



#2 (30), 2018 część 2

Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe

(Warszawa, Polska)

Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w

Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze

wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo

publikowane jest w języku polskim, angielskim,

niemieckim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 30 każdego
miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz
czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej

czasopisma.

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

Rada naukowa

Adam Nowicki (Uniwersytet
Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków
Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet
Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet
Jagielloński)

Kolub Frennen (University of
Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków
Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet
Warszawski)

#2 (30), 2018 part 2

East European Scientific Journal

(Warsaw, Poland)

The journal is registered and published in Poland. The
journal is registered and published in Poland.

Articles in all spheres of sciences are published in the

journal. Journal is published in **English, German, Polish**

and Russian.

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Each author receives one free printed copy of the
journal

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor in chief - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

The scientific council

Adam Nowicki (Uniwersytet
Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków
Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet
Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet
Jagielloński)

Kolub Frennen (University of
Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków
Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet
Warszawski)

**Dawid Kowalik (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**
**Peter Clarkwood(University College
London)**
Igor Dziedzic (Polska Akademia Nauk)
**Alexander Klimek (Polska Akademia
Nauk)**
**Alexander Rogowski (Uniwersytet
Jagielloński)**
Kehan Schreiner(Hebrew University)
**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet
Warszawski)**
**Mateusz Marszałek (Uniwersytet
Jagielloński)**
**Szymon Matysiak (Polska Akademia
Nauk)**
**Michał Niewiadomski (Instytut
Stosunków Międzynarodowych)**
Redaktor naczelny - Adam Barczuk

1000 kopii.

**Wydrukowano w «Aleje Jerozolimskie
85/21, 02-001 Warszawa, Polska»**

**Wschodnioeuropejskie Czasopismo
Naukowe**

Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001
Warszawa, Polska

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

**Dawid Kowalik (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**
**Peter Clarkwood(University College
London)**
Igor Dziedzic (Polska Akademia Nauk)
**Alexander Klimek (Polska Akademia
Nauk)**
**Alexander Rogowski (Uniwersytet
Jagielloński)**
Kehan Schreiner(Hebrew University)
**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet
Warszawski)**
**Mateusz Marszałek (Uniwersytet
Jagielloński)**
**Szymon Matysiak (Polska Akademia
Nauk)**
**Michał Niewiadomski (Instytut
Stosunków Międzynarodowych)**
Editor in chief - Adam Barczuk

1000 copies.

**Printed in the "Jerozolimskie 85/21, 02-
001 Warsaw, Poland»**

East European Scientific Journal

Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw, Po-
land

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Злобина В.Л., Медовар Ю.А., Юшманов И.О.

ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЗОНЕ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА 4

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Совенко О. С., Супруненко А. П.,

КЛАСОВА І ПОЗАКЛАСОВА СВІДОМІСТЬ УКРАЇНЦІВ В УМОВАХ СОЦІАЛЬНОГО РОЗКОЛУ ... 17

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Білошицька О.К., Волинська С.В.

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЕГ-СИГНАЛІВ ПРИ ПУХЛИНАХ

МОЗКУ 26

Набиев Р.А., Гасанов Р.Г.

УЧЕТ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА РАБОТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАМ ЗА ПРЕДЕЛАМИ

УПРУГОСТИ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ 36

Горбунова Л.Н., Мармус Т.Н.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ В АПК

АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ 39

Trembovetskyi M. P., Zaika V. F., Zhebka V. V., Ivanichenko E.V.

THE EFFECT OF NON-GAUSSIAN INTERFERENCE ON THE QUALITY OF RECEIVING OF DISCRETE

MESSAGES AND CHARACTERISTICS OF THEIR SUPPRESSION IN MEMORY CHANNELS 43

Ишмухаметов Б.Х.

СКВАЖИННЫЙ ШТАНГОВЫЙ НАСОС ДЛЯ ДОБЫЧИ ОБВОДНЕННОЙ НЕФТИ 46

Malogulko J.V.

STANDARDIZATION OF INTELLECTUAL LOCAL POWER SYSTEMS FUNCTIONING AT THEIR

INTEGRATION INTO SYSTEMS OF CENTRALIZED POWER SUPPLY IN UKRAINE 50

Bezrodny M., Prytula N., Misiura T.

THERMODYNAMIC EFFICIENCY OF COMBINED HEAT PUMP SYSTEM OF HEATING AND

VENTILATION WITH USE OF HEAT OF VENTILATING EMISSIONS AND WASTEWATER 53

Трембус І.В.

Соколовська Ніна Валеріївна

ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ ПШЕНИЧНОЇ СОЛОМИ В СИСТЕМІ $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O}_2$ 61

Тулаев Б.Р., Хакимов Ж.О., Мирзаабдуллаев Ж.Б.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РЕЙКИ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ДВИГАТЕЛЯ

ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ 66

Шевченко М.В., Рудакова А.П.

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ К СЕТИ ПОДСТАНЦИИ «КС-7» 69

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Zlobina V.L.

*PhD Geological and Mineralogical Sciences,
Leading Researcher, Water Problems Institute, RAS*

Medovar Yu.A.

*PhD geological and mineralogical sciences,
Senior Researcher, Water Problems Institute, RAS*

Yushmanov I.O.

*PhD Technical Sciences,
Senior Researcher, Water Problems Institute, RAS*

Злобина Валентина Леонидовна

*доктор геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник Института водных проблем РАН*

Медовар Юрий Анатольевич

*кандидат геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник Института водных проблем РАН*

Юшманов Игорь Олегович

*кандидат технических наук,
старший научный сотрудник Института водных проблем РАН*

ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЗОНЕ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА

SOURCES OF GROUNDWATER POLLUTION IN THE ZONE OF ACTIVE WATER EXCHANGE

Summary: The list of main sources of groundwater pollution is given. Their classification according to varieties (local and dispersed) and the degree of danger from the impact on the natural environment are shown.

Key words: groundwater, groundwater pollution, water intake, maximum permissible concentrations, atmospheric precipitation

Аннотация: Приведен перечень основных источников загрязнения подземных вод. Дана их классификация по разновидностям (локальные и рассредоточенные), степени опасности по воздействию на природную среду.

Ключевые слова: подземные воды, загрязнение подземных вод, водоотбор, предельно-допустимые концентрации, атмосферные осадки

Многолетняя хозяйственная деятельность привела к ухудшению экологической ситуации в природной среде [1,2,3,5,9,10,14,16,20,23,26,28]. Признаки деградации наблюдаются в различных природных оболочках Земли – атмо-, био-, гидро- и литосферной.

Несмотря на относительную защищенность подземных вод, в зоне активного водообмена отмечается существенное изменение их баланса, режима и качества за счет сокращения запасов пресных вод в зоне гипергенеза и подтока

некондиционных вод [6,11,12,21]. При освоении территорий подземная гидросфера подвержена значительному числу источников антропогенного воздействия.

На рис. 1 показаны различные рассредоточенные и локальные источники загрязнения в подземной гидросфере. Видно, что некоторые источники воздействия расположены на поверхности, а часть непосредственно в подземной гидросфере, что нарушает ее устойчивость и защищенность.

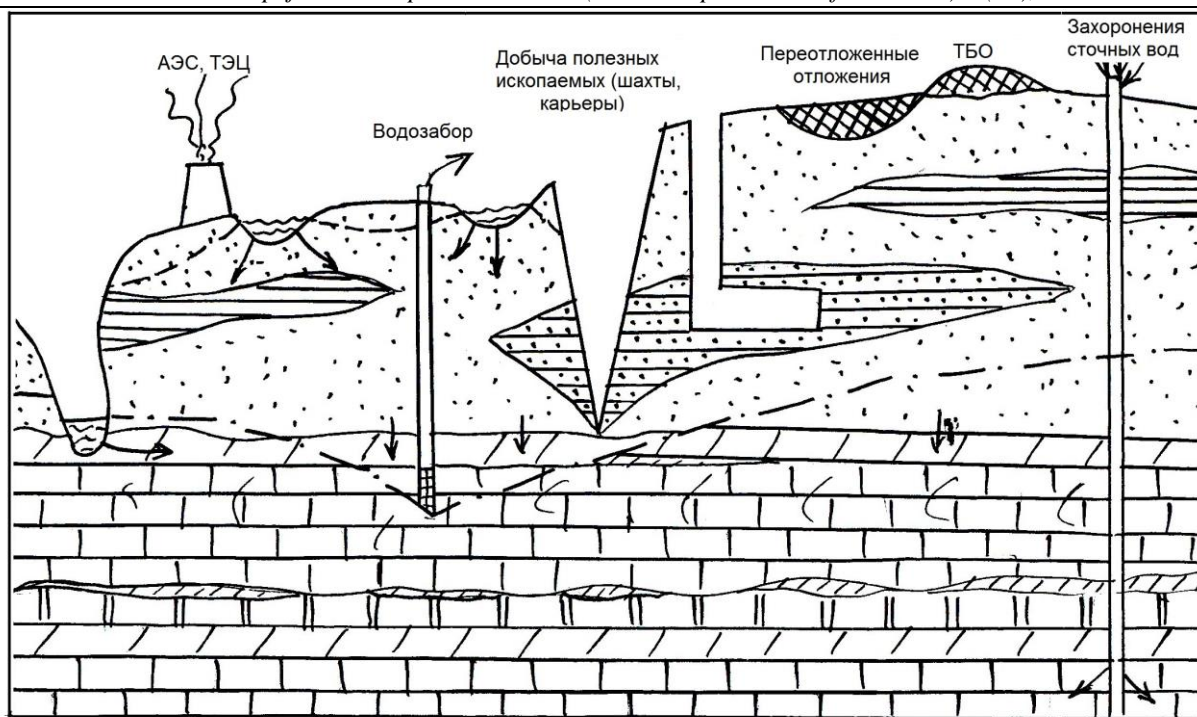


Рисунок 1 – Разновидности источников техногенного воздействия на подземную гидросферу

За счет наземных и подземных источников хозяйственного воздействия количество неблагоприятных территорий постоянно увеличивается [2,4,8,15,17], их антропогенное воздействие на подземные воды наблюдается повсеместно [23].

Региональное картирование установило многочисленные ареалы, характеризующиеся острыми экологическими ситуациями [1,7,16,21].

Дистанционные методы [11,18] дают возможность оценить масштабы распространения загрязнения окружающей среды. С загрязнением снегового покрова происходит уменьшение альбедо примерно в 3 раза. Наиболее значительное количество ареалов загрязнения приурочено к мегаполисам и скоплению городских агломераций, что позволяет рассматривать урбанизированные территории как источники рассредоточенного воздействия на подземную гидросферу [10,19,27].

Источники техногенного воздействия на окружающую среду характеризуются рядом признаков, таких как вид источника, условия поступления загрязнителей, состав загрязнителей, масштабы их распространения и пр.

Таблица 1. Источники и классы техногенного воздействия на подземную гидросферу

№п/п	Разновидности воздействия	Характеристика воздействия
1	Положение источника воздействия	Наземное Подземное
2	По пространственной структуре источника воздействия	Точечное Линейное (м, км) Площадное (м ² , км ²) Объемное (м ³)
3	По интенсивности антропогенной нагрузки	Минимальная Средняя Максимальная
4	По времени воздействия	Эпизодическое (часы) Временное (сутки) Постоянное (года)

Разновидности источников техногенного воздействия на подземные воды

По масштабам воздействия существующие разновидности источников загрязнения можно разделить на две группы:

- рассредоточенные
- локальные.

В таблице 1 приведены характеристики источников воздействия на подземные воды зоны активного водообмена. Их классификация по ряду показателей (размеры, время воздействия, класс воздействия, антропогенная нагрузка, необратимость, возможные риски) показывает, что техногенные источники вызывают качественные и количественные изменения в подземных водах. Постоянное их воздействие на природную среду, а также значительные размеры приводят к трансформациям подземной гидросферы. Многие виды хозяйственной деятельности способствуют созданию одновременно нескольких классов воздействия на природную среду (объекты теплоэнергетики, шахты, метро и др.).

5	Категории риска	Низкая Средняя Высокая
6	По обратимости	Обратимые Необратимые
7	Класс воздействия	Химический Механический Физический Физико-химический Биологический Радиоактивный

1. Рассредоточенные источники воздействия

К рассредоточенным источникам загрязнения относятся атмосферные осадки, сточные воды (промстоки), минеральные и органические удобрения, автотранспорт [28,16, 29,3,8,12,14], городские агломерации, массовый водоотбор подземных вод, добыча нефти и газа.

Атмосферные осадки.

Атмосферные осадки (АО) являются мощным источником рассредоточенного воздействия на природные экосистемы. В теории риска АО относятся к самой высокой категории, так как являются постоянно действующими и неустраняемыми, воздействующими на все компоненты природной среды. Атмосферные осадки переносятся трансграничными и региональными потоками на огромные расстояния. Баланс различных типов природных вод – поверхностных, почвенных, грунтовых безнапорных и напорных зависит от их количества.

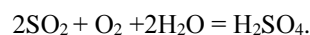
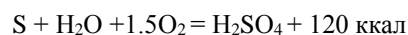
Масштабные изменения баланса проявляются в нарушении озонового слоя, проявлении парникового эффекта и изменения климата [3,16, 26]. Устойчивое загрязнение атмосферы сопровождается аккумуляцией широко спектра различных веществ. В составе АО установлено более 2000 токсикантов различного генезиса, из которых более двухсот являются наиболее значимыми при формировании ионного состава атмосферных вод [3,17, 24,26,27].

При трансграничном переносе атмосферные осадки перераспределяют различные виды загрязнителей от рассредоточенных и локальных техногенных источников. Устойчивое и многолетнее загрязнение АО наносит значительный экологический и экономический ущерб окружающей среде. Наблюдается гибель лесных массивов, увеличиваются площади кислых почв, закисляются поверхностные и подземные воды.

В естественных условиях ионный состав АО определяется несколькими процессами: поступлением солей с поверхности морей и океанов, вулканической деятельностью, ветровой эрозией с поверхности суши. При пылевых выбросах вулканов увеличивается содержание SO_2 и H_2S [3,16,27].

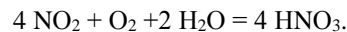
Под влиянием техногенных источников загрязнения атмосферные осадки приобрели SO_4 -Na тип. Концентрации SO_4^{2-} в составе АО стали превышать 140–280 мг/дм³ [25,27].

Процессы трансформации соединений серы привели к масштабному уменьшению pH атмосферных осадков и закислению природных вод. Механизм этого процесса связан с физико-химическими взаимодействиями с аэрозолями:



Трансформация соединений серы протекает в несколько этапов и сопровождается выделением тепла. Считается, что образование H_2SO_4 способствует растворению ряда загрязнителей, которые поступают затем в природную среду [16,28].

Другими кислотообразующими веществами являются окислы азота. Их окисление также приводит к образованию сильных кислот



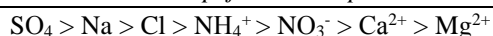
Из всего многообразия кислот H_2SO_4 и HNO_3 относятся к наиболее сильным. Приведенные химические взаимодействия объясняют уменьшение pH до 3.5–4 и образование вод SO_4 -Na типа, при уменьшении концентраций гидрокарбонатов (HCO_3^-) в химическом составе АО.

Избыточное количество оксида и диоксида углерода образуется за счет сжигания ископаемого топлива [26]. Считается, что угольная кислота, в отличие от других газов в атмосфере (SO_2 , H_2S , NO_2), может существовать продолжительное время (до 3–5 лет). При этом процессы гидратации CO_2 приводят к увеличению концентрации CO_2 за счет реакции типа:

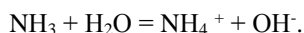


Потепление климата приводит к оттаиванию многолетнемерзлых пород [2,20,21]. Региональное проявление этих процессов ведет к обогащению приземного слоя атмосферы метаном CH_4 . Взаимодействие CH_4 с галогенами приводит к образованию нежелательных соединений типа CH_3Cl , а также соляной кислоты HCl в атмосферных осадках.

Обобщение пространственно-временных данных по химическому составу дождей в гумидной зоне России установило следующее соотношение активности солеобразующих ионов:



Аналогичная последовательность активности ионов характерна для снежного покрова. Наличие аммония NH_4^+ в АО объясняется также физико-химическими взаимодействиями



Таким образом, кислотная нагрузка $\text{C}[\text{A}]$, поступающая с АО, включает перечисленные химические соединения в дожде, снеге и аэрозолях:

$$\text{C}[\text{A}] = [\text{C}(\text{SO}_4) + \text{C}(\text{H}) + \text{C}(\text{NH}_4) + \text{C}(\text{NO}_2) + \text{C}(\text{NO}_3) + \text{C}(\text{CO}_2) + \text{C}(\text{CH}_4)] V_{\text{АО}}$$

где $V_{\text{АО}}$ – количество атмосферных осадков.

Из этой зависимости видно, что только за счет увеличения газов в составе АО и их трансформации антропогенная нагрузка может быть весьма значительной. В общем объеме выбросов SO_x , NO_x , NH_3 и CO_2 составляют до 85%. Значительное количество окислов ежегодно поступает в РФ из стран центральной Европы за счет западного переноса (SO_x – 775 тыс.т, NO_x – 292 тыс.т, NH_3 – 104 тыс.т) [27].

В составе атмосферных осадков идентифицировано более 2000 загрязнителей различного генезиса, многие из которых являются значимыми в процессах формирования ионного состава АО [16,27]. В химическом составе АО ряд элементов характеризуется значительными концентрациями (NO_3 , NH_4^+ , Pb, Zn и др.).

В естественных условиях интенсивность атмосферных осадков распределялось как дождь > снег > взвешенные выпадения > аэрозоли.

Изучение воздействия взвешенных выпадений (твердофазные) и аэрозолей установило их решающее влияние на трансформацию химического состава АО [3,9,17].

В естественных условиях АО имели небольшую минерализацию (3–9 мг/дм³) и по комплексу макроэлементов относились к HCO_3 -Ca типу вод. Величина pH изменялась в диапазоне 5.9–7.8.

