical and all-weather radar surveys of a given area from medium, high

and ultra-high resolution spacecraft to predict and mitigate emergencies. The main advantage of aerospace systems, as the authors of the work, is the ability to work in real time with satellite images as a source of objective and relevant data.

In conclusion, the fact that in the current decade operational space-based monitoring of emergency situations was able to form as an independent area of space geoinformatics and continues to develop rapidly, which is facilitated by progress in space and information technologies, is cited.

Conclusion

Finishing this work, it should be noted that in recent decades dangerous trends have been outlined associated with the development of natural phenomena, caused to a greater extent by the growth of the population and economy of terrestrial civilization. The tremendous increase in the number of irreversible catastrophic events, including those of techno-natural origin, singles out the assessment and development of methods of dealing with natural phenomena and cataclysms as a task of national priority on a global scale.

Effective risk management and forecasting natural disasters is based on the current level of knowledge regarding natural phenomena, the systematic organization of monitoring hazardous processes, an adequate culture of economic activity, as well as the adoption of appropriate management measures at different levels of government. The risk management strategy must be implemented in all projects and investment programs related to such areas as: construction, education, social security, healthcare and others.

The main goal of this work was to create a review of current methods and research of the present, related to the prediction of natural disasters. During the writing of the work, the relevance of the tasks associated with earthquake prediction was studied in more detail, and the proposed methods and solutions aimed at creating effective and rational means of monitoring and predicting natural disasters were investigated.

REFERENCES

1. Kolesenkova A.N.: The system of information support for management decision-making procedures for the prevention of emergency situations: the dissertation of the candidate of technical sciences. HAC RF 05.13.10. 2012
2. Plotnikov D.S., Safonova N.L. Prediction and prevention of natural disasters and man-made disasters using space monitoring systems // Problems of ensuring safety in emergency response. 2015
3. E.I. Ponomarev, E.G. Shchvetsov, N.D. Yakimov, K.Yu. Litvintsev, O.I. Ponomarev: Monitoring and forecasting the characteristics of natural fires // Monitoring, modeling and forecasting of dangerous natural phenomena and emergency situations. 2017.
4. Torabi M., Hashemi S., Saybani M. R., Shamshirband S., & Mosavi A. (2018). A hybrid clustering and classification technique for forecasting short-term energy consumption. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. doi:10.1002/ep.12934
5. Ikram A., & Qamar U. (2014). A rule-based expert system for earthquake prediction. *Journal of Intelligent Information Systems*, 43(2), 205–230.
6. Mehdidoust J Z., & Shahbahrami A. (2016). Study Of Expert Systems In Predicting Earthquake.
7. Sayad S. (2017). Support vector machine. Np, nd Web, 26.
8. Insom P., Cao C., Boonsrimuang P., Liu D., Saokarn A., Yomwan P., & Xu Y. (2015). A support vector machine-based particle filter method for improved flooding classification. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 12(9), 1943–1947.
9. Pouria Hajikhodaverdikhan, Mousa Nazari, Mehrdad Mohsenizadeh, Shahaboddin Shamshirband & Kwok-wing Chau (2018). Earthquake prediction with meteorological data by particle filter-based support vector regression. doi.org/10.1080/19942060.2018.1512010
10. Akhoondzadeh M., M. Parrot and M.R. Saradjian (2010). Electron and ion density variations before strong earthquakes ($M > 6.0$) using DEMETER and GPS data, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10, 7-18; doi:10.5194/nhess-10-7-2010.
11. Tapley B.D., S. Bettadpur, J. Ries, P.F. Thompson and M. Watkins (2004). GRACE measurements of mass variability in the Earth system, *Science*, 305, 503-505.
12. Chen J.L., C.R. Wilson, B.D. Tapley and S. Grand (2007). GRACE detects coseismic and postseismic deformation from the Sumatra-Andaman earthquake, *Geophysical Research Letters*, 34, L13302; doi:10.1029/2007gl030356.
13. Han S.C., J. Sauber and R. Riva (2011). Contribution of satellite gravimetry to understanding seismic source processes of the 2011 Tohoku-Oki earthquake, *Geophysical Research Letter*, 38, L24312; doi:10.1029/2011GL049975.
14. Matsuo K., and K. Heki (2011). Coseismic gravity changes of the 2011 Tohoku-Oki earthquake from satellite gravimetry, *Geophysical Research Letter*, 38, L00G12; doi:10.1029/2011GL049018.
15. Wang L., C.K. Shum, F.J. Simons, B. Tapley and C. Dai (2012c). Coseismic and postseismic deformation of the 2011 Tohoku-Oki earthquake constrained by GRACE gravimetry, *Geophysical Research Letter*, 39, L07301; doi:10.1029/2012GL051104.
16. Han S.C, R. Riva, J. Sauber and E. Okal (2013). Source parameter inversion for recent great earthquakes from a decade-long observation of global gravity fields, *Journal of Geophysical Research*, 118, 1240- 1267; doi:10.1002/jgrb.50116.
17. Ozawa S., T. Nishimura, H. Suito, T. Kobayashi, M. Tobita and T. Imakiire (2011). Coseismic and postseismic slip of the 2011 magnitude-9 Tohoku-Oki earthquake, *Nature*, 475, 373-376; doi:10.1038/nature10227.

18. Shrivastava M.N., and C.D. Reddy (2013). The Mw 8.6 Indian Ocean earthquake on 11 April 2012: Coseismic displacement, Coulomb stress change and aftershocks pattern, *Journal of the Geological Society of India*, 81, 813-820.
19. Mohsen Shahrivand, Mehdi Akhoondzadeh, Mohammad Ali Sharifi (2014) Detection of gravity changes before powerful earthquakes in GRACE satellite observations. doi.org/10.4401/ag-6612.