Рис. 2 иллюстрирует многокомпонентность атмосферных выпадений в течение года при антропогенном воздействии. Откуда видно, что антропогенная нагрузка проявляется в течение всего календарного года и влияет на изменение состава снега и соответственно инфильтрационных вод.

Многолетняя трансформация состава АО проявилась в увеличении их минерализации до 300 мг/дм³ за счет увеличения содержания концентраций многих ионов (SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ и др.). По данным метеорологических станций Московской области на 1960 г. в центральной ее части сформировались SO_4 -Ca и Cl -Ca типы атмосферных вод. При этом отмечалось неравномерное распределение антропогенной нагрузки по количеству выпадающих солей – от 25 до 70 г/м².

С дальнейшим загрязнением АО концентрации сульфатов возросли в 50 раз, хлоридов – в 13 раз, аммония и натрия в 15 раз. Существенно снизились величины pH снеговых вод (до 4.12–5.1). С другой стороны, в составе АО почти исчезли гидрокарбонаты и резко уменьшились концентрации кальция и магния, и возросли концентрации микроэлементов (Pb, Zn, Mn, Cd и др.).

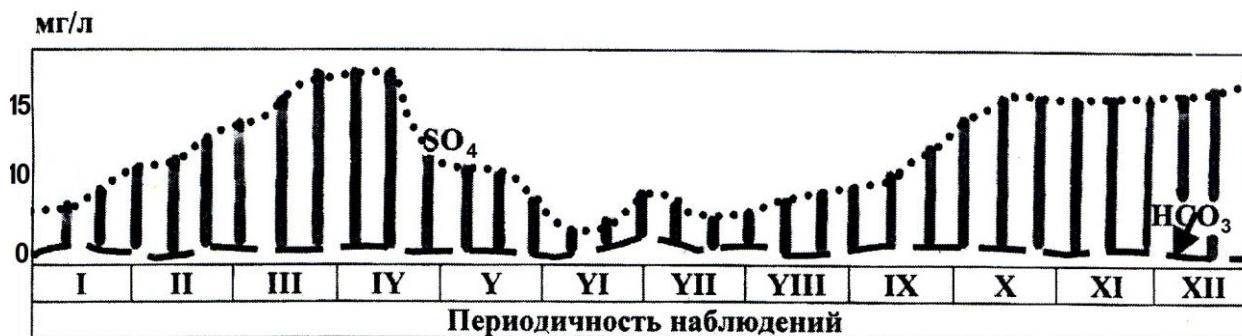
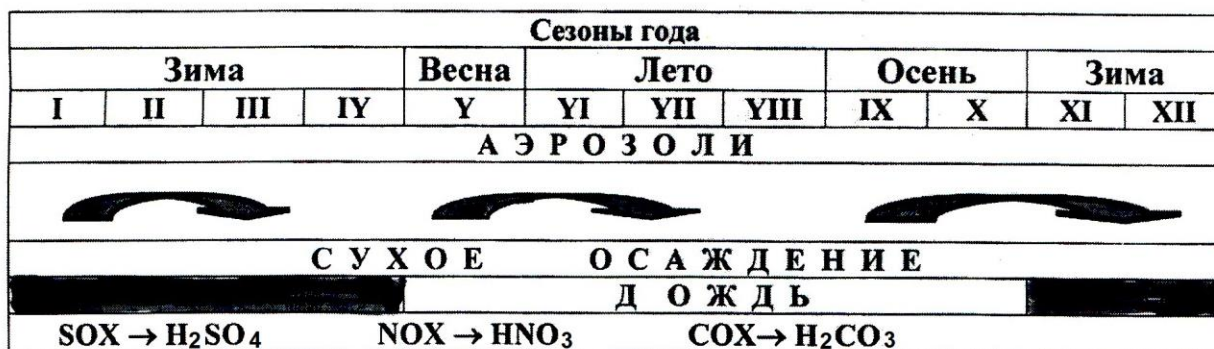




Рисунок 2 – Степень трансформации атмосферных осадков в условиях техногенеза

Одной из причин неизбежного «экологического кризиса» в природной среде является рассеяние тяжелых металлов (Pb, Zn, Cu, Cd, Cr и др.) с аэрозолями. Накопление токсикантов происходит с интенсивностью, значительно превышающей скорость их разложения. Источники их поступления в природную среду являются продукты сжигания углеводородов, а также с различными видами хозяйственной деятельности [4,5,9,19,20]. В АО, наряду с тяжелыми металлами установлен ряд токсикантов (фенолы, бенз(а)пирен, полиароматические углеводороды, формальдегиды, фториды, хлорорганические пестициды и др.).

Применение снегомерной съемки позволило установить спектр различных загрязнителей, а также их ассоциации. Геохимическое соотношение металлов для западной части Московской области имеет вид:



Мозаичное и неравномерное загрязнение АО зависит также от сочетания физико-географических условий и хозяйственного освоения территорий. Устойчивое загрязнение АО приводит к образованию крупных аномалий в различных регионах РФ (центральная и южная части европейской части РФ, Среднее Поволжье, Уральский регион, Западная Сибирь). В приземном слое атмосферы наибольшие концентрации S, Pb, Zn и Cu наблюдаются в зимний период времени.

Аналогичные результаты были получены по многолетним наблюдениям на станциях комплексного фонового мониторинга (СКФМ). Концентрации серы в летний период времени не превышали 15 мкг/дм^3 , а в зимний период времени достигали 30 мкг/дм^3 [18]. Аналогичные закономерности отмечались для других соединений (ПАУ, бенз(а)пирен, NOx и др.).

Содержание загрязнителей в составе АО отслеживается во многих странах мира [25,27,28]. Для оценки загрязнения АО разработаны различные показатели - индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), коэффициенты токсичности, индекс экологической опасности, коэффициенты технофильности и др.

Из перечисленных показателей наиболее широко используется ИЗА, учитывающий концентрации загрязнителей в соответствии с ПДК [7,19]. Значительные диапазоны его изменения (от 1 до 17) позволяют выполнять районирование городских агломераций с учетом загрязнения АО наиболее токсичными веществами (бенз(а)пирен, фенолы и др.).

Для определения других коэффициентов, учитывающих токсичность и класс опасности загрязнителя, требуются более значительные объемы информации (концентрации загрязнителей, объемы выбросов, валовая продукция и др.).

Загрязнение дождевых и талых вод, включая твердофазные и аэрозольные составляющие в АО, изменили процессы очищения атмосферного воздуха, что вызвало региональные трансформации химического состава АО, выразившиеся в образовании вод $\text{SO}_4 - \text{Na}$ типа и увеличении их минерализации. Антропогенное распространение различных соединений весьма неравномерно по площади и в десятки раз выше их естественного поступления за счет АО. Уменьшение pH талых вод создает высокую подвижность тяжелых металлов в системе АО – подземные воды.

Переотложенные отложения.

Образование техногенных отложений при эксплуатации промышленных и хозяйственных объектов характерно для городских агломераций. Их накопление как правило происходит в понижениях рельефа и овражно-балочной сети. Значительные мощности техногенных отложений создают объекты теплоэнергетики [6,10]. Эти образования классифицируются по агрегатному состоянию, степени уплотнения и др.

Влияние переотложенных пород на изменение свойств и состава подземной гидросферы изучено достаточно слабо. Физико-химические свойства техногенных отложений зависят от степени их деградации.

С возрастом города мощности техногенных отложений увеличиваются до 10-20 метров [10]. В г. Москве проведено районирование территории по мощности распространения техногенных пород [19]. В центре города их мощность может превышать 15 м. Значительные мощности переотложенных отложений (до 25 м) наблюдаются в овражно-балочной сети р. Москвы.

По своему составу техногенные отложения представляют собой гетерогенные слоистые образования из обломков пород различного происхождения. Эти отложения имеют высокие фильтрационные свойства, сорбируют различные загрязнители и содержат много органических остатков [21].

В поровых водах техногенных пород содержится широкий спектр макро- (SO_4^{2-} , Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} , NH_4^+ , Norg и др.) и микроэлементов (Pb , Mn , Zn , Ni , Cd , Co , Cu и др.), состав которых определяется щелочно-кислотными и окислительно-восстановительными условиями.

Опасное воздействие оказывают техногенные отложения карьеров, которые после завершения добычи нерудных полезных ископаемых используются как полигоны ТБО. Из них в подземные воды вымываются различные токсиканты за счет инфильтрации атмосферных осадков. Особенного внимания требуют ртуть-содержащие отвалы на территориях многолетнемерзлых пород [21].

Автотранспорт является одним из мощных источников рассредоточенного воздействия на природные среды, его вклад в загрязнение АО достигает 90%. К этому следует добавить и влияние антигололедных реагентов.

С эксплуатацией автотранспорта в окружающую среду с выхлопами поступает широкий спектр газов и токсикантов - CO_x , NO_x , SO_x , NH_4^+ , Norg ., Pb , Mn , Zn , Ni , Cd , Co , формальдегид, альдегиды, стирол, кетоны и др.

Возможно многократное превышение ПДК окисных соединений. Поступление Pb с этилированным бензином в свое время возросло на 400% [30], но в настоящее время применение этилированного бензина запрещено. В течение многих лет в г. Москве среднегодовые концентрации токсичных соединений в приземном слое превышали ПДК по NO , взвешенным веществам, бенз(а)пирену, формальдегиду и фенолу [7,19].

Исследованиями установлено, что при эксплуатации автотранспорта образуются пылевые выбросы, в которых сосредоточены мелкодисперсные частицы.

Влияние автотранспорта на окружающую среду изучались на магистралях различного федерального значения, таких как Москва – Санкт-Петербург, Москва – Симферополь, МКАД и др. Исследование состава снега позволило установить параметры аккумуляции загрязнителей на различном расстоянии от автотрасс [7,19].

Масштабы воздействия автотрасс увеличиваются с ростом количества полос. Для крупных магистралей радиус влияния достигает 300 м и сокращается до 70м на двухполосных дорогах [7]. В непосредственной близости к дороге наибольшие концентрации загрязнителей максимальны.

Распыление различных реагентов при борьбе с гололедом в зимний период приводит к загрязнению поверхностных и подземных вод [9,10]. Исследования грунтовых вод в бассейне р.Яузы выявили региональное распространение вод Cl-Na типа при увеличении их минерализации до 1.5 г/дм^3 .

Использование соляных смесей на МКАД привело к образованию устойчивой области распространения Cl-Na вод вдоль дороги. Значительное содержание взвешенных и растворенных форм тяжелых металлов было установлено в снеговом покрове вдоль МКАД (Zn , Mn , Cr , Cu , Pb и др.). При этом интенсивность их накопления и радиус воздействия изменялись с рельефом. С понижением рельефа радиус воздействия МКАД превышал 1500 м, в низинах отмечались наибольшие концентрации загрязнителей до 700 мкг/дм^3 .

Концентрации хлоридов около МКАД в 50–70 раз превышают этот показатель в грунтовых водах вне зоны влияния автотрассы. Аналогичные величины характерны и для сульфатов SO_4^{2-} (превышение составляет 7–14 раз).

Применение соляных смесей в районе «Лосиного Острова» привело к образованию грунтовых вод Cl-Na типа в области их питания. По наблюдательным скважинам концентрации Cl -иона варьируют от 39 до 114 мг/дм^3 .

Сточные воды приурочены к хозяйственной деятельности (поля фильтрации, отстойники, шламохранилища, золоотвалы, добыча полезных ископаемых, животноводческие комплексы и др.). Рассредоточенное воздействие сточных вод (площадное, объемное, линейное) вызывает трансформации подземной гидросферы. По классификации табл. 1 сточные воды мигрируют вместе с поверхностными и подземными водами.

Промышленные сточные воды содержат химические вещества всех классов опасности (от I до IV). Концентрации макро- и микроэлементов в этих водах многократно превышают ПДК (Pb , Cr , Fe , NO_x , фенолы, Cd , Na , СПАВ, нефтепродукты и др.) [2,4,8,14]. При этом органические растворенные и взвешенные вещества преобладают над минеральными. В их составе обнаружены многочисленные микроорганизмы (сапрофитные бактерии, патогенные микробы, кишечная палочка и др.).

В сточных водах значения бихроматной окисляемости достигают $600 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, показатели перманганатной окисляемости – 70 мг/дм^3 , биологического потребления кислорода (БПК₅) – 800 мг/дм^3 , что свидетельствует о значительном содержании органических веществ в составе сточных вод [19]. При этом существует целый класс веществ, не поддающихся биохимическому окислению (фенолы, ПАВ, соединения хрома и др.).

Несмотря на наличие различных технологий их очистки (механические, физические, химические, физико-химические), происходит сброс сточных вод в окружающую среду без очистки в связи с их значительным объемом и перегрузкой очистных сооружений.

Радиоактивные сточные воды захораниваются на больших глубинах в подземную гидросферу [8].

Сброс бытовых сточных вод выполняется в канализационные сети, утечки из которых способствуют подтоплению территорий и загрязнению подземных вод. При фильтрации сточных вод из различных накопителей (отстойники, хвостохрани-

лица, золоотвалы и др.) образуются гидрохимические аномалии в подземных водах. При этом уровень грунтовых вод повышается на 2–3 м с образованием зон смешения теплых сточных вод с подземными. Техногенные процессы в водоносном горизонте сопровождаются усилением агрессивных свойств воды [12].

Особое значение имеют сточные воды с полей фильтрации (Курьяново, Люберцы и др.). Многолетнее существование прудов-отстойников привело к образованию гидродинамических, гидрогеохимических и тепловых аномалий в эксплуатируемых водоносных горизонтах каменноугольного возраста в г. Москве [12].

Захоронение промстоков.

При значительной токсичности не поддающиеся очистке сточные воды закачивают на большие глубины в подземную гидросферу (400 и более метров) [8]. При поиске пластов-коллекторов в карбонатных и терригенных породах проводится комплекс исследований, включающий бурение разведочных скважин, опытно-фильтрационные и геомиграционные работы и др. При захоронении отходов надежная изоляция коллекторов от зоны активного водообмена является одной из основных мер безопасности. При этом учитываются химический состав сточных вод, мощность и свойства пород-коллекторов, наличие водоупоров (рисунок 1).

Использование наблюдательных скважин при закачке токсичных сточных вод (NaSCN , CH_3OH и др.) в инъекционные скважины показало, что концентрации многих соединений возрастают в пласте-коллекторе (Cорг , NO_3 , SO_4^{2-} , NH_4^+ и др.), что свидетельствует о сложных физико-химических процессах в зоне застойного режима.

Минеральные и органические удобрения.

По масштабам воздействия и антропогенной нагрузке применение минеральных и органических удобрений относятся к рассредоточенным источникам воздействия на подземные воды (табл. 1).

Их применение является необходимой мерой для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Негативное воздействие удобрений на почвы, поверхностные и подземные воды рассматривается в различных изданиях [19,21]. В материалах симпозиумов и конференций обсуждаются технологии применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур, включая особенности их аккумуляции в зоне аэрации и подземных водах.

Использование минеральных ($\text{N} + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{K}_2\text{O}$) и органических удобрений (отходы животноводческих ферм, птицефабрик) приводит к многократному увеличению концентрации биогенов и микроэлементов (Mn , Cu , V , Pb , Zn , Ni , Cd , Cr , Co , F , Sr и др.) в подземной гидросфере [19,21].

Минеральные удобрения (фосфорные, калийные и др.) являются источниками различных химических элементов (Cu , F , Sr , редкоземельные и др.). Считается, что коэффициент использования азотных, фосфорных и калийных удобрений не превышает 70 %. Воздействие минеральных удобрений

на загрязнение подземных вод происходит более динамично, чем органических. В естественных условиях содержание биогенов в грунтовых водах не превышает 0.3 мг/дм^3 . При многолетнем применении удобрений содержание NO_3 достигает 80 мг/дм^3 . Наиболее подвижными среди биогенов являются NO_3 и NH_4^+ .

Динамичное увеличение концентраций нитратов в грунтовых водах происходит в первые годы использования удобрений [22]. Даже в условиях хорошей защищенности грунтовых вод в первые 2–3 года наблюдается увеличение NO_3 и NH_4^+ . Это объясняется применением значительных количеств азотных удобрений, дозы фосфорных и калийных удобрений как правило на порядок меньше. В подземных водах на удобряемых территориях наблюдается увеличение концентраций многих макрокомпонентов (SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} , K^+ и др.). При многолетнем использовании удобрений концентрации Cl^- в грунтовых водах возрастали до 45 мг/дм^3 , а концентрации K^+ до 23 мг/дм^3 . При этом влияние органических удобрений проявляется в изменении окислительно-восстановительных и щелочно-кислотных условий. При снижении pH изменяется углекислотный режим в водоносном горизонте, наблюдается мобилизация некоторых микроэлементов (Mn , Cu , Zn , Al и др.), усиливаются процессы выщелачивания.

На процесс загрязнения подземных вод минеральными удобрениями влияет значительное количество факторов и процессов (климат, технологии внесения, количество и состав удобрений, влажность и текстура почв, физико-химические свойства почв, их пористость и гранулометрический состав, содержание органических веществ, сорбция, биологическая и химическая деструкция, гистерезис и др.). На загрязнение подземных вод влияют также влагоперенос, мощность пород зоны аэрации, глубина залегания, pH и e_h подземных вод.

Иногда сельскохозяйственные угодья рассматриваются как географические единицы, для которых выделяются наиболее значимые факторы, определяющие особенности загрязнения подземных вод [4].

Оценка загрязнения подземных вод удобрениями выполнялось с применением математических моделей (PEARL-модели). Оказалось, что чувствительность подземных вод к воздействию удобрений оценить практически невозможно. Гетерогенность определяет геохимические взаимодействия в почвах и породах зоны аэрации и химический перенос веществ. Имитационные модели (например, мета-модели) требуют обширной информационной базы для описания загрязнения грунтовых вод минеральными удобрениями. При изучении чувствительности подземных вод и степени их трансформации применяется комплексное использование различных методов (дистанционные, SWAP-модели и ГИС-технологии). Многолетние наблюдения и балансовые модели показали, что загрязнение подземных вод зависит не только от дозы удобрений, но и от площади освоения сельхоз угодий [20]. При

этом увеличение геохимических потоков в подземные воды вызвано структурными изменениями в верхних слоях почвы.

Животноводческие комплексы также увеличивают биогенную нагрузку на подземные воды за счет фильтрации жидкой фракции. Динамичное загрязнение подземных вод возможно при избыточном применении удобрений и пестицидов.

Нефтяное загрязнение относится к рассредоточенному, так как приобретает региональное распространение за счет крупномасштабной добычи нефти и газа [2,4,5]. Многочисленные техногенные ареалы загрязнения образуются не только на месторождениях за счет разливов нефти и технологии эксплуатации, но и при транспортировке нефти по трубопроводам, утечке из резервуаров, потерь при перекачке и переработке. Это создает неравномерное и мозаичное загрязнение окружающей среды (почвы, зона аэрации, подземные воды). Установлено распространение плавающих линз нефти различной мощности на сотни метров от мест утечек.

Формирование нефтяного загрязнения имеет весьма сложный характер за счет различных свойств тяжелых и легких углеводородов. В составе нефти обнаружен спектр микроэлементов (Mn, Cu, Cr, Cd, Zn, Fe и др.). При продвижении нефтяного загрязнения существенное значение имеет растворимость нефтепродуктов в воде, а также многие геохимические процессы (сорбция, окисление и др.). Изучение механизма формирования нефтяного загрязнения в почвах и зоне аэрации установило образование вязких пленок, при окислении которых образуются новые органические соединения [10].

Нефтяное загрязнение проявляется на аэдромах и под АЗС. Только в г. Москве более 1000 автозаправочных станций, которые наряду с воздействием автотранспорта являются постоянно

действующими источниками, негативно влияющими на подземную гидросферу.

2. Локальные источники воздействия

При хозяйственном освоении территорий на природную среду воздействует множество локальных источников (рис. 1). К наиболее распространенным из них следует отнести объекты энергетики – ТЭЦ, ГРЭС, ТЭС, АЭС, горно-промышленные комплексы, карьерные разработки, шахты, складирование бытовых отходов, эксплуатация подземных вод, захоронение токсичных отходов и др. Многие из них комплексно влияют на качество подземных вод, особенно в зоне активного водообмена (табл. 2).

Промышленные комплексы занимают значительные территории и различаются по степени влияния на подземную гидросферу. Интенсивность антропогенной нагрузки обусловлена постоянным и длительным их функционированием. Специфическое воздействие локальных источников на подземные воды проявляется в своеобразном сочетании загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах и составе сточных вод.

Локальные источники загрязнения характеризуются различными масштабами их воздействия, как по площади, так и по глубине. При водоотборе подземных вод глубина скважин достигает 200–300м. При добыче полезных ископаемых глубина карьеров превышает сотни метров и отмечается как площадное, так и объемное воздействие на подземную гидросферу.

Особую роль в загрязнении окружающей среды играют различные отрасли промышленного производства (табл. 2). Многие из загрязнителей подземных вод (Hg, Cd, Pb) относятся к самому высокому классу опасности (I) и входят в особый перечень наиболее токсичных веществ ООН.

Таблица 2. Спектр загрязняющих веществ при техногенном воздействии на подземную гидросферу

Отрасли промышленности	Загрязняющие вещества
<i>Химическая</i>	Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻ , Fe ³⁺ , NH ₃ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , F ⁻ , Na ⁺ , Zn ²⁺ , Cu ²⁺ , Ni ²⁺ , Cr(VI), Cr(III), Mn ²⁺ , Hg ²⁺ , Co ²⁺ , H ₄ SiO ₄ , H ₂ S, CO ₃ ²⁻ , сульфиды, PO ₄ ³⁻ , Pb ²⁺
<i>Нефтеперерабатывающая</i>	нефтепродукты, Cl ⁻ , H ₂ S, Na ⁺ , Cu ²⁺ , Pb ²⁺ , NH ₃ , фенолы, ароматические углеводороды, сульфиды
<i>Металлургическая</i>	SO ₄ ²⁻ , Mn ²⁺ , Cl ⁻ , H ₄ SiO ₄ , Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , As(III), Cu ²⁺
<i>Машиностроение</i>	Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , F ⁻ , H ₄ SiO ₄ , Mo(VI), Ti ⁴⁺ , NH ₃ , NH ₄ ⁺ , Ni ²⁺ , Cu ²⁺ , Pb ²⁺ , Zn ²⁺ , Co ²⁺ , Cr(VI), Cr(III), Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , цианиды
<i>Теплоэнергетика</i>	Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Na ⁺ , Cu ²⁺
<i>Атомная энергетика</i>	Cr(VI), Cr(III), В, Mn, V, Cs ^{134,137} , Sr ⁹⁰ , Co ⁶⁰ , Ni ⁵⁹ , J ¹²⁹ , Cu ⁶⁴
<i>Обогащение руд</i>	фенолы, нефтепродукты, сульфиды, цианиды, роданиды, H ₄ SiO ₄ , Ca ²⁺ , Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , Mn ²⁺ , Mo(VI), Co ²⁺ , Ni ²⁺ , Zn ²⁺ , Pb ²⁺ , As(III)
<i>Целлюлозно-бумажная</i>	SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , PO ₄ ³⁻ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , S ₂ O ₃ ²⁻ , CO ₃ ²⁻ органические соединения

Химическая, металлургическая и нефтеперерабатывающая промышленности имеют максималь-

ный индекс экологической опасности (10). Этот показатель установлен для каждой отрасли промыш-

ленности и учитывает объемы поступления загрязнителей в окружающую среду [16,27]. Машиностроение и теплоэнергетика также имеют высокие индексы экологической опасности (7–9).

Внедрение новых технологий увеличивает число загрязняющих веществ, поступающих от промышленных предприятий. Установлено, что за счет промышленного производства индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) достигает максимальных значений (более 30).

Масштабы воздействия отдельного промышленного предприятия не всегда возможно установить, так как различные отрасли промышленности сформированы в промышленные зоны.

Воздействие промышленных предприятий определяется различными организациями и ведомствами (ИМГРЭ, МГУ и др.), различными методами геохимической оценки источников загрязнения. Изучаются пробы пыли и почв, применяется снегомерная съемка. Дистанционные методы дешифрирования космических снимков позволяет устанавливать масштабы загрязнения приземного слоя атмосферы и снегового покрова [7,19,22]. Дистанционные методы позволяют устанавливать динамику поверхностного загрязнения за счет крупных мегаполисов (гг. Москва, Санкт-Петербург и др.) [7,15].

Объекты теплоэнергетики оказывают комплексное воздействие на подземные воды (табл. 2). Их выбросы отличаются многокомпонентностью [3,12,19] и содержат пылевые частицы, твердофазные и газовые компоненты CO_x , SO_x , NO_x . Для газовых выбросов таких объектов характерны высокие концентрации CO_2 .

Теплые сточные воды в значительном количестве (тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$) поступают в пруды-охладители. За счет фильтрации сточных вод через зону аэрации происходит подъем уровней грунтовых вод, формируются тепловые аномалии и зоны смешения. За счет прогрева подземной гидросферы усиливается миграция различных загрязнителей в подземных водах.

Химический состав сточных вод зависит от технологии производства и используемого топлива (газ, мазут, уголь). Сточные воды объектов теплоэнергетики имеют широкий диапазон изменения рН от 4.5 до 11.3 и еН от -41 до $+55 \mu\text{S}/\text{см}$ [21]. В сточных водах содержится разнообразный спектр взвешенных веществ, нефтепродуктов и микрокомпонентов (F, Cu, Cr, Mo, Al, V, As, Mn, Fe, Ni и др.), многие из которых относятся к первому классу токсичности. При этом суммарный показатель сточных вод (Zc) достигает 190–320 и превышает 50–100 ПДК [20]. В отвалах золы образуются различные соли (CaSO_4 , Na_2SO_4 , $\text{Fe}(\text{SO}_4)$ и др.).

Многолетние наблюдения установили, что около объектов теплоэнергетики наблюдается мозаичное сочетание грунтовых вод различного геохимического типа ($\text{HCO}_3\text{-Na}$, $\text{SO}_4\text{-Ca}$ и Cl-Na). При этом концентрации гидрокарбонатов достигают 750–915 $\text{мг}/\text{дм}^3$, что не характерно для естественных условий.

Масштабы воздействия объектов теплоэнергетики установить довольно сложно из-за одновременного воздействия многих других антропогенных факторов (промышленное производство, автотранспорт и др.). Для ТЭЦ-23 (Гольяново), примыкающей к Национальному парку «Лосиный Остров», радиус воздействия оценивался по снегомерной съемке. Длина шлейфа достигала 1300 м, и в зоне ее влияния отмечалось закисление поверхностных вод.

В районах ТЭЦ отмечалась активизация карстовых процессов с образованием многочисленных обрушений на поверхности земли, так как образование зон смешения теплых сточных вод с подземными водами в карбонатных породах привело к усилению процессов выщелачивания за счет усиления темпов водообмена.

Особое значение среди объектов энергетики имеют атомные электростанции (АЭС), число которых постоянно растет [1,3,19]. Для их эксплуатации оборудуются пруды-охладители, накапливающие большие объемы теплых сточных вод. Атомные станции являются одним из основных источников поступления радионуклидов в природную среду за счет их выбросов, транспортировки отходов и их утилизации [1,13].

Складирование промышленных и бытовых отходов.

При хозяйственной деятельности образуются не только сточные воды, но и накапливаются твердые отходы промышленного производства и бытового мусора. Ежегодное их накопление в РФ достигает многих сотен тысяч тонн [2,6,31,33]. ТБО состоят из синтетических (полимеры, полистирол, полиэтилен и др.), пищевых отходов, бумаги и бытового мусора [31].

Для санкционированных свалок соответствующие организации подбирают и подготавливают определенные территории (в выемках или насыпные). При заполнении выемок, в которые происходило складирование отходов, их пополнение продолжается и они превращаются в насыпные.

Свалки формируются на территориях с различной степенью защищенности подземной гидросферы, в Московской области их больше сотни.

Технологические и геометрические характеристики свалки отражают ее особенности [31,33]. Технологические характеристики включают виды отходов, возраст свалки, а также методы складирования (переслаивание отходов, уплотнение и др.). В геометрические характеристики входят площади свалки, ее конфигурация, объемы отходов, глубина выемок и высота насыпи.

Существующие свалки имеют различную площадь (от 0.5 до 1000 га) и мощность (от 10 до 60 м).

Многофазное тело свалки представляет сложную техногенную систему, состоящую из конгломерата твердых веществ, фильтрата и газовой составляющей. Оборудование на ряде свалок наблюдательных скважин и ярусных пьезометров позволяет изучать режим изменения уровней техногенных водоносных горизонтов, образующихся в

свалке за счет инфильтрации атмосферных осадков. Режим уровней образующихся водоносных горизонтов соответствует водораздельному типу [31,33].

Бурение скважин и применение геофизических методов (каротаж, электрическое зондирование и др.) выявило хаотичную фильтрационную неоднородность отложений свалки. Характер увлажнения и пористость отложений варьируют по площади и глубине [19]. В верхней части свалки влажность изменяется в широких пределах от 15 до 85%, и процессы разложения происходят при аэробных условиях. Для этой части отложений наблюдаются высокие концентрации углекислоты за счет разложения органических веществ.

С уплотнением отложений в свалке образуются анаэробные условия. Смена кислородного режима сопровождается изменением окислительно-восстановительных и щелочно-кислотных условий [30]. Значения окислительно-восстановительного потенциала снижаются от 310 до 3 мВ, а величины рН изменяются от 4.6 до 8.7. Образование анаэробных условий способствует жизнедеятельности различных микроорганизмов.

Некоторые оценки показали, что химическое потребление кислорода в фильтрате составляет более 6–7 тыс. мг/дм³, что указывает на значительное содержание органических веществ.

При разложении органических веществ в отложениях свалки температура возрастает до 40–50°C, что вызывает образование и эмиссию CO₂ и CH₄. Для использования метана в хозяйственных целях во многих странах мира (Германия, Дания, США и др.) устанавливаются биогазовые установки. В отложениях свалки происходит комплекс взаимосвязанных физических, физико-химических (гидролиз, сорбция, ионный обмен и др.) и химико-биологических взаимодействий [30,33]. За счет многих из них происходит уменьшение концентраций макроэлементов (Cl⁻, Ca²⁺ и др.). При гидролизе белков, углеводов и жиров (кислотогенез) образуются летучие жирные кислоты.

Степень трансформации состава фильтрата в свалке зависит от ее возраста и площади. Считается, что на стадии ацетогенеза происходит наиболее динамичное уменьшение концентраций тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Ni и др.). На стадии метаногенеза также происходит уменьшение концентраций многих загрязнителей с образованием комплексных соединений, в том числе высокомолекулярных. Для свалки, площадь которой составляет более 100 га, содержание органических веществ превышало 300 мг/дм³, а для свалки меньшей площади (55 га) – 71 мг/дм³, при возрасте свалок около 25 лет) [30,33]. При этом минерализация фильтрата на свалке большой площади оказалась в 7–10 раз выше.

В составе фильтратов обнаружен комплекс загрязнителей (NH₄⁺, Pb, Zn, Cu, Cr³⁺, Mo, Al, V, As, Hg, Mn, Fe, Ni, W и др.), представляющий все классы опасности по их токсичности.

Обобщение данных для одной из свалок Польши площадью S = 3га, организованной в 1994

г., показало, что еще в 2003 г. в зоне влияния свалки в подземных водах сохранялись высокие минерализации подземных вод и концентрации тяжелых металлов (до 2–5 г/м³). Значения электропроводности составляли около 7х10³ мС/см [33].

Воздействие свалок на природную среду может ограничиваться защитными мерами. Наиболее применимыми являются дренажные устройства, рециркуляция фильтрата и его откачка. Иногда дренажные скважины оборудуются непосредственно в теле свалки.

Для оценки воздействия свалок на природную среду необходимы разработка и применения мониторинга свалок ТБО, включающего размещение скважин, системы наблюдений, оценку результатов и прогнозное моделирование.

Водоотбор подземных вод.

Подземные воды широко используются в различных геолого-гидрогеологических условиях для хозяйственно-питьевых целей. Для обеспечения безопасности создаются зоны санитарной охраны, обеспечивающие некоторую степень изолированности эксплуатируемых водоносных горизонтов от поверхностного загрязнения [12,13]. Ухудшение качества питьевых свойств подземных вод обусловлено их интенсивным использованием водозаборными скважинами.

Типовое разнообразие водозаборных сооружений определяют геолого-гидрогеологические условия территорий. Водозаборные скважины располагаются в различных водовмещающих толщах, содержащих пресные подземные воды (рыхлые песчано-глинистые отложения четвертичного возраста, карбонатные породы платформ, трещиноватые породы межгорных впадин, зоны тектонических нарушений, многолетнемерзлые отложения и др.). Для каждого из них в Государственной комиссии по оценкам запасов (ГКЗ) определяются запасы подземных на длительный период их эксплуатации. Для РФ разработаны карты запасов и добычи подземных вод по Федеральным округам [12,13,18].

В РФ на месторождениях подземных вод (МПВ) в Федеральных округах по установленным признакам загрязнения контролируется ежегодное содержание загрязняющих компонентов, таких как SO₄²⁻, Cl⁻, тяжелые металлы, фенолы, соединения азота, нефтепродукты, бензол и др. [22].

В информационных бюллетенях для каждого федерального округа («О состоянии недр на территории РФ») отмечается динамика ухудшения состава подземных вод в соответствии с санитарными нормами и государственными стандартами для подземных вод (СанПиН 2.14.1074–01, ГН 2.15.1315-3, ПДК) [7,19,22]. Диагностический контроль (в рамках нормативов) для различных показателей позволяет оценивать состояние питьевых вод и степень изменения их качества [22].

По отдельным загрязнителям интенсивность загрязнения подземных вод ранжируется по ПДК (1–10, 10–100 и более 100) и классам опасности: чрезвычайно опасные, высокоопасные, опасные, умеренно опасные. Обобщение гидрогеохимиче-

ских данных установило ухудшение качества подземных вод почти во всех федеральных округах РФ. При этом наблюдается ежегодное увеличение количества водозаборов с неудовлетворительным качеством подземных вод.

В других странах мира для оценки качества питьевых вод также разработаны различные стандарты на национальном и международном уровнях (Директивы Европейского сообщества-80/778/ЕС). Агентство по охране окружающей среды в США использует систему нормирования питьевых вод по предельно-допустимым концентрациям (ПДК) и предельно-допустимым уровням (ПДУ) [18]. Существующие классификации лишь констатируют степень неудовлетворительного качества потребляемой воды, не объясняя причин пространственно-временных масштабов ухудшения ее свойств.

Сосредоточение групповых водозаборов создает весьма неравномерное распределение водных масс в подземной гидросфере, усиливая интенсивность циркуляции и подток значительных объемов некондиционных вод.

Многолетнее воздействие техногенных факторов привело к возрастающему ухудшению питьевых свойств подземных вод в зоне активного водообмена [1,4,6,12,14,19]. Нарастающее загрязнение атмосферы, почвенного покрова и поверхностных вод привело к формированию некондиционных вод, проникающих в подземную гидросферу.

При водоотборе подземных вод в эксплуатируемых водоносных системах резко снижаются пьезометрические уровни, усиливая поступление целого спектра различных токсикантов (тяжелые металлы, органические соединения и др.). Многолетние наблюдения за изменениями пьезометрических уровней установили десятки региональных депрессионных воронок в эксплуатируемых водоносных горизонтах [12].

Сработка эксплуатируемых водоносных горизонтов создает комплекс эколого-гидрогеологических проблем, ухудшая свойства и состав подземной гидросферы.

В Московском артезианском бассейне снижение пьезометрических уровней достигает 70–80 м, а площади распространения депрессионных воронок в отдельных водоносных горизонтах изменяются от 15 до 30 тыс. км² [19]. Поэтапное изменение гидродинамических условий и образование региональных депрессионных воронок вызывает:

- осушение водовмещающей толщи
- изменение направленности геофильтрационных потоков
- увеличение скоростей фильтрации подземных вод
- изменение величин внутрипластовых давлений др.