УДК 622.276
МРНТИ 52.47.19

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА ТРУБОПРОВОДОВ В РАЙОНАХ С ВЫСОКОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

САРЫЕВА А.Е., ПОЛУМОРДВИНОВ И.О.

Казахстанско-Британский технический университет

Аннотация: *Статья посвящена совершенствованию методов повышения устойчивости трубопроводов в районах с высокой сейсмической активностью. Изучены методы определения прочности магистральных трубопроводов, подверженных сейсмическому воздействию.*

Проведены анализы на влияние поперечных нагрузок от воздействия сейсмических волн, направленных на ось и прочность сооружения в зависимости от диаметра и толщины стенки трубы и интенсивности землетрясения.

Ключевые слова: *магистральный трубопровод, землетрясение, прочность трубопровода, поперечная нагрузка*

ЖОҒАРЫ СЕЙСМИКАЛЫҚ АЙМАҚТАРДА АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ҚҰБЫРЛАР МОНИТОРИНГІН ДАМЫТУ

Аңдатпа: *Мақала сейсмикалық белсенділігі жоғары аудандардағы құбырлардың тұрақтылығын арттыру әдістерін жетілдіруге арналған. Сейсмикалық әсерлерге ұшыраған құбырлардың беріктігін автоматты түрде анықтау әдістері зерттелген.*

Құбыр қабырғасының диаметрі мен қалыңдығына және жер сілкінісінің қарқындылығына байланысты қалыпты түрде құбырдың бойлық осіне бағытталған сейсмикалық толқындардың әсерінен көлденең жүктемелердің әсер етуіне талдау жүргізілді.

Түйінді сөздер: *магистралды құбыр, жер сілкінісі, құбыр тұрақтылығы, көлденең жүктеме*

DEVELOPMENT OF AUTOMATED PIPELINE MONITORING IN AREAS WITH HIGH SEISMIC ACTIVITY

Abstract: *The article is devoted to improving methods for increasing the stability of pipelines in areas with high seismic activity. The methods of automated determination of the strength of pipelines subjected to seismic effects are studied.*

The analyzes were carried out and patterns of the influence of transverse loads from the action of seismic waves directed normally to the longitudinal axis of the pipeline on the strength of the structure depending on the diameter and thickness of the pipe wall and the intensity of the earthquake were revealed.

Key words: *pipeline, earthquake, strength of pipeline, stressed strain*

Магистральные трубопроводы большой протяженности являются уязвимыми перед природными явлениями, в особенности перед землетрясением большой магнитуды, кото-

рые приводят к грунтовым колебаниям, разломам и повреждению сооружения. Для совершенствования методов мониторинга сооружения проводится оценка по интенсивно-

сти сейсмических воздействий и прочности трубопровода.

Система дифференциального уравнения волновой динамики сплошной среды является методом расчета прочности трубопровода на динамические сейсмические воздействия, основанные на моделировании взаимодействия трубы с грунтом относительно направления волны.

Нормальная ось к продольной оси трубопровода, в виде прямоугольника в плоскости, производит аппроксимацию по диагональной схеме грунтовой среды вокруг трубопровода. Осевые деформации и напряжения приводят

к возникновению в стержнях усилий, что скапливает инерцию и кинематику в узлах, которые отображаются в исходной схеме. Для расчета сооружения, заглубленного в грунт, контур трубы совмещают с элементами сетки, а значения соответствующих узловых масс по контуру трубы корректируют [5].

При моделировании сейсмического воздействия на границы сооружения подается нагрузка. Для расчета трубопровода разного диаметра, используют неравномерный шаг, возрастающий от оси трубопровода в арифметической прогрессии по обеим осям (рисунок 1).

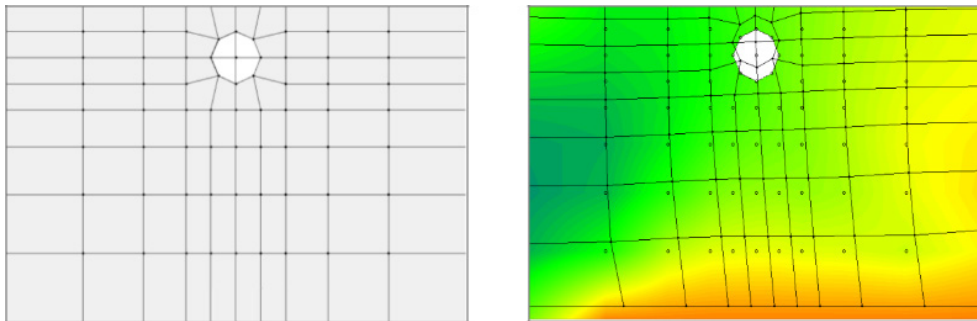


Рис. 1 – Схема до и во время сейсмической активности

Поперечная сила для области трубопровода с $l = 1$ м определяется данной формулой:

$$\sqrt{N_{xy}} = N^2 + N^2 = P R l, H, \quad (1)$$

где N_x и N_y – компоненты вектора нагрузки N_{xy} , H ; P_m – давление на узел массой m , Па; R – радиус трубы, м.

Кольцевой изгиб и сжатие стенки трубы появляется за счет дифракционного взаимодействия сейсмических волн с трубопроводом. При этом напряжение распределяется неравномерно: наибольшие значения будут в точках А ($\varphi = 0$ и $\varphi = \pi$) и С ($\varphi = \pm\pi/2$). Напряжение можно вычислить по следующим формулам [6]:

– нормальные фибровые изгибные напряжения
 $\sigma \pm 0,305 P R^2 l W; \sigma = 0,16847 P R^2 l W; \quad (2)$

– нормальные сжимающие напряжения
 $\sigma_{Nc} = -0,02653 P_m R l F; \sigma_{Nc} = -0,5 P_m R l F \quad (3)$

здесь $W_{ки} = \delta 2 l 6 u$ и $F = \delta l$ – момент сопротивления, m^3 , и площадь сечения стенки трубы в плоскости XZ, m^2 , для единичной длины трубопровода l ;

δ – толщина стенки трубы, м.

Максимальные нормальные фибровые изгибные σ_M^S и сжимающие σ_N^S напряжения определяются при моделировании сейсмического воздействия к продольной оси трубопровода:

$$\sigma_M^S = \max(\sigma_{NA}; \sigma_{NC}); \sigma_N^S = \max(\sigma_{MA}; \sigma_{MC}). \quad (4)$$

Поперечное сейсмическое напряжение определяется по формуле

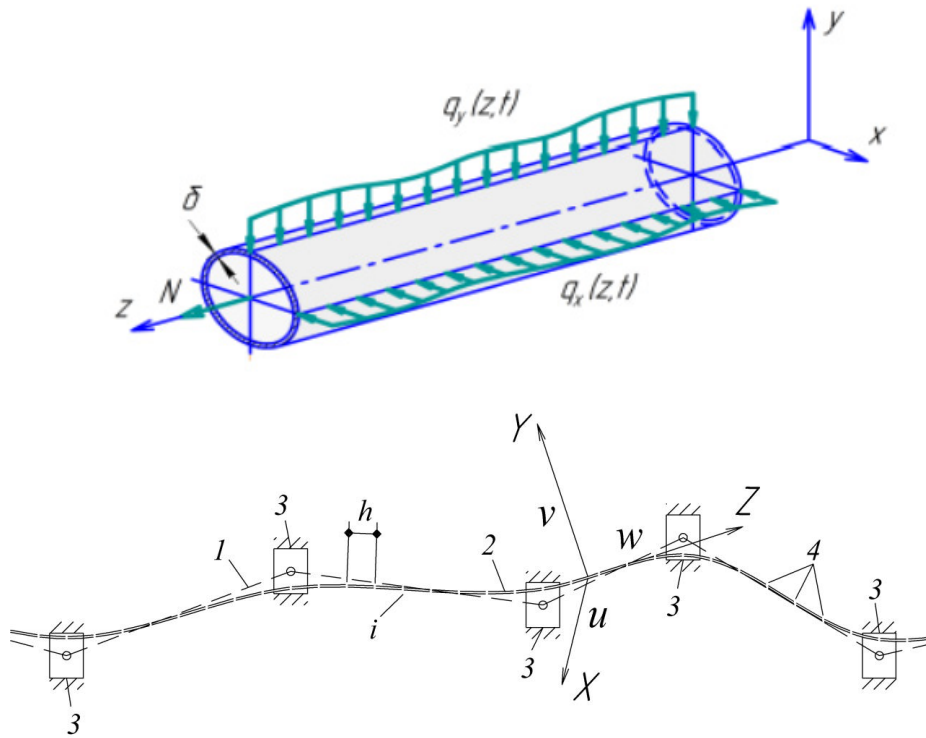
$$\sigma = \sigma_s \pm \sigma^s, \text{ Па};$$

Кольцевые $\sigma_{ки} = \sigma_{ки}(p)$ и продольные $\sigma_{пр} = \sigma_{пр}(p) + \sigma_t + \sigma_\varepsilon + \sigma_{изг}$ напряжения определяют общее напряженное состояние трубопровода от статических нагрузок, где $\sigma_{ки}(p)$ и $\sigma_{пр}(p)$ – кольцевые и продольные напряжения от действия внутреннего давления; σ_t – температур-

ные напряжения; σ_ϵ – напряжения от продольного перемещения участка трубопровода; $\sigma_{изг}$ – напряжения изгиба [1].

На основе решения задачи определяются нагрузки. Отдельные прямолинейные отрезки трубы заменяются упругой линией с различной кривизной (рисунок 3). При реше-

нии системы дифференциальных уравнений, включающей взаимодействие трубы с грунтом в вертикальном, горизонтальном и продольном направлениях определяется кривизна упругой линии по данным положениям отдельных точек, соединенных отрезками [3].



1 – отрезки, соединяющие точки измерений положения трубы на расчетном участке; 2 – расчетная упругая линия оси трубопровода; 3 – точки измерений положения трубопровода, где труба изменяет направление; 4 – расчетные сечения трубопровода с шагом h ; u, v, w – смещения трубопровода в направлениях осей X, Y, Z ; i – номер узла

Рис. 3 – Расчетная схема участка трубопровода

Сумма компонентов напряжений в трубе от сейсмического воздействия с компонентами напряжений от статической нагрузки определяют общую оценку напряженно-деформированного состояния трубопровода [2].

Получен коэффициент K , учитывающий увеличение напряжения в трубе от поперечных воздействий сейсмической волны (таблица 3). С учетом зависимости интенсивности землетрясения от расстояния должны быть установлены сейсморегастраторы вдоль трассы трубопровода (рисунок 5). Как видно из графика, максимальные расстояния между датчиками ускорений для трубопровода на участках с интенсивностями землетрясения

7, 8 и 9 баллов не должны превышать 10, 15 и 20 км соответственно [2].