При образовании гидродинамических аномалий возникают также гидрогеохимические и температурные аномалии, трансформируются щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия с переформированием типов подземных вод (от HCO₃-Ca до SO₄-Ca-Na).

При нарушении вертикальной гидрохимической зональности происходит:

- изменение направленности многих геохимических циклов и физико-химических взаимодействий;
- усиление процессов выщелачивания и увеличение агрессивных свойств подземных вод;
- нарушение физико-химических равновесий.

В зоне активного водообмена возникают многочисленные техногенные аномалии с нарушением горизонтальной и вертикальной гидрогеохимической зональности. С загрязнением подземных вод отмечается значительное увеличение их минерализации (до 1 г/дм³) и ухудшение их органолептических свойств (цветность, мутность и др.).

По данным наблюдений Московской гидрорезервной станции, тепловой баланс подземной гидросферы изменился до глубины 270 м [12].

Многолетние исследования подземных вод в Институте водных проблем РАН (ИВП РАН) установили, что поступление некондиционных вод приводит к целому ряду нежелательных процессов в подземной гидросфере. Наряду с внешними факторами перестройка качества подземных вод также обусловлена усилением их взаимодействия с водовмещающей средой.

В речной долине р. Москвы (в пределах города) образовалось три крупных области питания каменноугольных водоносных горизонтов за счет гидравлической взаимосвязи эксплуатируемых водоносных горизонтов с поверхностными и грунтовыми водами. Изменение гидродинамических условий увеличило время водообмена в 20 раз [12]. В сложившихся условиях сформировались гидрохимические, тепловые и микробиологические аномалии.

Перечисленные воздействия приводят как к разбавлению, так и смешению вод различного генезиса, геотермическим и микробиологическим изменениям в водоносной толще [4,6,9,13,18]. При длительном и интенсивном водоотборе отмечается осушение водонасыщенных толщ и образование открытых систем. За счет водоотбора многократно усиливается поступление широкого спектра токсикантов в подземную гидросферу при множестве рассредоточенных и локальных источников загрязнения.

При техногенном загрязнении окружающей среды особое значение приобретают водозаборы инфильтрационного типа, функционирование которых тесно связано с поверхностными водами. Именно для этого типа водозаборов отмечается наиболее динамичное ухудшение качества подземных вод [18]. В подземных водах таких водозаборов, несмотря на влияние сорбционных процессов в зоне гипорейка, наблюдаются высокие концентрации ряда микроэлементов (Mn, Cu, Zn и др.).

Неудовлетворительное качество питьевых вод приводит к различным заболеваниям, сопровождается нарушением водно-солевого и белкового баланса в организме и многим другим отрицательным последствиям. При ухудшении химических и био-

логических свойств питьевых вод возникает ряд заболеваний, связанных с потреблением подземных вод, обогащенных отдельными химическими элементами (F, Se, As, Li, B, Sr, Fe, Mn и др.).

Горно-промышленные комплексы.

Полезные ископаемые (каменный уголь, железные и медно-колчеданные руды, соли и др.) добываются в различных физико-географических регионах РФ. Несмотря на специфические особенности разработки каждого месторождения (карьеры, шахты, горные выработки), происходит осушение значительной части подземной гидросферы до глубин 300–2500 м. При осушении выработок объемы отбираемой воды превышают миллионы м³/год [9,14,15]. При этом образуются значительные массы некондиционных сточных вод, накапливаемых в отстойниках и дренажных системах. Их площадь может достигать 10 км². В сточных водах обогатительных фабрик обнаружен широкий спектр микроэлементов (Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Sr, Al, Li, Cd, Co, La, Cr и др.) и нефтепродуктов.

Негативные воздействия карьеров и горных выработок отмечаются в значительном количестве публикаций. При нарушении гидрогеологических условий образуются депрессионные воронки и происходит истощение запасов пресных вод [14,15]. Площадь депрессионных воронок достигает 300–400 км², уровни подземных вод снижаются на расстоянии 40–60 км от карьеров. При эксплуатации месторождений возникают отвалы извлеченных пород и загрязнение приземного слоя атмосферы.

При освоении подземного пространства зоны гипергенеза горно-обогатительными предприятиями (КМА, СУБР, Северо-Никель и др.) происходит комплекс необратимых ее изменений (механические, физические, физико-химические). За счет изменения ее структуры нарушаются условия защищенности подземных вод и усиливается тепло-массообмен. Отмечается изменение инженерно-геологических свойств пород.

Сброс шахтных вод приводит к увеличению минерализации подземных и поверхностных вод в 7–13 раз, росту концентраций сульфатов до 150–370 мг/дм³ и уменьшению рН до 3.7–4.8.

Многолетнее воздействие Кольского горно-обогатительного комбината, разрабатывающего апатито-нефелиновые месторождения, привело к устойчивому загрязнению атмосферы и поверхностных вод [16,17]. Площадь воздействия разработок достигает 1500 км².

Для изучения и прогноза геодинамических процессов на месторождениях полезных ископаемых применяются нестационарные модели различной сложности [4,5,15,21]. Их применение позволило оценить особенности реформирования баланса подземных вод (питание, разгрузка) и ущерб речному стоку [19].

Рассмотренные примеры многофакторного воздействия рассредоточенных и локальных источников загрязнения установили многообразие химических веществ, поступающих в подземные воды.

Рассредоточенные и локальные источники техногенного воздействия радикально изменяют гидрогеологические условия, нарушая направленность и скорость многих геохимических процессов в подземных водах. Каждый из источников антропогенного воздействия создает техногенные массо- и тепло-потоки различного масштаба и способствует необратимым изменениям, приводящим к активизации нежелательных геохимических процессов в зоне активного водообмена.

Литература

1. Белоусова А.П. Качество подземных вод. Современные подходы к оценке. М. Наука. 2001. 239 с.
2. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. М. Прогресс-Традиция. 2000. 415 с.
3. Джамалов Р.Г., Злобина В.Л. и др. Влияние закисления атмосферных осадков на химические равновесия // Водные ресурсы. 1996. Т.23. №5. с. 556–564.
4. Матусевич В.М., Ковяткина Л.А. Техногенные гидрогеологические системы нефтегазоносных районов Западной Сибири // Нефть и газ. 1997. №1. С.41–46
5. Техногенное загрязнение природных вод углекислотами и его экологические последствия. М. Наука. 2001. 121 с.
6. Лисенков А.Б., Фисун Н.В. и др. Техногенные процессы в подземных водах. М. Научный Мир. 2003. 246 с.
7. Государственный доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в РФ в 2004 г. М. 2005. Роспотребнадзор. 296 с.
8. Гидрогеологические исследования подземного захоронения промышленных отходов / Под ред. В.А. Грабовникова. М. 1993. 311 с.
9. Гольдберг В.М. Взаимодействие загрязнения подземных вод и природной среды. Л. Гидромет. 1987. 248 с.
10. Зверев В.П., Казеннов С.М. Влияние урбанизации на гидрогеологические условия территорий. // Геоэкология. 2003. №3. с.130–138.
11. Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. М. Наука. 2001. 327 с.
12. Злобина В.Л. Влияние эксплуатации подземных вод на активизацию карстово-суффозионных процессов. М. Наука. 1986. 156 с.
13. Зуев Д.М. Подземные артезианские воды Московского региона: Радиологическая оценка. АНРИ. №4. 2004. с.51–58.
14. Мироненко В.А., Румынин В.Г. Проблемы гидрогеоэкологии. М. Из-во МГУ. 1999. т.3. 815 с.
15. Мироненко В.А., Мольский Е.В., Румынин В.Г. Горно-промышленная гидрогеология. М. Недра. 1989. 287 с.
16. Моисеенко Т.И. Закисление вод. Факторы, механизмы и экологические последствия. М. Наука. 2003. 276 с.
17. Моисеенко Т.И. Закисление и загрязнение тяжелыми металлами поверхностных вод Кольского Севера. Апатиты. 1991. 48 с.

18. Мониторинг месторождений и участков питьевых подземных вод. Методические рекомендации. МПР. 1998.
19. Обзор загрязнения природной среды в РФ за 2004 г. М. 2005. Росгидромет. 172 с.
20. Плотников Н.И. Техногенные изменения гидрогеологических условий. М. Недра. 1989. 268 с.
21. Проблемы геотехнологии и недроведения. Екатеринбург. 1998.
22. Санитарные правила и нормы. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды. Контроль качества. СанПин 2.1.4.1074-01. Минздрав России. М. 2002. 103 с.
23. Environmental effects of highway//Ground water.1997.v.14. №5.p. 286 –289.
24. Kuylenstierna J.C., Rodhe M. Acidification in developing countries //Ambio. 2001. v. 30. N2. p. 20–28
25. Stoddart J.L., Traaen N.S. Assessment of nitrogen leaching ICP Water Sites// Water, Air, Soil Pollut. 2001. v. 2001. p.781–786
26. Reuss J.O., Cosby B.J. Chemical processes governing soil and water acidification // Nature. 1987. v. 329. p.27–32.
27. Soveri J. Influence of meltwater on the amount and composition of groundwater in quaternary deposits in Finland. Helsinki. 1985. NBW. p.92
28. Kuylenstierna J.C., Rodhe M. Acidification in developing countries //Ambio. 2001. v. 30. N 2. p. 20 –28
29. Roth D., Wall G. Environmental effects of highway//Ground water.1997.v.14. №5. p. 286–289.
30. Галицкая И.В., Путилина В.С., Юганова Т.И. Поведение органического вещества в фильтрате в подстилающих породах свалки. Влияние на миграцию тяжелых металлов //Геозкология, №6. 2007. с.
31. Трушин Б.В. Формирование зашрязнения подземных вод на участках коммунальных свалок Московского региона. Автореф. диссертации на соискание ученой степени к.г.-м.н. М.: 1994. 21с.
32. Сметанин В.С. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. М. Колос. 2003. 230 с.
33. Lagerkvist A. Landfill Tenology. Technical Report 2003:15 Lulea LTU. 2003 254 p.

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Sovenko Olga,

PhD in Sociology,

Leading sociologist, Taras Shevchenko National University of Kyiv

Suprunenko Anna,

PhD in Political Science,

Associated Professor, Borys Hrinchenko National University of Kyiv

Совенко О. С.,

кандидат соціологічних наук,

провідний соціолог, КНУ імені Тараса Шевченка

Супруненко А. П.,

кандидат політичних наук,

доцент, Київський національний університет імені Бориса Грінченка

CLASS AND (NON-)CLASS CONSCIOUSNESS OF UKRAINIANS IN THE TERMS OF SOCIAL SPLIT КЛАСОВА І ПОЗАКЛАСОВА СВІДОМІСТЬ УКРАЇНЦІВ В УМОВАХ СОЦІАЛЬНОГО РОЗКОЛУ

Summary: The article deals with the problem of the applicability of the cognitive concepts of class consciousness and social cleavage (split, stratification), as well as the modern concepts of class analysis. Using those terms we offer a description of the newly created socio-group elements of national origin. It is concluded that, overall, these concepts are suitable for a description of the renewed structure of the modern Ukrainian society that is formed through the new "split" and the continuous "splitting" of consciousness through the formation of new social groups and interests, and the achievement of intra-group solidarities as well as the symbol-status legitimizing of these groups with their manifestations through social action; and through the expression of their positions in the mass media and their participation in political discourse. But the notion of the "social cleavage" and "non-class consciousness" needs to be conceptually updated, and their use in the scientific reflection of Ukrainian realities must be balanced and relevant. The modern non-class formations with their own psychology and their modernized perception of the human potential possess rather symbol-based forms of interaction than economic or labor-related ones; such non-class formations ought to be brought up as a subject for comprehensive sociological study in the near future.

Key words: social cleavage (split, stratification), (non-)class consciousness, class analysis, status symbols.

Анотація: У статті розглядається проблема пізнавальної придатності концептів класової свідомості та соціального розколу, а також сучасних концепцій класового аналізу і за їх допомогою здійснюється опис новоутворених соціогрупових елементів вітчизняного походження. Робиться висновок про те, що в цілому дані поняття придатні до опису оновленої структури сучасного українського соціуму, яка формується через нові «розколи» та «розщеплення» свідомостей, через формування нових соціальних груп та інтересів, досягнення внутрішньогрупових солідарностей, здійснення символно-статусної легітимізації цих груп за допомогою їх проявів через соціальну дію, через вираження своїх позицій у мас-медіа та їх участі в політичних дискурсах. Але при цьому поняття «соціального розколу» та «(поза)класової свідомості» потребують оновленої концептуалізації, їх застосування в науковій рефлексії українських реалій має бути виваженим та релевантним. Нові позакласові утворення із проявами власної психології, оновленого типу людського потенціалу, засновані на символічних формах взаємодії більше, ніж на економічних, трудових, мають постати предметом всебічного соціологічного вивчення у найближчі часи.

Ключові слова: соціальний розкол, (поза)класова свідомість, класовий аналіз, статусні символи.

Постановка проблеми. Останнім часом бурхливий подієвий спектр життя українського соціуму надає суспільствознавцям все більше запитань, аніж відповідей. У науковому дискурсі йде мова про аномальний розвиток подій, надвелику кількість різноманітних проблем, хворобливий стан суспільства загалом, виникають все нові погляди на стан, перспективи та ідеали нашого суспільства, проте визначеного цілісного бачення ми не отримуємо. Різні версії аналізу – від буденного, суспільного до наукового, мають свої переваги. І саме соціологічний кут зору, на наше переконання, має надати найбільш виважену, цілісну й раціональну рефлексію нашого сьогодення.

Розмірковуючи над питаннями зміненого структурно та якісно українського соціуму, ми передбачаємо вирішення **проблеми** методологічного характеру, пов'язаної з **релевантністю** застосування певних дослідницьких принципів та інструментів при розгляді складного динамічного об'єкту (яким є наше суспільство) за його постійної деформації та варіювання контекстів існування. **Метою** є здійснити опис новоутворених соціогрупових елементів вітчизняного походження за допомогою концептів **класової свідомості** та **соціального розколу**.

Ми плануємо розглянути дану проблему з позицій наступних **задач**:

- Здійснити теоретичну інтерпретацію поширених у науковому дискурсі понять «соціального розколу» та «(поза)класової свідомості»;
- Охарактеризувати основні теоретичні та прикладні підходи, які дають бачення соціально-класової структури сучасних українців;
- Визначити місце і роль основних позакласових утворень нашого соціуму з точки зору їх рівня самосвідомості, символічної, статусної представленості та ін.

Аналіз літературних джерел.

1. Соціальний розкол як поняття та явище.

Поняття «соціального розколу» (іноді «соціального розмежування»), концептуалізоване в соціальних науках та публічній риторичі по відношенню до макровимірів – у цивілізаційному розвитку людства [28], теорії соціальних полів та просторів [2], до становлення демократичного режиму [13], до збільшення розриву доходів та забезпеченості поміж різними соціальними групами [33; 44], до етнонаціональних, релігійних та історичних символів, настанов, переконань, ідентичностей [23; 31; 35; 30; 43; 41; 42] та іншого.

Фундамент теорії соціального розколу закладений П.Лазарсфельдом, а її авторами визнаються С.Ліпсет та С.Роккан [17], які застосовували даний термін по відношенню до електоральних полів, де і визначали ступінь розмежувань електоральних смаків. Важливим є їх висновок про основні ознаки соціального розколу:

- Соціальне розмежування - це структурний конфлікт між соціальними групами; при цьому один і той самий індивід не прив'язаний до певної групи, а існує одразу в кількох розколах;
- Ключові соціальні розмежування склалися історично протягом десятиків та сотень років;
- Соціальні розмежування «транслиються» у політичну систему через партії, які позиціонуються на полюсах таких розмежувань; програми та електоральні стратегії партій значною мірою задані їх роллю «артикуляторів» соціальних розмежувань;
- У Західній Європі структура соціальних розмежувань «заморозилась» у першій чверті ХХ ст.; відповідно, «заморозились» і партійні системи [2].

Надалі формуються три основні напрямки, що концептуалізують поняття соціального розколу: конфліктний напрям, соціоструктурний та організаційний, які розрізняються поглядами на базові наслідки соціального розколу та визначення соціальних систем, що підпадають під його дію [19].

Український соціолог В.Г.Городяненко давно і плідно працює з даною тематикою, і ще 10 років по тому дослідник робив висновок: «Розкол всередині української політичної нації проходить майже по всіх визначних показниках: ціннісно-світоглядному, культурно-мовному, політико-ідеологічному, конфесіональному, міжетнічному та регіональному» [5]. А О.Д.Куценко розробила концепцію структурування класових позицій в соціумі по трьом лініям розколів у доступі до ресурсів панування та впливу: ресурсам власності на засоби виробництва, управління та контролю, конкурентних

знань та вмінь [14; 15]. Таким чином, саме поняття, як і явище соціального розколу представляє невгамований науковий інтерес протягом багатьох років, набуває оновленої **актуальності**.

Соціальні розколи все більше посилюються та супроводжують кризовий стан нашого суспільства, який дослідники часто характеризують періодом незалежності нашої країни, а тобто – вже 25-річним часовим проміжком. Поняття соціального розколу в усіх його контекстах має негативну конотацію і часто наділяється суб'єктивними доповненнями авторів, а як науковий термін позначає, на нашу думку, *об'єктивну зміну соціального порядку у вигляді розчленування цілого на частини, із деструктивними наслідками фізичного та / або ментального характеру для кожної з частин (непримиренною боротьбою, протистоянням, конфліктами тощо)*. Таким цілим може бути склад соціальної спільноти / групи, система ідеологічних переконань, цінностей, світоглядних установок, самопозиціонування, визначення власної соціальної функції і т.і. На відміну від можливого конструктивного впливу соціального конфлікту, як-от розрядження обстановки, вирішення деяких назрілих питань, поштовху до подальшого розвитку відносин тощо, соціальний розкол зазвичай призупиняє розвиток будь-яких відносин, спричиняє їх застій, а тобто гальмує закономірне задоволення соціальних інтересів. Позначення соціальних явищ «розколами» у публічній риторичі зазвичай пов'язується із необхідністю подолання цих розколів, зменшення їх негативного впливу і т.і.