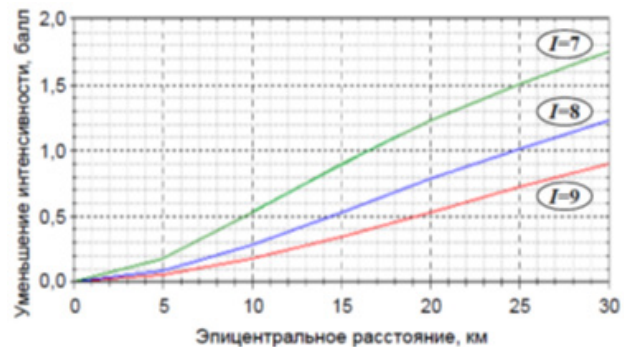


Рис. 5 – Уменьшение интенсивности землетрясения от расстояния

Таблица 2 – Значения минимальных толщин стенок труб, мм

Марка стали	Диаметр, мм	Расчетное сопротивление, Мпа	Сейсмичность зоны, балл	
			7	8
К55	820	305,2	16	24
	1020		20	24
	1220	290,7	24	28
К56	820	320,9	16	20
	1020		20	24
	1220	305,6	24	28
К60	820	360	16	20
	1020		16	20
	1220	342,9	24	24
X70	1220	376,4	20	24
X80	1220	413,7	20	20

Примечания.

1. При невозможности обойти участки с сейсмичностью 9 баллов расчеты трубопровода необходимо проводить с учетом конкретных геологических и эксплуатационных условий.

Таблица 3 – Коэффициент К, учитывающий поперечное воздействие сейсмической волны

Толщина стенки, мм	Диаметр трубы, мм					
	820		1020		1220	
	Интенсивность землетрясения, балл					
	7-8	9-10	7-8	9-10	7-8	9-10
16	1,2	1,25	1,25	1,35	1,40	1,50
20	1,15	1,2	1,2	1,25	1,3	1,40
24	1,10	1,15	1,15	1,2	1,25	1,3
28	1,05	1,10	1,10	1,15	1,2	1,25

Оценивание сейсмического воздействия на трубопровод, выработка эффективных управленческих решений для своевременной локализации аварии и снижение ущерба от возможных аварийных ситуаций, связанных с землетрясениями, осуществляется за счет системы мониторинга и выполнения расчета напряженно – деформированного состояния трубопровода [2].

Заключение

Изучены сейсмические воздействия на состояние трубопровода, что позволяет определить поперечную нагрузку. С помощью разных методов математического анализа были решены поставленные задачи.

Выявлено, что на ось и прочность трубопровода влияет поперечная нагрузка от воздействия сейсмических волн. Влияние зависит на прямую от диаметра, толщины трубопровода и землетрясения.

Эффективность метода зависит от тектонических условий участка и определяется экономической применимостью. Устранить пересечение трубопроводами зон тектонических нарушений невозможно, поэтому так важно предусмотреть все возможные варианты использования методов и технологий, позволяющих обеспечить защиту от сейсмической активности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авлиякунов Н.Н. Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 2007. – № 4. – 40-43 с.
2. Бондур, В.Г. Аэрокосмические методы и технологии мониторинга нефтегазоносных территорий и объектов нефтегазового комплекса. – 2010. – № 6. – 3-17 с. – www.aerocosmos.info
3. Владимиров, В.А. Оценка риска и управление техногенной безопасностью: Монография – М.: ФИД «Деловой экспресс», 2002. – 184 с.
4. Ассоциации операторов магистральных сухопутных газопроводов Великобритании. – www.ukopa.co.uk.
5. Ларионов, В.И. Анализ риска аварий магистральных трубопроводов на сейсмоопасных участках. – 2016. – № 4. – 82–86 с.
6. Guidelines for Assessing the Performance of Oil and Natural Gas Pipeline Systems in Natural Hazard and Human Threat Events. American Lifelines Alliance. – 2005. – 55. – www.americanlifelinesalliance.com

УДК 004.03, 004.89

МРНТИ 71.01.75, 28.29.03

ROLE OF SOCIAL NETWORKS IN E-COMMERCE OF KAZAKHSTAN

TAZHİ A.

Kazakh-British Technical University

Abstract: Nowadays e-commerce is an integral part of every person's life. Social media such as Twitter, Facebook, LinkedIn, Instagram and YouTube plays a leading role in increasing traffic, attract new customers, and methods of working with them in e-commerce tools. The main objective of this research analyzing role of social media in e-commerce market of Kazakhstan.

Key words: E-commerce, social media, analytics, Kazakhstan's market

ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІЛЕРДІҢ ҚАЗАҚСТАН ЭЛЕКТРОНДЫҚ САУДА НАРЫҒЫНДАҒЫ ОРНЫ

Аңдатпа: Қазіргі уақытта электрондық сауда адам өмірінің ажырамас бөлігіне айналған. Twitter, Facebook, LinkedIn, Instagram және YouTube сияқты әлеуметтік желілер трафикті ұлғайтуда, жаңа клиенттерді тартуда және электрондық коммерция құралдарында олармен жұмыс істеу әдістерінде жетекші рөл атқарады. Бұл зерттеудің негізгі мақсаты – әлеуметтік желілердің Қазақстанның электрондық сауда нарығындағы алар орнымен рөлін талдау болып табылады.

Түйінді сөздер: электрондық сауда, әлеуметтік желілер, талдау, Қазақстан нарығы

РОЛЬ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ КАЗАХСТАНА

Аннотация: В настоящее время электронная коммерция является неотъемлемой частью жизни каждого человека. Социальные сети, такие как Twitter, Facebook, LinkedIn, Instagram и YouTube, играют ведущую роль в увеличении трафика, привлечении новых клиентов и методах работы с ними в инструментах электронной коммерции. Основная цель данного исследования - анализ роли социальных сетей на рынке электронной коммерции Казахстана.

Ключевые слова: электронная коммерция, социальные сети, анализ, рынок Казахстана

Introduction

Digitalization of the modern economy and the involvement of an increasing number of economic and social processes, the Internet space is a global challenge and an equally global opportunity. Kazakhstan also keeps up to date, taking into consideration all IT industry development factors. Kazakhstan's electronic commerce extends to markets of new products for itself, on the Internet you can buy not only software but even vegetables, fruits or even more

exotic items. Social networks play important role in building relationships between customers and businesses. What are the advantages of trading on a social network? The predominant role in making purchases on the Internet now have user reviews about this online store. The main advantage of making a transaction through social networks is the ability to visualize between participants by viewing the profile under which the real user is registered. This is illustrated by

a graphic image and information profile that appears on the screen during interaction with a contact, which makes it possible to simulate a live conversation.

Now more and more companies understand the effectiveness and even the need to work with social media. This is an indicator not only of the company's progress but also of its desire to communicate with its customers. But this does not necessarily involve employees, and even more so management: work in social media should be done by professionals who know exactly how, what and when. The task of employees and company management is to set the task and track the results.

E-commerce and social media in Kazakhstan

As of the beginning of 2019 according to data from the "Association of Digital Kazakhstan" (ADK), the total growth for the year amounted to 23.2%. The share of total trade is only 2.9%. According to experts of the ADK, the e-commerce market in Kazakhstan may reach 928 billion tenge in 2022. That is, according to cautious estimates based on global average growth, the increase will be 6%. These data show that the share of e-commerce in Kazakhstan is growing every year. According to the World Bank, Ovum (World Cellular Information Service), in Kazakhstan 76.4% of the population were Internet users in 2017. In this ranking, Kazakhstan was in second place after the UK. With the development of the Internet, social media are becoming increasingly popular among the Kazakhstan population.

According to official data over the past five years, Kazakhstan has seen an increase in e-commerce by an average of 26%, while since 2015, the average annual growth has accelerated to 30%. In gross value, the volume of transactions in 2018 reached 259.5 billion tenge. The share of electronic commerce in the total retail trade amounted to 1.4%. More than 1700 independent online stores and about 20 electronic trading platforms are represented on the domestic market, where more than 1 million small and medium-sized businesses operate.

The total number of buyers of electronic goods and services is about 2.3 million people. The structure of the e-commerce market consists of 68% of the trade-in goods and 32% of services. Building materials, household appliances, cosmetics, clothes, and shoes are in high demand. Among the services are the sale of air and train tickets, payment for cultural events and utilities. According to the rating conducted by Forbes.kz largest online shopping platforms, 38% was the fintech platform, 40% was air and train tickets sale systems, 11% was fashion and beauty retailers, 8% was electronic devices stores, 3% was bulletin board and food delivery platforms.

The main factors that positively affect Internet trade in Kazakhstan are:

- Growth in the number of Internet users. The Internet is becoming faster and more accessible, as a result of which the Internet audience of Kaznet is growing.
- The growth in the number and diversity of online stores. Internet commerce is looking for new forms, new products, a new geography of influence.
- Growth in the number of payment cards. According to the National Bank of the Republic of Kazakhstan, as of October 1, 2019, the total number of issued and distributed payment cards amounted to 30.6 million units, which exceeds the same indicator in 2018 by 43%. The bulk of non-cash transactions was carried out through online banking services. Today, they registered about 18 million users. Of these, 34% regularly conduct operations, which confirms the demand among the population of remote digital channels of banks. More than 1.3 million operations amounting to more than 21 billion tenge are conducted daily through online services.
- Improving the legal environment of online commerce. For example, a law on electronic money was recently adopted in Kazakhstan. Various institutions are being created to help the development of the IT sector in Kazakhstan.

The active use by the population of the Internet and, in particular, social networks was reflected in the activities of commercial structures of various industry sectors, including trade.

Social networks as a means of communication allow you to create the desired image and positive reputation, increase awareness, trust and customer loyalty, get reliable feedback, study the preferences, wishes and intentions of the target audience, as marketing communications mediate some of these relationships. Various aspects of the use of social media and, in particular, social networks in commercial activities have been analyzed by many scientists (Reilly A.H., Hynan K.A., Tarabasz A.)

Types of social media platforms

According to analyze the most commonly used social media platforms are:

Vkontakte

Vkontakte is the most popular social network in the Commonwealth of Independent States. It is owned by Mail.ru Group. According to analysis before it has approximately 1.8 million active users in Kazakhstan. Since the last year Vkontakte added multiple tools for business such as advertising from mobile app, gather audiences through QR codes, set up sales with a chatbot, adding "stories" tool.

Instagram

Instagram is a visual social network based entirely on photos and videos. It is also owned by Facebook and differs from others in that it provides various filters and other photo editing options. It has a promotion tool through the mobile app. Also users can create/manage advertising using Facebook business tools.

My World from Mail.ru Group

My World@Mail.ru "is a Russian social network owned by Mail.ru Group, which in 2019 designated it as a" niche project. " The Russian audience of the social network decreased from 2014 to 2019 by 5 times, from 25 to 5 million users. It has an advertising platform called myTarget.