Отже, констатуючи наявність глибоких соціальних розколів у нашому суспільстві, ми фіксуємо відсутність *консолідованості* українського народу насамперед на ціннісно-світоглядному рівні, а також необхідність поєднання розколотих частин суспільства в єдине ціле. Принаймні таким цілим має бути єдина нормативна система, національна ідея та основні базові світоглядні настанови нашого суспільства.

Доказом значного ступеня національної дезинтегрованості є факти нетерпимості різних соціальних груп одна до одної (бідних до багатієв та навпаки, соціально успішних до менш успішних, зайнятих в бюджетному секторі до тих, хто працює на комерційних засадах, ідеологічних прихильників геополітичного руху до СНД та до ЄС і т.д.), протилежні ціннісні орієнтації, смислові картини світу та інше, що втім вдало використовується політичними представниками для маніпуляцій масами в своїх інтересах.

Характеризуючи наше сьогоденне суспільство, наштовхуємось на питання: а що воно собою являє зараз, враховуючи значущі кількісні та якісні перетворення останніх років? Можна припустити, що емпіричні дослідження, побудовані за дещо скоригованою вибіркою минулих років (розробленою ще у 90-і роки Н.В.Паніною та М.М.Чуриловим), все менше відповідають параметрам генеральної сукупності, яку вже давно масштабно не вимірювали, адже останній національний перепис насе-

лення відбувся ще у 2001 році, а нещодавні перетворення в складі населення нашої країни важко оцінити з необхідною точністю, не маючи вихідних даних.

Демографічна картина говорить нам про старіння нації [12], соціально-економічне зубожіння та катастрофічне падіння рівня життя [3]. Науковці добре розуміють, що порушення балансу трудової зайнятості, можливості самореалізації людей в трудовому та моральному аспекті, послаблення сімейних зв'язків та загальне невдоволення населення своїм життям призводить до значних деструктивних наслідків, соціальної *депривації* та зниження рівня громадянської відповідальності, самосвідомості в тому числі.

Але за цифрами слід бачити і реалії: справжньої картини стратифікаційного розшарування в нас нема: кількість тих, хто неформально (неофіційно) збагачується, веде «тіньовий бізнес», працює закордоном, отримує нелегальні доходи і т.д. – це зовсім невлітні цифри, про які можна тільки припускати. Зростання соціальної нерівності, значний ступінь поляризації суспільства, – ось найбільш типовий і однозначний висновок-констатація більшості дослідників [7; 32].

Національно-територіальні характеристики, ідентифікація за цими ознаками зазнає значних перетворень разом із внутрішніми та зовнішніми міграційними процесами, зміною політико-ідеологічних та стратегічних, смислових принципів побудови власного життя великих та малих соціальних груп [24].

І.Ф.Кононов у проекті «Україна: образи регіонів та міжрегіональні відносини» вказує на те, що відмінність між регіональними ідентичностями мешканців двох полярних регіонів та «взаємна рецепція мешканцями Галичини і Донбасу формується не на особистому досвіді людей, а шляхом медійних впливів та політичної пропаганди» [11; 36].

Звичними на сьогодні є констатації про ментальну, ціннісно-смыслову неоднорідність українців, з якою українська нація існувала довгі роки, так і не перетворившись на «моноліт». В тому числі, пострадянські наслідки: «незалежна українська держава розвивалась на економічній та культурній базі СРСР, громадяни все ще зберігають радянські цінності та зразки поведінки. З іншого боку офіційна ідеологія воліє не помічати цієї спадкоємності і орієнтує населення в цілому негативно щодо радянського минулого» [5].

Історик Г.В.Касьянов наступним чином характеризує появу незалежної України: «Виникнення «держави Україна» уявлялося і представляється частиною політичних та інтелектуальних еліт як торжество історичної справедливості, плід багатовікових сподівань українського народу, результат його послідовних зусиль і жертв. Зрозуміло, в даному випадку йдеться не тільки про кордони, місце на карті світу і міжнародне визнання, але й про символіку, про інститути влади і легітимного насильства, які представляють цю державу і передають її суть» [40]. Але однієї політичної волі та рішучості про оголошення незалежності було недостатньо для

того, щоб розбудувати сильну самостійну державу із консолідованою нацією, і зокрема, вже «наприкінці 2000-х український парламент остаточно перетворився на політичну біржу, де відбувається перерозподіл влади з перспективою перерозподілу власності, де продають і обмінюють політичний та ресурсний капітал» [40], а розвиток конструктивних суспільних відносин пушено напризволяще.

Загалом, українське суспільство вбачається нам на сьогодні *полінуклеарним* утворенням із множиною нормативних баз, розхитаною системою функцій, збільшенням *дисфункціональної* складової та *змішаною* системою статусно-рольових відносин.

Конкуренція ідеологій, різні версії національної пам'яті, а отже – і свідомості – продовжують розривати цілісність нашого народу зсередини, з самих глибин. Численні політичні спекуляції напередодні важливих політичних подій лише доливають масла у вогонь. Паралельні уявлення, стратегії, ідеологічні установки ведуть непримиренну боротьбу, яка, починаючи з 2013 року, завдяки зусиллям зацікавлених осіб, повною мірою вирвалася назовні і розгорнулася тисячами, десятками тисяч людських трагедій для одних і мільярдними фінансовими успіхами для інших.

2. Суспільна свідомість нестабільного соціуму.

В контексті заданої рубрики ми би хотіли розглянути поняття колективної / суспільної свідомості в соціальних науках і повсякденних проявах через реалізацію громадянської позиції окремих угруповань нашого сучасного соціуму. На нашу думку поняття класової свідомості є похідним і багато в чому наслідуваним по відношенню до «*суспільної свідомості*». А деякі дослідники визначають його похідним від «*соціальної свідомості*» – що являє собою «вираз акту вільної волі, бажання на рівні з іншими брати участь у суспільстві, користуватись його благами, визначати своє «соціальне Я» та свою ситуацію участі» [10, с.50].

Свідомість загалом – одне з найбільш складних та суперечливих понять психологічної, філософської, соціально-філософської, історичної науки, когнітологічного напрямку та інших соціальних наук, яке увійшло до соціологічного наукового дискурсу разом із розробками Е.Дюркгейма про колективну свідомість. Для нього «колективною (або спільною) свідомістю» є «сукупність вірувань та почуттів, спільних серед членів одного і того ж суспільства, і яка утворює певну систему, що володіє власним життям» [8]. Як відомо, вчений пов'язував дане поняття із розумінням двох типів солідарності – механічної та органічної, в тому сенсі, що розвиток колективної свідомості призводить до формування органічної, заснованої на суспільному розділі праці, типі солідарності [8]. Колективна свідомість – це «душа» суспільного життя [27].

Осмислення різноманітних явищ і процесів суспільного життя відбувається саме через форми (наукова, релігійна, морально-етична, історична, політична і т.і.) і рівні (повсякденний, теоретичний, суспільно-психологічний, ідеологічний і т.д.; а за

носіями – індивідуальний, груповий, суспільний) суспільної свідомості. Соціальна міфологія та ідеологія окремо розглядаються як сфери прояву суспільної свідомості (К.Маркс, М.Бахтін, Р.Барт, У.Еко, К.Мангейм та інші) [38].

Суспільна свідомість утворює духовну реальність (ментальну оболонку) соціуму і є невід'ємною частиною суспільного буття людей. Проблема походження суспільної свідомості, як і свідомості взагалі, залишається відкритою. Теологія пояснює її апеляцією до Бога; Г.Гегель – до абсолютної ідеї; матеріалістична філософія (від Демокріта до К.Маркса і В.Леніна) – до відображення як результату діяння зовнішнього світу на людину, «перетворення енергії зовнішнього подразнення на факт свідомості» (В.Ленін). Незалежно від походження суспільна свідомість охоплює суспільне буття, пояснює, відтворює його суперечливий плин в ідеальних формах – поняттях, судженнях, гіпотезах, теоріях, тощо. Зазначений факт не заперечує жоден з означених підходів. У теології він одержує форму розуміння світу через пізнання Бога і його творіння; в філософії Г.Гегеля – освоєння світу через пізнання абсолютної ідеї; в марксизмі – усвідомлення буття на основі його відображення [39]. Суспільна свідомість є своєрідним «розуміючим охопленням» буття, його поясненням, узагальненням до рівня ідеального уявлення про майбутнє [39].

На ранніх етапах розвитку суспільства суспільна свідомість формувалася під безпосереднім впливом буття, а надалі цей вплив набував усе більш опосередкований характер – через державу, політичні, правові відносини й інше, а зворотний вплив суспільної свідомості на буття здобуває, навпроти, усе більш безпосередній характер [34].

Основними функціями суспільної свідомості виступають відображувальна, активно-перетворювальна (часом випереджаюча соціальний розвиток), стимулююча (яка може стати своїм протилежним проявом, гальмуючою дисфункцією), функція безперервного наслідування (увесь людський досвід відображується, осмислюється та зберігається у суспільній свідомості), формування й підтримки ціннісно-нормативної складової спільного існування людей, функція регуляції суспільних відносин та інші.

Масова свідомість є різновидом суспільної, і являє собою особливий, специфічний вид суспільної свідомості, властивий значним неструктурованим множинам людей. Вона функціонує як на груповому, так і на індивідуальному рівні. У масовій свідомості дістають відображення знання, уявлення, норми, цінності, які поділяють маси і які вироблені в процесі спілкування, спільного сприйняття соціально-політичних реалій, інформації тощо. Вирізняють два основні її види: емоційно-діючий та раціональний [45].

Класова свідомість у соціології неомарксистського напрямку часто отожднюється з поняттям класової ідентифікації. Загалом же *класову свідомість* визначають як «одну з форм прояву класу як «явища, що відбулось», як такого, що відображує своє буття в соціальній міфотворчості та реалізує

його в організованих формах політичної боротьби у просторі щільних соціальних ідентифікацій та опозицій. Прояв класової свідомості можливий у специфічних умовах жорсткого протиставлення «іншим» і характеризує зрілість класу у жорстких соціальних умовах його буття» [10, с.50].

Зважаючи на вищезазначене, *позакласову свідомість, а тобто свідомість та систему світобачення великих соціальних груп, що набувають становлення в якості соціальних акторів через самоорганізацію та визначення свого місця і способу дії у системі соціальних відносин, можна визначити як специфічний різновид суспільної свідомості, що виражає колективний досвід, систему самовизначення (позиціонування) та орієнтацій в соціальному бутті серед інших груп*. Тут, на нашу думку, також можна вести мову про певну конкуренцію, боротьбу ідеологічного характеру за визнання, легітимність статусно-символічних ознак у просторі соціального буття.

Згідно теорії К.Маркса, «не свідомість людей визначає їхнє буття, а навпаки, їхнє суспільне буття визначає їхню свідомість». «При формуванні суспільної свідомості ключову роль відіграють виробничі відносини, характер яких визначається формами власності на засоби виробництва» [21]. Важливою констатацією К.Маркса є визначення ступеня свідомості класів, як «клас у собі» (неусвідомлення своїх інтересів, відсутність власної організації та соціально-політичної програми) та «клас для себе» (усвідомлення власних інтересів та набуття політичної суб'єктності).

Також популярними є два способи визначення класової свідомості у концепції Е.Райта – через концепт класової ідентичності та концепт класового інтересу [26]. Доволі розповсюдженими є емпіричні соціологічні дослідження, присвячені вивченню класової свідомості в різних суспільствах, і найчастіше – через виведення показників об'єктивних та суб'єктивних соціальних нерівностей. Зокрема, значного інтересу набули вимірювання рівня класової свідомості у пострадянських країнах, де передбачалось піддати перевірці гіпотезу про те, що «за останні два десятиліття із появою ринкових відносин, приватного сектору, державного дерегулювання, увиразненої майнової диференціації», мають оформитись не лише «класові інтереси і протилежні класові позиції», а й сформуватись «класово специфічна свідомість у членів різних класів» [26].

Що ж до реалій українського сьогодення, важко бути певним у збереженні високого ступеня самосвідомості будь-яким соціальним класом або стратою. І оскільки соціальний розкол та його наслідки продовжують свою деструктивну дію, то ми припускаємо втрату, розщеплення класових свідомостей на більш дрібні, окремі групові інтереси та способи колективної соціальної дії, більш незалежні від місця у системі суспільного виробництва. На нашу думку економічний детермінізм у визначенні класової свідомості замінюється символічним та кон'юнктурним капіталом, який зараз, у період «бродіння», війни та невизначеності набуває

переформатування, і визначає статусні позиції носіїв такого капіталу по-новому. Норми, які ще донедавна були неприйнятними, стають всезагальними та обов'язковими (наприклад, підтримка агресивної та вседозволеної поведінки військових, участь у системах регулярного примусового пожертвування, примирення до стрімкого матеріального зубожіння, скорочення державних соціальних програм і т.і.). В ситуації оперативного соціально-статусного переформатування класова свідомість раптом втрачає прив'язку до своїх носіїв (класів, що розпадаються на частини), і розщеплюється на деякі складові, що все менше відповідають характеристикам суспільної свідомості. Отже, ми називаємо таку свідомість *позакласовою*, маргіналізованою, такою, яка ще має пройти свій шлях становлення, переоформлення.

3. Класові та позакласові утворення українського соціуму, їх статусні символи.

В соціологічній науці останнім часом виникають дискусії, чи здатен класовий аналіз релевантно описувати сучасні суспільства, поняття класу оголошується анахронізмом. Але ми підтримуємо позиції тих вчених, які доводять необхідність і ефективність даного напрямку саме в соціологічній перспективі. Так, А.Соренсен, Е.Райт та Дж.Голдторп створили власні аргументації про доцільність та актуальність як самого класового аналізу в сучасному суспільстві, так і його окремих понять [10]. «Класи і по сьогоднішній день лишаються найбільш великими структурними одиницями, що визначають морфологічну будову суспільства» [18]. «Уявлення про класи затвердились і в повсякденності, а класові схеми давно є компонентами масової свідомості: індивіди бачать та сприймають дійсність крізь призму класових категорій – це буквально формулювання, що відносяться до їх реального досвіду» [18].

Загалом концепцію класів можна розглядати як концепцію нерівностей і конфліктів [10, с.30]. Постійна конкуренція породжує нові відмінності між представниками тих самих класів, продовжується соціальна диференціація. Таким чином необхідно враховувати відмінності не лише між класами, а й всередині класів [10, с.32].

Одним із різновидів класового аналізу є діяльно-структурна парадигма, яка пояснює процеси становлення класів і «базується на інтеграції несуперечливих ідей двох класичних парадигм – феноменологічної та структуралістської, що акцентують увагу на суб'єктності vs. позасуб'єктності соціальних явищ та процесів» [10, с.43]. «В центрі уваги, - зазначає О.Д.Куценко, - опиняються соціальні дії людей, які володіють різним або подібним розумінням ситуації дії, різними або подібними ресурсними можливостями та здатністю своїми діями безперервно відтворювати ту або іншу картину суспільства [10, с.44]. Цікавою є авторська розробка Н.В.Паніної - нормативно-особистісна концепція вивчення соціальних трансформацій, де зміна соціальної реальності розглядається як результат осмислених соціальних дій індивідів, зумовлених їх соціально-психологічними та психічними якостями

[9, с.119]. Плідно працюють у напрямку соціо-структурних досліджень в Україні С.О.Макеєв, С.М.Оксамитна, О.В.Симончук та інші дослідники [16].

Отже, поєднання об'єктивованого (позасуб'єктного) та суб'єктивованого бачення соціальної реальності, макро- та мікроракурсів аналізу надає змогу враховувати обидві сторони прояву соціальної реальності в умовах швидкоплинних сьогоденних трансформацій («бродіння») українського соціуму. Актуальним, на нашу думку, є методологічне переосмислення засад класового аналізу також із позицій дій індивідуальних ключових акторів, лідерів, їх інтелектуальних, моральних проявів і т.і. Саме такі актори надають рух, задають напрями для формування нових соціальних інтересів, об'єднання зусиль інших акторів і встановлюють засади самоусвідомлення нових групових акторів, сприяють формуванню нових типів особи і т.д. Особливо характерним це стає в період інформаційного буму, сплеску цілеспрямованих та невимушених інформаційних взаємодій у наш час.

На сьогоднішній день можна зустріти у роботах дослідників версію про такі основні прошарки, наявні у нашому суспільстві – «окрім традиційних капіталістів, роботодавців та найманих працівників це також класи управлінців, чиновників та тих, ким управляють, експертів та обслуговуючих» [32]. Динаміку класової структури українського суспільства детально аналізує О.В.Симончук: «Найбільш яскраво змінність класової структури зайнятого населення протягом двадцяти років втілилась у появі та поступовому зростанні класів власників / роботодавців та дрібної буржуазії (самозайнятих). Істотною була динаміка і серед найманих працівників: робочий клас скоротився чисельно та змінився структурно (низхідні процеси серед індустріальних та сільськогосподарських робочих, в той же час збільшення частки робочих рутинної нефізичної праці, головним чином сфери послуг та торгівлі); середній клас (зайняті висококваліфікованою розумовою працею) трансформувалася за галузевими, професійними, секторальними характеристиками [25]. Хоча на думку Є.І.Головахи та деяких інших соціологів середній клас в Україні різко набуває рис розмитості, оскільки все більш значна його частина перейшла на залежність від державних субсидій і державної допомоги [37].

Таким чином у наш час не виключається формування нових внутрішньокласових та позакласових утворень, у визначенні яких стають принциповими не лише економічні, а й соціальні, політичні параметри, як-от близькість до політичної еліти, ступінь легітимованості в масовій свідомості (через участь у масових та добре висвітлюваних у ЗМІ подіях, - наприклад, страйки, театралізовані виступи, інші акції, а також – виступи у телевізійних токшоу, активність в Інтернет-медіа тощо). Тобто для цілої низки людей формою трудової зайнятості стала громадська активність, яка може не приносити певну користь самим діячам. А отже, в період соціальної невизначеності, розхитаності нормативної

бази та інших проявів соціальної кризи такі позакласові утворення, на нашу думку, мають бути враховані в соціально-класовій структурі нашого суспільства. Не в останню чергу завдяки тому інформаційному, емоційному та ціннісно-смісловому впливу, який вони чинять на масову свідомість громадян.