Facebook

Facebook is the largest social network on the web both in terms of name recognition and the total number of users. It has about 400 thousand active users in Kazakhstan, and it serves as a great platform for connecting people around the world with your business. Since the last decade,

Facebook has evolved from a basic website to a multi-dimensional network and mobile platform where everyone can communicate with anyone around the world. With Business Facebook, it can help a lot in business.

Youtube and messengers

Youtube is the largest video hosting platform in the world. According to similarweb analyzing platform, Youtube is the second most popular website in Kazakhstan. Youtube has also an advertising tool for targeting the audience. Messengers like WhatsApp and Telegram plays important role in relationships with customers.

Share of social networks in the life of Kazakhstan people

Users of social networks in Kazakhstan are 70% of the population over 15 years old, according to a report from the consulting company Accenture Kazakhstan. The results of a sociological study showed that only 10.6% of Kazakhstanis are not registered in any of the social networks. At the same time, the use of desktop computers for social networks is more common with Facebook and Twitter, and mobile devices are more common with YouTube, Instagram, and Pinterest. Analysis of social networks showed that, according to Brand Analytics in Kazakhstan, there are:

- 1) 1,9 million active Vkontakte users;
- 2) 1,3 million active Instagram users;
- 3) 413,026 active Facebook users;
- 4) 27,776 active Twitter users.

The Vkontakte network remains the most popular in almost all aspects. The second and third line of the ranking is occupied by Instagram and My World from Mail.ru Group, slightly behind Facebook. And the most common type of activity on social networks is commenting on other people's posts (24.81%). In second place is the search and acquisition of new acquaintances (21.9%). 12.44% of respondents participate in various discussions. Although, according to Kazakhstan statistics, young people aged 15-30 use VKontakte more, people over 30 use Facebook. In 2018, Facebook's share of the Kazakhstan market was 26.4% of all users of social networks, YouTube - 25.4%, Twitter - 21%,

Vkontakte - 16.4%, Pinterest - 5%, Instagram - 4%, others networks - 1.8%. According to the president of the Internet Association of Kazakhstan, Facebook use is only two cities - Astana and Almaty, the rest of the country use VKontakte, Odnoklassniki, and Instagram. According to official data, 75% of online retail trade is in Almaty.

Advertising market

The main factor that social media influences in commerce is the advertising market. According to data "Central Asian Advertising Association" in 2018, the total volume of advertising amounted to about 50 billion tenges. The shares of media segments in the estimation of advertising volumes are as follows: TV - 52%, outdoor advertising-18%, digital-16%, radio-8%, and the press-6%. The results of the study confirm that the share of TV advertising as the most comprehensive and cheap media channel in terms of 1000 people is still leading. Internet advertising is developing most dynamically, showing an increase in its share from 7% in 2014 to 16% in 2018. The most

promising channel, which is growing due to an increase in advertisers, and not prices, is the Internet. This is due to the overall development of this communication channel, as well as to the fact that due to a significant increase in price, TV is leaving not only medium-sized customers but also large ones. From TV, they flow smoothly to YouTube with its incredible growth (according to some estimates, 2.5 times over the past year), targeting capabilities and Analytics of results.

Conclusion

Social media unconditionally takes a huge role in e-commerce. It can be verified by researchers before. But we can't prefer one social network than another, because each social media channel has its own audience. According to surveys, we can say Instagram, Vkontakte and Youtube has a huge role in targeting audience to store or product. The share of big cities in e-commerce is apparently according to the analysis. In conclusion the future of e-commerce is in relationship with the audience, social media help in building it.

REFERENCES

1. Reilly A.H., Hynan K.A. Corporate communication, sustainability, and social media: it's not easy (really) being green//Business Horizons. – 2014. – № 57(6). – P. 747-758.
2. Tarabasz A. Building competitive advantage in the context of electronic communication with the use of social media//Journal of Intercultural Management. – 2014. – № 6 (3). – P. 151-165
3. Алексеенко Е.А. Особенности Электронной торговли в социальных сетях// "Electro com" CJSC
4. <https://vc.ru/vk/99771-vkontakte-dlya-biznesa-kak-izmenilas-platforma-v-2019-godu>
5. <https://vc.ru/social/80912-reyting-socialnyh-setey-v-avguste-2019>
6. <https://tengrinews.kz/internet/nazvana-samaya-populyarnaya-sotsialnaya-set-v-kazahstane-377526/>
7. <https://www.kp.kz/online/news/3585076/>
8. <https://www.brief.kz/blog/?p=3304>
9. <https://www.similarweb.com/top-websites/kazakhstan>
10. <https://gs.statcounter.com/social-media-stats/all/kazakhstan>
11. https://forbes.kz/ranking/30_krupneyshih_torgovyih_internet-ploschadok_%E2%80%93_2019
12. <https://www.zakon.kz/4948958-skolko-kazahstantsev-sidit-v-sotsialnyh.html>
13. <https://www.brief.kz/blog/?p=1491>
14. <https://vlast.kz/biznes/22580-neopredelennost-i-transformacia-cto-proishodit-s-rynkom-elektronnoj-kommercii.html>

15. <https://profit.kz/news/56782/Odnogo-trilliona-tenge-mozhet-dostignut-obem-e-commerce-v-Kazahstane-k-2025-godu/>
16. <https://profit.kz/news/56902/Obem-beznalichnih-platezhej-previsil-1-5-trln-tenge-v-oktyabre/>
17. <https://www.brif.kz/blog/?p=1491>
18. <https://zonakz.net/2019/05/04/socsetyami-polzuyutsya-70-naseleniya-kazaxstana-starshe-15-let/>
19. <https://www.zakon.kz/4948958-skolko-kazahstantsev-sidit-v-sotsialnyh.html>

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ И ПЕРСОНАЛИИ

НУСУПОВ КАИР ХАМЗАЕВИЧ

Руководство и коллектив Казахстанско-Британского технического университета и Научно-образовательного центра альтернативной энергетики и нанотехнологий КБТУ сердечно поздравляют доктора физико-математических наук, профессора Нусупова Каира Хамзаевича со знаменательной датой – 80-летием со дня рождения!