Надалі ми наведемо приклади нових або переформатованих (поза)класових утворень, які вийшли на арену протягом останніх років і стали важливими акторами соціального й політичного життя країни. У кожній з наступних соціальних груп, на нашу думку, є вже вироблені статусні позиції, які позначені певною символікою, окрім того виражені спільні інтереси та цілі, спосіб дії та самопозиціонування, а отже – формується колективна свідомість, світогляд. Деякою мірою в системі соціальних відносин вже позначені (явно чи приховано) соціальні функції цих нових утворень. Спільною рисою цих різних угруповань є приналежність членів кожної до різних (від початку) професійних прошарків, до груп із різним соціальним походженням та рівнем доходів і т.і., тобто до різних соціальних класів згідно традиційного соціологічного бачення.

Загалом можна охарактеризувати ці соціальні утворення як великі неформальні позакласові (крос-класові), позапрофесійні (деякою мірою – умовні, тимчасові) соціально-статусні групи, що чинять ідеологічний вплив на суспільні відносини в сучасній Україні. В таких груп яскраво виражене «соціальне Я», а часом можна говорити, що вони представляють собою об'єднання осіб «нового типу», - тих, які пропонують інноваційний спосіб мислення, соціальної дії і т.д.

Віртуалізований панівний клас. Проблема антиагоністичної боротьби класів є актуальною і досі, але з уточненням: є «народ» і є «привілейовані панівні класи», які грають за своїми правилами, облаштовують своє комфортне існування в межах, але відсторонено від решти суспільства. Вони є «поза законом», «поза правилами», «поза ієрархіями», адже вони – верхівка, «вершки», і їх існування власне відбувається тут і будь-де (закордоном), але за рахунок нашої держави. Тобто, прив'язка до місцевості – це тимчасові умови, аж доки комфортність не порушиться владною кон'юнктурою та, як наслідок - судовими позовами щодо ведення неправомірної діяльності. В такому разі новими координатами таких осіб можуть стати будь-які інші країни, де вони завчасно підготували собі ще більш комфортні умови безбідного безтурботного існування. Чи можемо назвати такий клас українцями? Частиною нації? На нашу думку, як і інший кримінальний елемент, такі представники (яких від 2 до 5%) є суто маргінальними утвореннями в соціальній структурі, а рівень їх класової свідомості – низький, «нульовий», бо вони кооперуються ситуативно та швидко розпадаються на індивідуальні елементи. Виконавши свої суто прагматичні цілі, такі особи готові кинути в будь-який момент все, що пов'язано з Україною, вирватись із соціального контексту (в якому вони, власне і не

були, оскільки створили для себе інший, «штучний контекст») нашої держави. Таким чином боротись нашому «народові» нема з ким, адже цей віртуалізований «панівний клас» уникає будь-яких реальних сутичок, - ідеологічного чи морального плану. Символами такого «класу» є не лише доступ і демонстрація володіння різноманітними матеріальними ресурсами, а й високий ступінь присутності в мас-медіа, доступ до ведення публічної риторики, впливу на маси.

Зовнішні трудові мігранти. Інший приклад позакласових утворень – *гастарбайтери* і ті люди, які живуть на два суспільства. За оцінками різних джерел за межами України проживає з метою навчання та заробітку понад 6,5 мільйонів українських трудових мігрантів [20; 29], які підтримують міцні зв'язки зі своїми сім'ями в Україні. Більшість таких людей, облаштувавшись закордоном, готові забрати до себе своїх дітей та інших родичів, адже самі вони повертатись не готові. Як можна охарактеризувати свідомість такої спільноти присутньо-відсутніх – тобто, віртуального класу, який чинить значний вплив на економіку нашої країни (у 2013 році за даними Нацбанку близько 9 мільярдів доларів США перерахували наші співвітчизники з-за кордону, і щороку ця цифра збільшується [1])? Це люди, які за умов професійної незатребуваності, безробіття або інших складних обставин життя покинули терени батьківщини, освоївши нові види зайнятості, нову культуру, мову тощо. Вони можуть лишатись патріотично налаштованими, але їх соціальні дії слабко пов'язані з контекстом нашої країни, а їх подвійна позиція («люблю Україну, але живу в Італії» і т.і.) робить неможливим урахування таких осіб на мапі ідеологічного клімату в Україні. Тобто, патріотична налаштованість і навіть зовнішні символічні прояви національного патріотизму даного «позакласу» ледве чинять вплив на соціальне буття українців в Україні. Скоріше можна спостерігати їхню захопленість життям закордоном, яку вони передають своїм родинам у різних формах, - у вигляді закордонних цінностей, звичок, традицій, норм життя, форм світосприйняття тощо.

Постраждалі в АТО. Українці ДНР та ЛНР. Наступним прикладом маргіналізованості в Україні є нещодавно утворений прошарок «ВПО», «біженців», «постраждалих в АТО» і т.і. Таких людей важко визначити за соціальним статусом, більше того, їх життєві орієнтири, плани порушено, вони вирвані з тих умов, в яких існували, і тепер значна частка відповідальності за таких людей – на соціальних службах, НДО, волонтерських рухах і т.д. Хто знає, чи вдається таким людям заново адаптуватися, чи їх зовнішні ознаки такої адаптованості – лише тимчасовий прояв, коротка гра в нові соціальні ролі? І ми розуміємо, що свідомість таких людей має чітку прив'язку до минулого, до того, коли вони жили краще. Також вони мають певне уявлення про суб'єктів або обставини, які зробили їх життя гірше, тобто, в них є усвідомлення невинуватості, а часто – невинної жертви, і звичайно це неабияка підстава для того, щоб ідентифікувати себе та діяти певним чином. Символікою статусу ВПО є

ностальгичний спосіб мислення, відчуття соціальної несправедливості, спроби відтворити соціальний комфорт у нових заданих умовах, жити заради майбутнього (в багатьох йде підвищена психологічна налаштованість на успіхи та щастя дітей), жити не гірше, аніж раніше. Але цей мотиваційний та фізичний підйом активності може швидко вщухнути через те, що все-таки зусиль для досягнення «не гірше попереднього» рівня життя необхідно докладати більше (наприклад, орендувати помешкання, адаптуватись до нових умов, заводити нові соціальні зв'язки тощо).

Окремо слід говорити про простих жителів зони військових дій. Таких налічується близько 3 мільйонів осіб. Що вони собою являють? З чого складається їх буденність? Якими зрушеннями свідомості можна охарактеризувати тих українців, хто не захотів або не зміг покинути своє помешкання в окупованих територіях Донбасу? Питання лишається відкритим, - чи вважаються ці люди частиною українського соціуму? Чи впливає їх поведінка, свідомість, на свідомість решти населення України?

«Нові військові» та їх підробка. Не секрет, що на війні на Сході намагаються заробити не лише великі гравці, а і прості смертні. Обіцяні нагороди, виплати, земельні ділянки та інші привілеї ваблять чоловіків вдягти військову форму, заслужити звання героя і повернутися з бойовими заслугами. Проте, на превеликий жаль, окрім численних жертв АТО ми маємо тут ще один прикрий факт – підроблені довідки про участь в АТО, нові корупційні схеми отримання бойових заслуг, і таким чином – несправжніх воїнів, яких важко охарактеризувати інакше ніж зрадників-корупціонери, антиукраїнці. Говорячи про справжніх військових, зазначимо, що значна частина з них повертається морально розчавленими, не стільки самими обставинами жорстокості війни, а скільки її «підводними течіями», способом ведення та ступенем організації, адже на поверхню впливає незацікавленість нашої держави в якомога більш ефективному та безкровному завершенні «антитерористичної операції». З якою свідомістю наші «нові військові» будуть жити далі, слугувати своїй державі в якості цивільних? Статусними символами такої групи осіб, окрім суто військової символіки є, нажаль, численні травми та каліцтва, психологічна розчавленість або надрична самогероїзація, яка часто призводить до конфліктних ситуацій в побуті.

Волонтери та їх тіні. Над цією ініціативною групою, або цілим прошарком, що нещодавно розрісся на теренах нашої країни, активно розмірковують і можновладці, і суспільствознавці. Даний феномен характеризується як «символ зростання громадянського суспільства» в Україні, «прокидання громадянської активності», запорука зміни ціннісної системи з матеріалістичної на постматеріалістичну [22]. В даній доволі чисельній групі, яка при тому є чудовим прикладом добре розвиненої соціальної мережі, де актуалізуються та деактуалізуються, загалом швидко змінюються характери зв'язків, якраз і можна помітити, на нашу думку, високий ступінь самовизначеності, а також чітко

проявленого соціального інтересу, тобто, групова свідомість волонтерів є прикладом оперативної та ефективної мобілізації соціальних зусиль, яка стає можливою і в нашому роздрібненому суспільстві. Люди із волонтерського руху – активні, доброзичливі, ініціативні, відкриті. Символами їх статусу є високий рівень емпатії, широкі комунікативні, мережеві соціальні зв'язки (які можуть бути як активним, так і пасивним соціальним капіталом), налаштованість на спільну соціальну дію, швидка реакція та робота на результат.

Прикро, але під прикриттям волонтерських рухів діють і численні «тіньові» організації, які обмежуються лише однією дією – збиранням пожертвувань, послуговуючись підробною символікою та гаслами справжніх волонтерських рухів.

«Нові бідні». Останніми роками в Україні поповнився клас «нових бідних». Внаслідок поступового, а тепер вже стрімкого зниження життєвих стандартів, зростання цін та житлово-комунальних тарифів, непомірно високої вартості медичних послуг та й самих медикаментів, зростання рівня безробіття (до 12%) в нашому суспільстві [4] все більше громадян опиняється за межею бідності (у 2015 р. за різними критеріями цей показник становить від 30% до 56% [6]). Здійснивши стрімку низхідну соціальну мобільність, такі люди часом втрачають частину соціального капіталу, не маючи можливості підтримувати звичний для них спосіб життя, соціальні зв'язки і т.і., вимушені змінювати місця та умови проживання на більш прості, менш престижні і т.д. Це явище характеризується інколи «виключенням» людей або цілих груп осіб з соціального життя, недоступністю благ та ресурсів, а тобто – соціальною *ексклюзією*, апатією тощо. Символами такого прошарку стають зменшені соціальні можливості, погіршення стану здоров'я, часто – різке падіння рівня соціальної (а часом і фізичної) активності, агресивність, відчуття несправедливості, комплекс жертви та т.і. Мало кому вдається протримати оптимістичну перспективу і побачити нові можливості за тією реальністю, яка стає гіркою правдою для тих, чий дохід значно і (можливо) безповоротно зменшені. Для держави такий соціальний прошарок стає невідгідним, безініціативним трудовим ресурсом, який рідко повертається до активної праці та саморозвитку.

При цьому відсутність консолідованості таких нових класів з іншими, збільшення соціальної дистанції в усіх смислах посилює соціальні розколи поміж групами як частинами соціального цілого і навпаки, назрілі або спроектовані та втілені соціальні розколи збільшують соціальні дистанції.

Умовно лініями соціальних розколів, що визначають формування нових позакласових соціальних акторів є, *по-перше*, ціннісно-ідеологічний вектор, що формує групову ідентифікацію, яка розділяє соціальний простір на «ми» та «вони», а також задає орієнтири, за якими формуються принципи повсякденних дій учасників групи. У тих груп, які мають своїх «двійників» (псевдо-військові, псевдо-волонтери), це якраз та лінія, за якою

ці тінюві утворення мімікрують під свої «оригінали».

По-друге, це вектор визначення своєї виняткової ролі, положення та соціальної функції в даному соціально-історичному контексті. Якщо така роль є «вакантною», а її виконання означає реалізацію привабливого для учасників соціального інтересу, - така група має перспективи діяти на постійній основі, виконуючи ті або інші соціальні функції. Навіть якщо наслідки її дій носять деструктивний характер для інших.

По-третє, це соціально-структурне виокремлення, розщеплення соціальної тканини на нові типи відносин із додаванням іншої соціально-статусної символізації. Так, наші нові «віртуалізовані» політики надають собі «скромного європейського лоску», аби відповідати вимогам часу і його ідеологічним трендам, а військові намагаються бути сучасними, інтелекгентними, миролюбними (особливо перед телекамерами, звідки ми переважно і складаємо про них свої враження) і т.і. Тобто в кожному соціальному класі утворення нових підструктур є інколи болючим, несподіваним, але закономірним способом розвитку, що є найбільш характерним для часу нестабільності, соціальної аномії.

Висновки.

1. Отже, завдяки поєднанню концептів «соціального розколу» та «класової (групової) свідомості» можна виходити на аналіз оновленої структури сучасного українського соціуму, яка формується через нові «розколи» та «розщеплення» свідомостей, через формування нових соціальних груп та інтересів, досягнення внутрішньогрупових солідарностей, здійснення символічно-статусної легітимізації цих груп за допомогою їх проявів через соціальну дію, через вираження своїх позицій у мас-медіа та їх участі в політичних дискурсах.

Соціальний розкол ми розуміємо як *об'єктивну зміну соціального порядку у вигляді розчленування цілого на частини, із деструктивними наслідками фізичного та / або ментального характеру для кожної з частин (непримиренною боротьбою, протистоянням, конфліктами тощо).*

Позакласову свідомість, на наш погляд, можна визначити як *специфічний різновид суспільної свідомості, що виражає колективний досвід, систему самовизначення (позиціонування) та орієнтацій великих соціальних груп, що набувають становлення в якості соціальних акторів через самоорганізацію та визначення свого місця і способу дії у системі соціальних відносин, в соціальному бутті серед інших груп.*

При цьому поняття «соціального розколу» та «(поза)класової свідомості» потребують подальшого вивчення та оновленої концептуалізації, їх застосування в науковій рефлексії українських реалій має бути виваженим та релевантним. А для цього необхідні глибокі теоретичні розробки, із приведенням даних термінів із політико-соціальних до соціально-структурних, соціально-ідеологічних, соціально-культурних, ціннісних контекстів і т.і., характерних саме для вітчизняного простору.

2. Основні теоретичні та прикладні підходи до пояснення соціально-класової структури сучасної України ґрунтуються на реінтерпретації класичних версій класового аналізу К.Маркса, М.Вебера, а також концепцій сучасних зарубіжних авторів А.Соренсена, Е.Райта, Дж.Голдторпа та інших. При цьому вітчизняні дослідники плідно працюють у напрямку розробки власних концепцій (наприклад, діяльнісно-структурна парадигма становлення класів О.Д.Куценко, нормативно-особистісна концепція вивчення соціальних трансформацій Н.В.Паніної та ін.), надаючи теоретичні обґрунтування тим процесам соціальної трансформації, які спостерігаються та емпірично досліджуються в Україні. Визначальним матеріалом в цьому плані вже багато років виступає всеукраїнський моніторинг Інституту соціології України.

Соціальні трансформації останніх років доводять, що Україна – унікальний взірць постсоціалістичного простору, і саме тому в теоретичній рефлексії необхідне вироблення особливих схем, систем опису та пояснення, або «радикальної» адаптації відомих зразків.

3. Нові позакласові утворення із проявами власної психології, оновленого типу людського потенціалу, засновані на символічних формах взаємодії більше, ніж на економічних, трудових, мають поставити предметом всебічного соціологічного вивчення у найближчі часи. Серед виокремлених нами основних гравців сучасного соціального простору найбільш соціально свідомими, на нашу думку, виступають громадські активісти / волонтери, а також патріотично налаштовані військові (ті, хто побував у зоні АТО), і саме ці групи мають високо-статусну соціальну представленість у всіх прошарках нашого суспільства.

Отримання більш повної характеристики (поза)класової свідомості нових соціальних груп / прошарків, і загалом морфології оновленого українського соціуму потребує масштабних прикладних досліджень. Зокрема увага до нових соціальних акторів має бути сконцентрована на визначенні перспектив їх становлення в якості постійних та функціональних соціальних груп із власним способом дії та власним світобаченням.

Список використаних джерел:

1. Аналітично-інформаційні матеріали до парламентських слухань на тему: «Українська трудова міграція: стан, проблеми та шляхи їх вирішення». - Луганськ, 2013. - 183 с.
2. Ахременко А.С. Социальные размежевания и структуры электорального пространства России // Общественные науки и современность. – М.: РАН, 2007. - № 4, С. 80-92.
3. Богоявленський О.В., Ворфоломєєв М.О. Вплив фінансово-економічної кризи на доходи та витрати населення України // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2015. – № 52.
4. Вороніна А.В., Ніколаєва К.М. Проблеми та перспективи розвитку ринку праці в Україні // Young. – 2015. – Т. 17. – № 2.
5. Городяненко В.Г. Раскол общества: стремление политиков или закономерная реальность? //

Методологія, теорія та практика соціологічного аналізу сучасного суспільства: Зб. наук. праць. - Харків: Вид. центр Харк. нац. Ун-ту імені В.Н.Каразіна, 2006. - С. 3-8.

6. Дем'янчук І.А. Бідність як стійка уразливість людського розвитку // Економічний простір. - 2015. - №. 95. - С. 82-91.

7. Дмитро П.М., Сурікова І.А. Демографічні та соціально-економічні індикатори людського розвитку: теорія та практика застосування // Вісник Житомир. держ. технол. ун-ту. Серія: Економічні науки. - 2016. - №. 3 (57).

8. Дюркгейм Е. Про розділення суспільної праці, 1893, [Ел. ресурс] / Режим доступу: <http://www.xserver.ru/user/udoks>

9. Загороднюк Т. Концепции постсоветской трансформации общества Т.И. Заславской и Н.В. Паниной. - К.: Ин-т социологии НАН Украины, Социол. центр им. Н.Паниной, 2013, - 164 с.

10. Классовое общество. Теория и эмпирические реалии / под науч. ред. С.А.Макеева. - К.: Институт социологии НАН Украины, 2003. - 258 с.