За время многолетней трудовой деятельности Нусупов К.Х. проявил себя как талантливый ученый, широко известный в нашей стране и за рубежом. Нусупов К.Х. является волевым руководителем и организатором научных исследований, склонным к поиску нетрадиционных решений важнейших задач в области наноэлектроники, ускорительной техники, солнечной и ветровой энергетики. Солидный опыт, высочайший профессионализм, решительность в достижении поставленных целей, чувство гражданской ответственности и требовательность снискали глубокое уважение и заслуженный авторитет среди коллег и друзей.

После окончания Новосибирского электротехнического института в 1965 году К.Х. Нусупов поступает в аспирантуру Физического института им. П.Н. Лебедева Академии наук СССР, г. Москва (Россия). В этом знаменитом учреждении Нусупов К.Х. самостоятельно осуществляет капитальный ремонт и запуск неисправного ускорителя Ван де Граафа, выполняя работы под личным контролем лауреата Нобелевской премии И.М. Франка, член-корр. АН СССР Б.М. Вула и профессора В.С. Вавилова с регулярным отчетом на семинарах лаборатории физики атомного ядра и лаборатории физики полупроводников. В 1973 году решением Спец. Совета Физического института АН СССР Нусупову К.Х. присуждается степень кандидата физико-математических наук по теме «Исследование распределения внедренных атомов лития по глубине в алмазе и кремнии методом (p, γ) резонанса». Позже, во время визита в город Алма-Ату, Илья Михайлович Франк выразил желание ознакомиться с ла-



Визит лауреата Нобелевской премии И.М. Франка в лабораторию К.Х. Нусупова

бораторией Нусупова К.Х. (см. фото). В 1996 году решением Спец. Совета Д.002.39.02 Лауреата Нобелевской премии Басова Н.Г. при Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН Нусупову К.Х. присуждена степень доктора физико-математических наук.

Достижения Нусупова К.Х. в разработке наноструктур, технологий твердых материалов, 16 технологий солнечной энергетики, а также в области ветроэнергетики, включая создание опытной установки и получение патента Евросоюза являются впечатляющими достижениями КБТУ и нашей страны в области науки и техники. Его успехи и роль в области разработки низкоэнергетической ускорительной техники для создания высококачественных наноструктур и р-п-переходов, включая патент США (указанный как противопоставленный в 14 международных патентах), а также в разработке и создании партии детекторов ядерных излучений для космического спутника специального назначения, проработавших в агрессивных условиях открытого космоса более 20000 часов, защита докторской диссертации в Специализированном Совете Лауреата Нобелевской премии Басова Н.Г.

при Физическом институте им. П.Н. Лебедева Российской Академии наук в совокупности и в отдельности являются выдающимися страницами его биографии. При содействии и руководстве Нусуповым К.Х. были подготовлены и защищены ряд докторских, кандидатских и PhD диссертаций в области нанoeлектроники и материаловедения. Его публикации многократно цитируются в рейтинговых международных изданиях и патентах. Российской Академией Естествознания Нусупову Каиру Хамзаевичу присвоены звания «академик РАН» и «Основатель научной школы», а Инженерной Академией Республики Казахстан – звание «Лучший инженер 2015 года».

В этот знаменательный день от всей души желаем Вам, уважаемый Каир Хамзаевич, дальнейших успехов в Вашей многогранной деятельности на благо науки Казахстана, успешно развивать технологии производства солнечных батарей, ветровой энергетики и твердых материалов, а также долгих лет активной жизни, крепкого здоровья, счастья и благополучия!

С уважением, руководство и коллектив АО «КБТУ» и НОЦ АЭиН.
26 декабря 2020 года.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- | | | |
|----|-------------------|---|
| 1 | Алдияров Ж.А. | к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова |
| 2 | Абдрахманов Р.Б. | к.т.н., и.о.доцента, международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави |
| 3 | Абдухаликова Ш.А. | магистрант, Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави |
| 4 | Абиров Р.Ж. | магистр (MSc), сеньор-лектор, Казахстанско-Британский технический университет |
| 5 | Абсагтар Д.К. | магистрант, Казахстанско-Британский технический университет |
| 6 | Абылкасым Д.Б. | докторант, Казахстанско-Британский технический университет |
| 7 | Азиханова Д.К. | магистр, Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави |
| 8 | Аманов А.А. | магистрант, Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави |
| 9 | Амантаева А. | PhD студент, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби |
| 10 | Амзе Д. | студент, Казахстанско-Британский технический университет |
| 11 | Арапова М.В. | к.н., Институт катализа им. Борескова, Новосибирск, Россия |
| 12 | Асанов А. | к.х.н., профессор, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати |
| 13 | Ахметжанова Г.А. | докторант, Сэтбаев университеті |
| 14 | Бадавамова Г.Л. | д.х.н., профессор, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби |
| 15 | Бейбитулы М. | магистрант, Казахстанско-Британский технический университет |