11. Кононов І.Ф. Звіт за результатами дослідження «Життєві світи Сходу і Заходу України», 2014 / Режим доступу: https://www.academia.edu/10029974/Звіт_за_результатами_дослідження_життєві_світи_сходу_і_заходу_україни

12. Крентовська О. Запобігання негативному впливу старіння населення України на фінансово-економічні параметри суспільства // Вісник НАДУ при Президентіві України. - 2010. - №. 4. - С. 199-207.

13. Кривицька О. Міжрегіональний «розкол» України: чинники поглиблення / О.Кривицька // Політичний менеджмент. - К., 2008. - №2. - С.51-65.

14. Куценко О.Д. Расколотое общество? Социальные эффекты институционализации установок на рынок vs государственную поддержку // Эж. социология на пороге третьего тысячелетия. Межд. конф. 14-15 янв. 2000 г. - Москва: ISA, RC 02, ESA - ESRN, 2000. - С.44-45.

15. Куценко О.Д. Социальные классы и политическая мобилизация (сравнительный анализ европейских стран сквозь призму трех типов классовых расколов) // Соціологія: теорія, методи, маркетинг: Науково-теоретичний часопис. - Київ, 2012/2. - № 3. - С. 3-27.

16. Куценко О.Д. Соціальні класи: соціологічні інтерпретації і підходи до вивчення // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Соціологія. - Київ, 2014. - №1(5). - С.69-75.

17. Липсет С., Роккан С. Структуры размежеваний, партийные системы предпочтения избирателей. Предварительные замечания // Политическая наука. - 2004. - №4.

18. Макеев С.А. Статус классового анализа в современной социологии // Социология: теория, методы, маркетинг. - 2006. - №3. - С.81-91.

19. Нуждин С.Е. Дискусии вокруг содержания понятия социальный раскол // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук: 7-2 (2015)

20. Пінчук І.О., Юренко О.О. Вплив трудової еміграції на економічний потенціал України // Наук. вісник РУЕТ: Economic Sciences. - 2015. - №2 (58).

21. Рахманов О. Політична свідомість робітничого класу України у роки соціальних трансформацій // Соціологія: теорія, методи, маркетинг. - 2015. - №1. - С. 3-26.

22. Резнік О.С. Добровольчі об'єднання як соціальна основа інтеграційних процесів в Україні // Методологія, теорія та практика соціологічного аналізу сучасного суспільства. Зб. наук. праць. Випуск 20. - Харків: ХНУ імені В.Каразіна. - 2014. - С. 207-211.

23. Решетняк О.М. Интерпретативно-просторовий підхід у вивченні церковного розколу в полі релігії: автореф. дис. ... канд. соціол. наук. - Київ, 2013. - 16с.

24. Середа В. [Ел. ресурс] / Режим доступу: <https://goo.gl/uDPgtp>

25. Симончук Е.В. Классовая структура Украины в сравнительной и временной перспективах // Социологический альманах. - Минск: Беларуская навука, 2014. - Вып. 5. - С. 155-167.

26. Симончук О. Класова свідомість: досвід порівняльного емпіричного вивчення // Соціологія: теорія, методи, маркетинг. - 2010. - № 4. - С. 56-84.

27. Соціологія: Навч. посіб. / За ред. С. Макеєва. - 2-те вид., перероб. і доп. - К.: Т-во «Знання», КОО, 2003. - с.73.

28. Тойнби А. Исследование истории. Т. 2. Цивилизации во времени и пространстве / А. Тойнби; пер. с англ. К.Я. Кожурина. - М.: АСТ, 2009. - 863с.

29. Чорна В.О. Динаміка міграційних процесів в Україні: соціологічний аналіз // Наукові праці Чорноморського державного ун-ту імені Петра Могили. - 2015. - № 258, Вип. 246. - С. 175-180.

30. <http://blogs.pravda.com.ua/authors/datsuk/55e942b4a06cb/>

31. <https://goo.gl/hkpxwi>

32. <https://goo.gl/Ek4jhi>

33. <https://goo.gl/Cuxgff>

34. <https://goo.gl/VorvWH>

35. <http://political-studies.com/?p=1231>

36. <https://goo.gl/FmXZtK>

37. <https://goo.gl/XKPSwY>

38. <http://subject.com.ua/philosophy/volinki/151.html>

39. http://uaphilosophy.com/духовне_життя_суспільства/суспільна_свідомість

40. <https://goo.gl/oBuAwL>

41. <https://goo.gl/Rfr6QW>

42. <https://goo.gl/7y9r6C>

43. <https://goo.gl/UA6NRm>

44. <http://www.viche.info/journal/2039/>

45. https://uk.wikipedia.org/wiki/Масова_свідомість

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Білошицька Оксана Костянтинівна
старший викладач кафедри біомедичної інженерії
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Волинська Світлана Володимирівна
лікар з функціональної діагностики, завідувач відділення
Державна наукова установа «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини»
Державного управління справами

Biloshytska O.K.
Senior Lecturer of department of Biomedical Engineering
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Volynska S.V.
doctor of functional diagnostics, head of department
State Institution of Science “Research and Practical Center of Preventive and Clinical Medicine”
State Administrative Department

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЕГ-СИГНАЛІВ ПРИ ПУХЛИНАХ МОЗКУ

METHODS FOR DETECTION OF THE NONLINEAR PARAMETERS OF EEG SIGNALS AT PATIENTS WITH BRAIN TUMOR

Анотація. У статті досліджуються застосування показника ентропії Колмогорова-Смірнова та детрентного флуктуаційного аналізу при дослідженні показників ЕЕГ у осіб з пухлинами мозку та у здорових осіб при проведенні функціональних проб. Показано, що у нормі проявляється стабільність показників ентропії Колмогорова-Смірнова, а при патології показник коливається і показує нестабільність системи ще до проведення функціональних проб. Доведено, що за допомогою розрахунку показника показників ентропії Колмогорова-Смірнова можна спрогнозувати поведінку системи. Значення ж детрентного флуктуаційного аналізу показали, що у ЕЕГ-сигналах хворих пацієнтів наявні випадкові блукання сигналу, що вказує на наявність патології у корі головного мозку.

Ключові слова: ЕЕГ, пухлина мозку, ентропія Колмогорова-Смірнова, детрентний флуктуаційний аналіз.

Summary. The article investigates the application of the exponent Kolmogorov-Smirnov of entropy and detrended fluctuation analysis in the study of EEG parameters in patients with brain tumors and in healthy individuals during functional tests. It is shown that there is generally stable entropy Kolmogorov-Smirnov at normal EEG and pathology varies in system instability before showing functional tests. Proved that by calculating index performance entropy Kolmogorov-Smirnov can predict system behavior. The value of the same detrended fluctuation analysis showed that in EEG-signals of sick patients there is a random wandering of the signal indicating the presence of pathology in the cerebral cortex.

Keys words: EEG, brain tumors, Entropy Kolmogorov-Smirnov, detrended fluctuation analysis.

Постановка проблеми. Зі значними розширеннями можливостей обчислювальної техніки зросла популярність використання її у різних сферах людської діяльності. На сьогоднішній день у медицину активно впроваджують методи для діагностики, що базуються на програмних комплексах обробки медичних даних. Завдяки цьому також значно розширилися можливості автоматизації аналізу біомедичних сигналів.

Функціонування мозку до недавнього часу вважалося одним із найменш вивчених процесів фізіології людини. Тим не менш, дослідження останніх років показують, що активне використання запрограмованих складних математичних методів аналізу масивів даних та машинного навчання дало значний поштовх цьому напрямку. Потребу таких досліджень визначають два фактори.

По-перше, на результатах вивчення мозкової діяльності базується розвиток технологій штучного інтелекту. По-друге, комп'ютерний аналіз медичних даних дозволяє працювати з ними у площині математичних закономірностей, що дає змогу виявити нові причинно-наслідкові зв'язки виникнення та розвитку патологій, дисфункцій тощо [1].

Аналіз електроенцефалографічних (ЕЕГ) сигналів – один з основних методів дослідження мозкової діяльності. Доведено, що окрім періодичних процесів, для електричної активності мозку характерні ознаки детермінованого хаосу і зміни параметрів нелінійної динаміки для таких сигналів відображають характерні зміни у функціонуванні мозку.

В останні роки використання методів нелінійної динаміки для обробки і розпізнавання ЕЕГ на виході складних систем розглядається як

перспективний шлях створення нових методів діагностики і прогнозування стану біоелектричної активності головного мозку. Такий підхід дає достатньо інформації про динаміку розвитку досліджуваних медико-біологічних систем, можливості детально прослідкувати і чисельно охарактеризувати динаміку зміни структури сигналу у часі, передбачити зміну і тривалість домінуючих ритмів. Тому дослідження EEG методом нелінійної динаміки дозволять виявити нову інформацію, яка прихована у динаміці поведінки складних систем, дозволить розширити можливості діагностичних комп'ютерних комплексів у області медицини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналізуючи EEG при пухлинах мозку, можна визначити: 1) зміни осередкові, локальні – в безпосередній близькості від пухлинного вузла; 2) зміни вторинного походження – на відстані від пухлини; 3) зміни загально мозкові – виражені по всім областям кори обох півкуль [2].

Дослідження в цій області показали, що пухлинний процес дає певні зрушення в електроенцефалограмі. Основною характерною ознакою в електроенцефалограмі хворих з пухлинами вважається поява дельта-хвиль і повільних патологічних хвиль (2-5 в секунду), тобто хвиль значно більш повільного ритму, ніж нормальні альфа-хвилі (8-12 в секунду). Сама пухлина електрично індиферентна, і патологічні хвилі виникають на межі здорової і патологічно зміненої мозкової тканини. Одночасно, крім появи повільних хвиль, змінюється альфаритм, аж до повного його зникнення, спостерігаються швидкі коливання типу бета-хвиль [2].

На певному етапі пухлинного росту спочатку підвищується лабільність нервових клітин, на що вказує перехід альфа-ритму до швидких коливань (бета-хвилі). Потім під впливом довгостроково існуючого вогнища зменшується лабільність нервових клітин, що визначає перехід до уповільненого ритму по всій корі, більше на стороні вогнища.

Доброякісні поверхневі новоутворення обумовлюють зміни електричної активності у вигляді дельта-хвиль лише в ділянках кори, безпосередньо прилеглих до пухлини. В інших областях кори зберігається нормальний альфа-ритм. Дельта-хвилі, а також швидкі асинхронні коливання далеко від вогнища не виявляються.

При внутрішньомозкових пухлинах є генералізовані повільні патологічні хвилі різного періоду по обох півкулях, найбільш різко виражені в хворій півкулі і особливо в області пухлини. Альфа-ритм всюди скорочений або зовсім зникає. Поряд з повільними патологічними хвилями внутрішньомозкове вогнище викликає на електроенцефалограмі появу швидких асинхронних потенціалів, часто по обох півкулях, що йдуть з різною частотою в одиницю часу (18-35 в секунду) і нагадують швидкі коливання, які зареєстровані від аксона. Зазвичай ці аксоноподібні коливання зберігаються там, де кора ціла і осередок розташований в глибині мозку, і на низуються на повільні хвилі. Якщо пухлина проростає у кору, і у підкірку, то цих швидких коливань

в області пухлини немає і залишаються одні повільні хвилі, а швидкі коливання реєструються тільки в протилежній півкулі [3].

При швидко прогресуючому розвитку загально мозкових змін, обумовленому настанням гострого кризу внаслідок бурхливої реакції набряку і явищами наростаючої гіпоксії мозкової тканини відзначаються дві фази електроенцефалографічні загальних змін: 1) фаза наростання амплітуди дифузних повільних хвиль (2-4 Гц) з наявністю у ряду хворих веретенноморфних білатерально синхронних повільних коливань (4-6 Гц), 2) фаза зниження амплітуди всіх форм потенціалів, в тому числі і повільних, перетворення EEG в так звану «плоску криву», поява якої є найважливішим сигналом для початку активних реанімаційних заходів даному хворому, так як падіння амплітуди не тільки частих коливань, але і повільних хвиль вказує на прогресуюче погіршення функціонального стану нервової тканини, на виникнення грубих порушень обмінних процесів в структурах мозку [3].

Аналіз характеру, ступеня вираженості та оборотності загально мозкових змін необхідний для правильної оцінки загальних реактивних порушень кори великих півкуль при наявності осередкового ураження на різних рівнях центральної нервової системи. Облік цих даних, крім того, сприяє правильній розшифровці EEG в сенсі можливості виявлення вогнища патологічної електричної активності, замаскованого загально мозковими змінами [2].

Виділення невирішених раніше частин проблеми. Одним із діючих і надійних способів оцінки функціонального стану головного мозку людини є EEG. EEG являє собою складний коливальний електричний процес і являється відображенням сумарної біоелектричної активності всіх нейронів головного мозку [4].

Функціонуючий головний мозок представляє собою по суті надзвичайно складну нелінійну систему, тобто будь-яка зміна зовнішніх умов і будь-яку мінімальну дію може призвести до значної зміни у діяльності системи. Тому EEG як уявлення нелінійного процесу цілеспрямовано досліджувати з позиції детермінованого хаосу.

У роботі [5] дослідження були проведені у хронічному експерименті на 9 статевозрілих щурах-самцях лінії Вістра шестимісячного віку. Для оцінки особливостей поведінки піддослідних тварин і їх реакція на перебування в умовах хронічного емоціонального стресу. За 5-6 днів до реєстрації EEG тваринам стереотаксичним методом імплантували ніхромові електроди діаметром 0,1 мм у лавою ізоляції. На основі досліджуваного параметру нелінійної динаміки – ентропії Колмогорова-Сіная – було проаналізована функціональна асиметрія мозку щурів. У правій півкулі цей показник був на 18% більший, ніж у лівій. У результаті дослідження було встановлено, що досліджування ентропії Колмогорова-Сіная є об'єктивним кількісним показником зміни динамічних характеристик ключових кіркових і підкіркових структур мозку, які приймають участь у формуванні адаптивних процесів в умовах гострого і хронічного емоціонального

стресу. Ентропія Колмогорова-Сіная може слугувати ефективною мірою для кількісної оцінки індивідуальної стійкості нейродинамічних систем в умовах різних стресів.

Також дослідження ЕЕГ-сигналів за допомогою ентропії Колмогорова-Сіная були описані у іншій статті [6]. Була досліджена група практично здорових добровольців (55 людей) – чоловіків, студентів літнього воєнного університету, віком від 20 до 22 років, які не мають в анамнезі клінічно значущих, у тому числі психоневрологічних, захворювань. Всі досліджувані були психічно здорові, про що свідчать дані їх медичної історії. Для виявлення прихованої тривоги було проведено психологічне тестування. Проводилась реєстрація ЕЕГ у стані спокою, неспання і інтелектуального навантаження, яка призначена для виконання послідовних розумових операцій. Запис проводився з закритими очима. У результаті дослідження було встановлено, що у пацієнтів з підвищеним рівнем загальної тривоги в стані спокою виявлений більш високий рівень ентропії Колмогорова-Сіная в обох півкулях. Ця різниця найбільш виражена у передньо-лобовому середньому відведенні, правому лобовому відведенні і у обох передньо-скроневих областях. Підвищена ступінь тривоги супроводжується більш високим рівнем хаосу. Ентропія Колмогорова-Сіная ЕЕГ відображає рівень тривожності в усіх областях головного мозку, що можна виявити за допомогою функціональної завантаження. Більш високий рівень ентропії Колмогорова-Сіная у лиць з підвищеним рівнем загальної тривоги у межах, характерних для здорового мозку, відображає більш високу індивідуальну можливість до адаптації.

Детрентний флуктуаційний аналіз являє собою цікавий спосіб для масштабування довгострокової автокореляції нестационарних сигналів. Це визначає складність сигналів, які використовують фрактальні властивості. Цей метод являє собою модифікований середньоквадратичний метод випадкового блукання. Середньоквадратична відстань сигналу від місцевої лінії тренда розглядається як функція параметру масштабу, зазвичай ступеневої залежності і показник ступеня. У багатьох випадках детрентний флуктуаційний аналіз ступеня масштабування може бути використаний для аналізу здорових і патологоанатомічних даних. Для початку обчислюється інтегральний [7].

У роботі [8] описано детрентний флуктуаційний аналіз (далі – ДФА). Це метод, який аналізує масштабування та забезпечує простий кількісний параметр для визначення автокореляції сигналу. Він також відомий своєю надійністю проти нестационарності. Були зроблені висновки, що за допомогою ДФА можна відрізнити здорових пацієнтів від хворих. Також сигнал є більш регулярним та менш складним, тобто є корисним для біомедичних сигналів. Прийшли до висновку, що методи нелінійної динаміки можна якісно досліджувати і більш ретельно аналізувати фізіологічні сигнали.

Мета статті. Виходячи з останніх публікацій та проблем, які виникають при дослідженні ЕЕГ, було вирішено дослідити зміну показників ентропії

Колмогорова-Сіная та детрентного флуктуаційного аналізу. Дані показники потрібно порівняти у осіб з пухлинами мозку і у здорових осіб при проведенні функціональних проб.

Викладення основного матеріалу. Реєстрація ЕЕГ відбувалася за стандартною методикою – міжнародною схемою відведень «10-20». Дані ЕЕГ реєструвалися за допомогою 16-канального телеметричного електроенцефалографа Expert з відеомоніторингом ТОВ «Компанія Tredex» з верхнім граничним фільтром 30 Гц, постійною часу 0,1 с та частотою дискретизації 400 Гц. Обстеження проводилося у затемненому звукоізоляційному кабінеті. Пацієнти знаходилися в положенні напівлежачи на спеціалізованому кріслі.

Дослідження проводилися у відділення функціональної діагностики та ультразвукового дослідження серцево-судинної системи консультативно-діагностичного центру Державної наукової установи «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами. Усі пацієнти надали добровільну згоду на проведення обстеження. Загальна кількість досліджуваних – 10 осіб, вікова група від 5 до 55 років (чоловіки, жінки та діти).