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- | | | |
|----|------------------|---|
| 16 | Бектемысова Г.У. | к.т.н., ассоц. профессор, Международный университет информационных технологий |
| 17 | Бергалиева С.А. | докторант, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби |
| 18 | Бергенева Н.С. | к.б.н., доцент, и.о. профессора, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби |
| 19 | Богданчиков А.В. | PhD, ассоц. профессор, университет им. Сулеймана Демиреля |
| 20 | Болегенова С.А. | д.ф.-м.н., профессор, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби |
| 21 | Бугембаева А.К. | магистрант, МС, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби |
| 22 | Дариханова А. | магистрант, Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави |
| 23 | Дарменбаева А.С. | PhD доктор, и.о. доцент, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати |
| 24 | Дауылов С.А. | магистрант, университет им. Сулеймана Демиреля |
| 25 | Дәулетбай А. | PhD доктор, доцент, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби |
| 26 | Достаева А.М. | доктор PhD, ст. преподаватель, Карагандинский государственный технический университет |
| 27 | Елеукен А.Р. | магистрант, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати |
| 28 | Жаңабай Н.Ж. | к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова |
| 29 | Жуанышев И.О. | PhD-докторант, Международный университет информационных технологий |
| 30 | Жунусова А.Ж. | докторант, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби |
| 31 | Ильчубаева Д.М. | магистрант, Казахстанско-Британский технический университет |

- 32 Исанбекова А.Т. PhD, ст. преподаватель, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби
- 33 Калмаханова М.С. ст. преподаватель, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати
- 34 Камысбаев Д.Х. д.х.н., профессор, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби
- 35 Ковалева Г.Г. к.м.н., Национальный научный центр особо опасных инфекций им. М Айкимбаева
- 36 Куандыков А.А. д.т.н., профессор, Международный университет информационных технологий
- 37 Култышев Е.А. магистрант, Казахстанско-Британский технический университет
- 38 Қабдырахманова А.Б. магистр, Карагандинский государственный технический университет
- 39 Мамешова С.А. докторант, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати
- 40 Масалимова Б.К. к.х.н., доцент, Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати
- 41 Мылтыкбаева Ж.К. к.х.н., ассоц. профессор, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби
- 42 Нажипқызы М. к.х.н., доцент, НС, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби
- 43 Наурзкулова С.М. докторант, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати
- 44 Нурлыбаева А.Н. доктор PhD, доцент, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати
- 45 Нурмамбетов Д. магистрант, университет им. Сулеймана Демиреля
- 46 Нұрмұқан Қ. PhD студент, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби
- 47 Полумордвинов И.О. ассистент-профессор, Казахстанско-Британский технический университет

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- 48 Рустамов Н.Т. д.т.н., профессор, Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави
- 49 Сабешулы И. студент, Казахстанско-Британский технический университет
- 50 Садиева Х.Р. к.т.н., доцент, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати
- 51 Салес Д.Л. доктор наук, профессор, университет Кадиса, Испания
- 52 Сапаралы Қ.С. магистрант, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова
- 53 Сапарходжаев Н.П. PhD, Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави
- 54 Сарыева А.Е. магистрант, Казахстанско-Британский технический университет
- 55 Сейдуалиев Т.Б. магистрант, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати
- 56 Серикбаев Б.А. к.х.н., Казахский Национальный университет им. аль-Фараби
- 57 Сүтемген Ж.Т. магистрант, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби
- 58 Сұлтанбек Т.Ж. магистр, Карагандинский государственный технический университет
- 59 Тамабекова М.М. магистрант, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати
- 60 Тәжі А.Т. докторант, Казахстанско-Британский технический университет
- 61 Тилеуова А.Г. магистрант, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати
- 62 Тлеуов А.С. д.т.н., профессор, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова
- 63 Тлеуова С.Т. к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова

- 64 Толеугазы П. ст. преподаватель, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби
- 65 Төлеген Н.Ж. магистрант, Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати
- 66 Усенкулов Ж.А. к.т.н., профессор, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова
- 67 Утелбаева А.Б. д.х.н., доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова

ҚАЗАҚСТАН-БРИТАН ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ

HERALD
OF THE KAZAKH-BRITISH TECHNICAL UNIVERSITY

ВЕСТНИК
КАЗАХСТАНСКО-БРИТАНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ответственный за выпуск	Есбергенов Досым Бектенович
Редакторы	Далабаева Айсара Касымбековна Садганова Эльмира Абуовна
Компьютерный дизайн	Аязбаева Зарина Козубековна
Компьютерная верстка	Елеманова Дана Каиркельдыевна

Подписано в печать 30.12.2020 г.
Тираж 300 экз. Формат 60x84 1/16.
Бумага тип.
Уч.-изд.л. 15 Заказ №152.

Редакция журнала «Вестник КБТУ» не несет ответственность за содержание публикуемых статей. Содержания статей целиком принадлежат авторам, и размещаются в журнале исключительно под их ответственность.

Издание Казахстанско-Британского технического университета
Издательский центр КБТУ, Алматы, ул. Толе би, 59

Наши факультеты:

- Энергетика и нефтегазовая индустрия
- Геология и геологоразведка
- Информационные технологии
- Бизнес школа
- Международная Школа Экономики
- Казахстанская Морская Академия
- НОЦ Математика и кибернетика
- НОЦ Альтернативной энергетики
- НОЦ «Химическая инженерия»
- НОЦ «Материаловедения и проблем коррозии»
- Базовый Факультет