В цілому весь запис ЕЕГ тривав 9 хвилин. Методика ЕЕГ складається з реєстрації фонові ЕЕГ та функціональних проб: очі закриті, очі відкриті, фотостимуляція на різних частотах та гіпервентиляція. Дані проби спрямовані на дослідження функціонування головного мозку в стані спокою і при певних зовнішніх впливах. Відносні зміни показників активності головного мозку при проходженні цих проб дають важливу інформацію для діагностики. Для візуальної обробки та отримання цифрових даних використовувалося програмне забезпечення ExpertNet.

З 10 добровольців у ході діагностичного дослідження та консультативних заключень 6 особам було встановлено діагноз з класу МКХ-10 – Новоутворення (C00-D48) у головному мозку.

Отримані ЕЕГ були проаналізовані разом з лікарями з медичної точки зору, заповнено протоколи досліджень і зроблено заключення про функціональні і морфологічні особливості динаміки досліджуваних осіб, про характер і вираженість патології.

Для отримання результатів для аналізу ми порівняли отримані значення функціональних проб у пацієнтів з пухлиною мозку та здорових таким чином: фонові ЕЕГ, проби «очі відкриті» та «очі закриті» на початку процедури і в кінці, фотостимуляція та гіпервентиляція.

Одним із методів визначення нелінійних параметрів є розрахунок ентропії Колмогорова-Сіная. Обчисленні показники дають змогу оцінити швидкість втрати динамічною системою інформації та середній час передбачуваності системи.

Проаналізувавши отримані дані, ми порівняли показники ентропії Колмогорова-Сіная до проведення функціональних проб і після. Помітили, що у пацієнтів з пухлинами мозку, більшість показників збільшуються.

У пацієнта під номером 1 (рис. 1 а) у лобовій частині мозку показник збільшується на 70-80%, у центральній області – на 40-50% та у тім'яній та скроневій – на 20-30%. У пацієнта під номером 2 (рис. 1 б) та 3 (рис. 1 в): у лобовій області зменшується на 2-3%, у центральній – на 30% та у тім'яній та скроневій збільшується на 10-15%. У пацієнта під номером 4 (рис. 1 г) у лобовій частині помітні не значні зміни значення показника у

сторону зменшення на 1-3%, у центральній частині – на 5-8% та збільшення у тім'яній та скроневій області мозку на 10-15%. У пацієнтів під номером 5 (рис. 1 д) та 6 (рис. 1 е) спостерігається зменшення ентропії Колмогорова-Сіная у лобовій, центральній та скроневій частинах головного мозку, але не менш з тим спостерігається зростання показника у тім'яневій області показника на 10-15%.

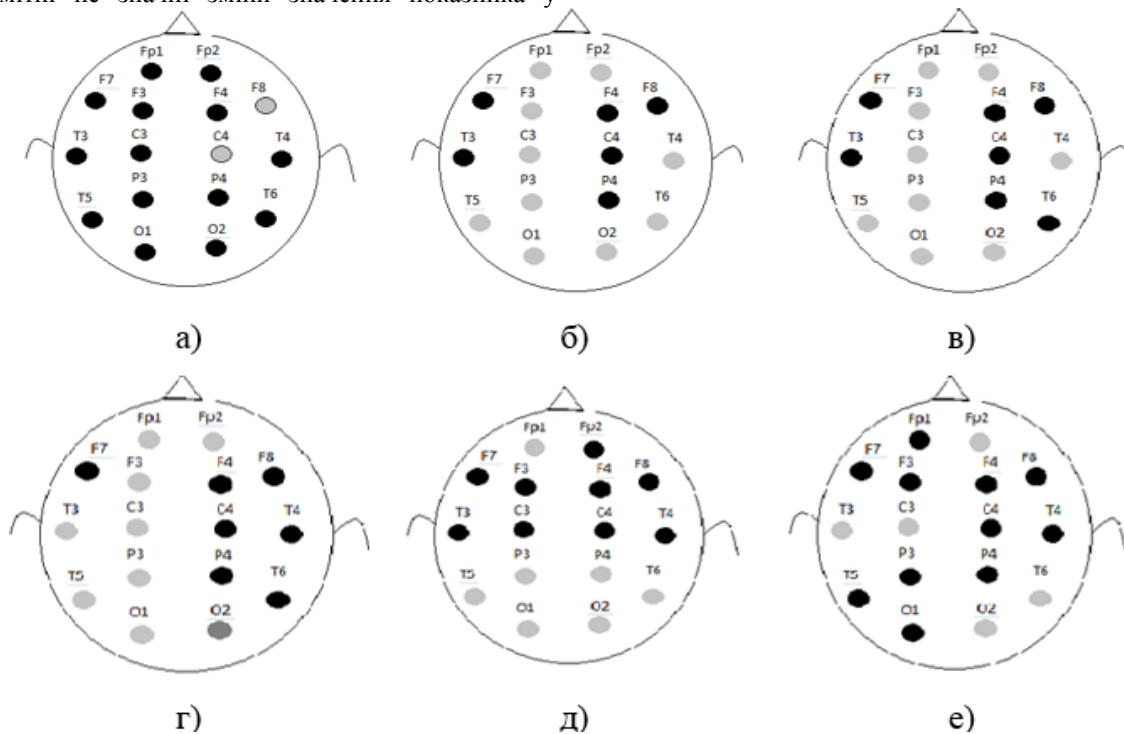


Рисунок 1 – Схематичне зображення зміни показника Колмогорова-Сіная у хворих пацієнтів:

● – зменшення ентропії, ● – збільшення ентропії

Дані показники дають змогу також визначити локалізацію пухлини мозку. Наприклад, у пацієнта під номером 1 спостерігаємо, що пухлина мозку уражає вже всі області мозку. Це свідчить про те, що це вже одна із останніх стадій раку мозку. У пацієнтів під номером 2, 3 та 4 показники вказують на те, що пухлина знаходиться у правій частині головного мозку, оскільки там показники збільшуються у половину. У пацієнта під номером 5 пухлина уражає центральну та лобову частину головного мозку, у пацієнта під номером 6 права центральна та скронева області є місцем локалізації пухлини головного мозку, але вона впливає вже і на

ліву півкулю. Дані показники підтвердилися при візуальному аналізі ЕЕГ.

Якщо порівняти значення показника ентропії Колмогорова-Сіная у пацієнтів з пухлиною мозку та здорових пацієнтів, то побачимо, що це значення у більшості відведень знижується.

Проаналізувавши результати можемо переконатись у тому, що показник ентропії Колмогорова-Сіная у здорових пацієнтів знижується всього на 1-2%, так само може і підвищитись на 1-2%. Підвищення значення зазвичай з здорових пацієнтів відбувається у центральній-лобовій області головного мозку (рис. 2 а-г).

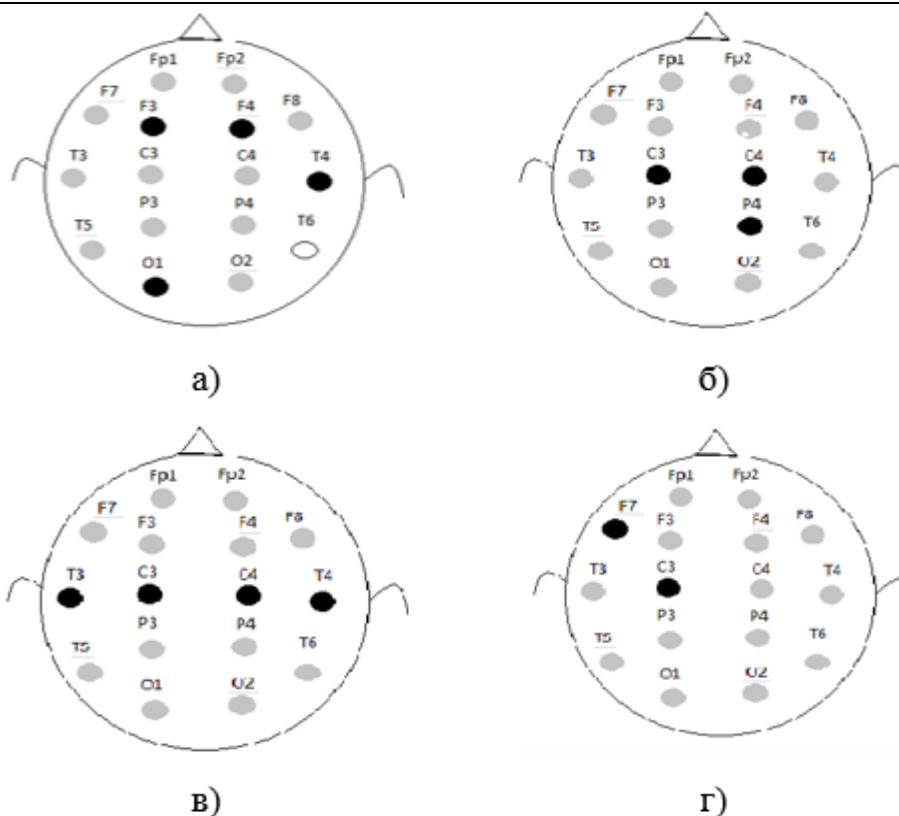


Рисунок 2 – Схематичне зображення зміни показника Колмогорова-Сіная у здорових пацієнтів:

● – зменшення ентропії, ● – збільшення ентропії

Можна зробити висновки, що пацієнт знаючи свої показники ентропії Колмогорова-Сіная і як вони змінились (збільшились чи зменшились) може проаналізувати свій стан головного мозку. Тобто чи є якісь відхилення, ознаки патології мозку, чи він функціонує нормально. Потрібно звернути увагу, що при дослідженні було виявлено, що показник у нормі може як зменшитись на 1-2%, так може і збільшитись на 1-2%. Побудувавши графіки також можна пересвідчитись у отриманих результатах.

На рисунку 3 помітно, що значення ентропії Колмогорова-Сіная до функціональних проб (далі – ФП) і після них мають незначну різницю. Це свідчить про стабільне і правильне функціонування головного мозку, та те, що після проведених процедур ніяких змін не було виявлено і ніяких не виникає ознак, які би вказували на виникнення патології.

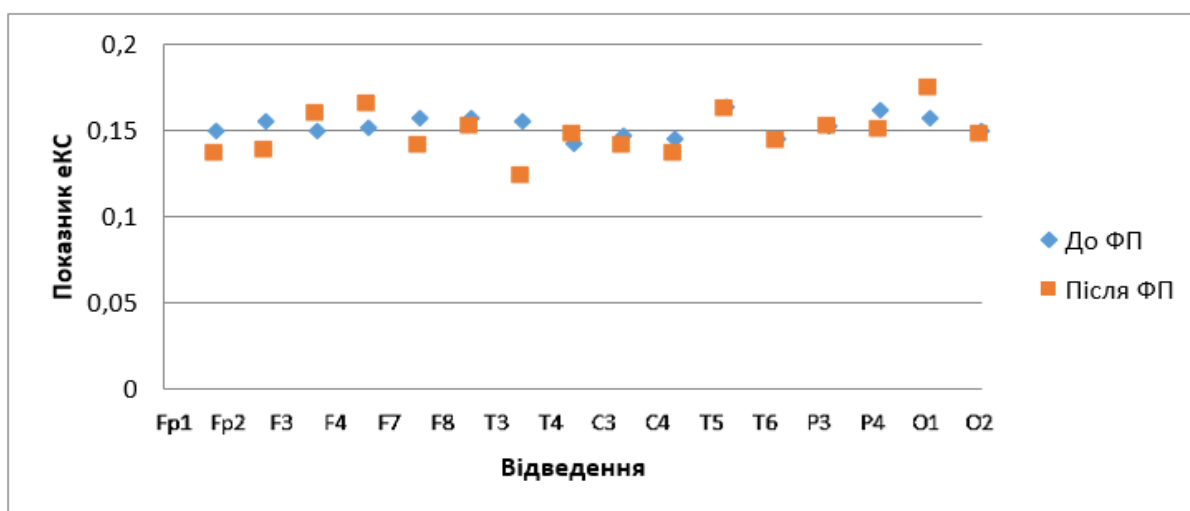


Рисунок 3 – Зміна показників ентропії Колмогорова-Смірнова (eKS) у здорових пацієнтів

А на рисунку 4 спостерігається значна різниця між показниками, які були отримані до функціональних проби і після. Це вказує на те, що після

проведеної процедури потрібен певний час, щоб відновити функціонування головного мозку.

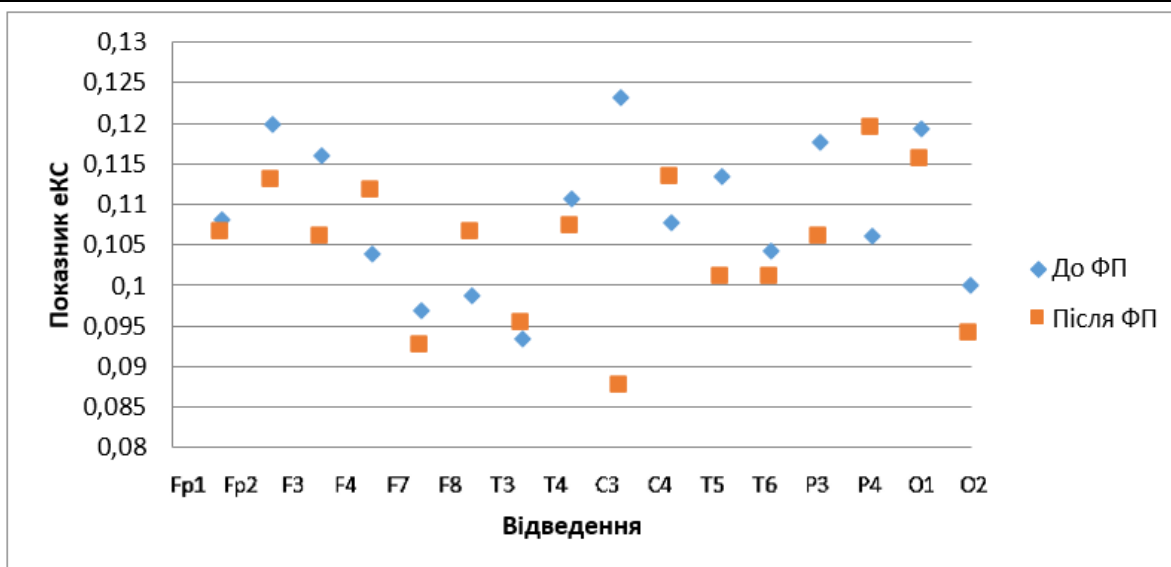


Рисунок 4 – Зміна показників ентропії Колмогорова-Смірнова (eKS) у пацієнтів з пухлинами мозку

Також однією з особливостей ентропії Колмогорова-Сіная є те, що за допомогою розрахунку показника, можна спрогнозувати поведінку системи.

Чим більше ентропія Колмогорова-Сіная, тим більша ймовірність правильного прогнозування поведінки сигналу (таблиця 1).

Таблиця 1 – Дані для прогнозування поведінки сигналу

Пацієнт	Електрод, сигнал якого можна спрогнозувати	Ентропія Колмогорова-Сіная
При пухлинах мозку		
№1	C4	0,254
№2	C3	0,123
№3	P3	0,17
№4	O1	0,152
№5	Fp2	0,155
№6	P3	0,183
Норма		
№7	T5	0,162
№8	P3	0,163
№9	P4	0,154
№10	F3	0,163

З таблиці 1 видно, що у пацієнтів з пухлинами мозку найбільше значення ентропії Колмогорова-Сіная коливається у межах 0,12 – 0,25, а у здорових пацієнтів – у межах 0,15 – 0,16. Це свідчить про те, що у нормі проявляється стабільність показників, а при патології показник коливається і показує нестабільність системи ще до проведення функціональних проб.

Проводячи детрентний флуктуаційний аналіз, розраховується ступінь масштабування α , за допо-

могою якого визначаються властивості автокореляцію сигналу. Зробивши розрахунки, отримані дані дійсно це підтверджують.

Якщо порівняти рисунки 5 та 6, то бачимо, при розрахунку даних ЕЕГ-сигналів здорового пацієнта було отримано значення $0,5 < \alpha < 1,5$, що свідчить про позитивну автокореляцію сигналу, а у пацієнтів цей показник перевищує допустимі значення на початку проведення процедури, а після проведення функціональних проб цей показник потрапляє у допустимі межі.

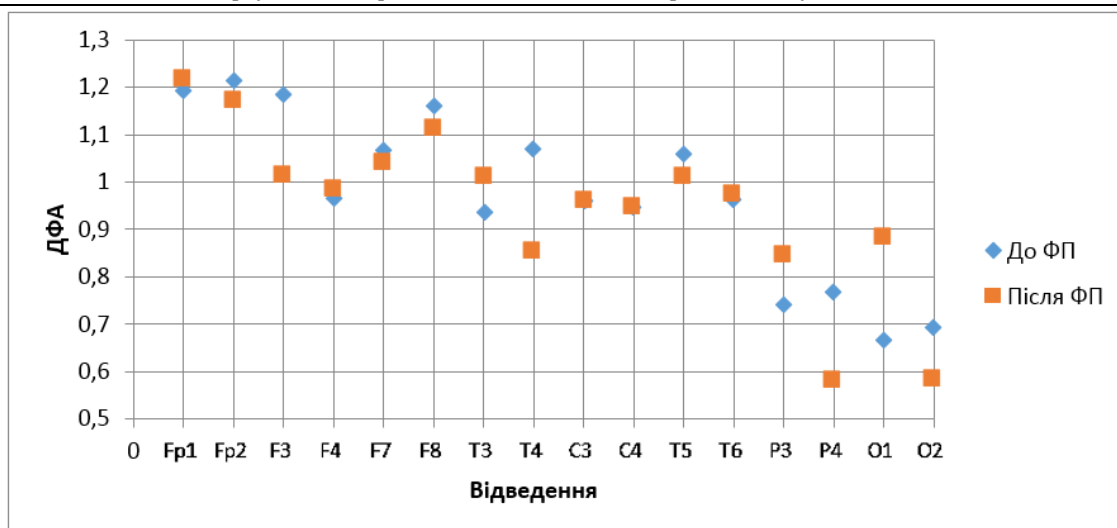


Рисунок 5 – Результати ДФА у здорових пацієнтів при фоновій ЕЕГ

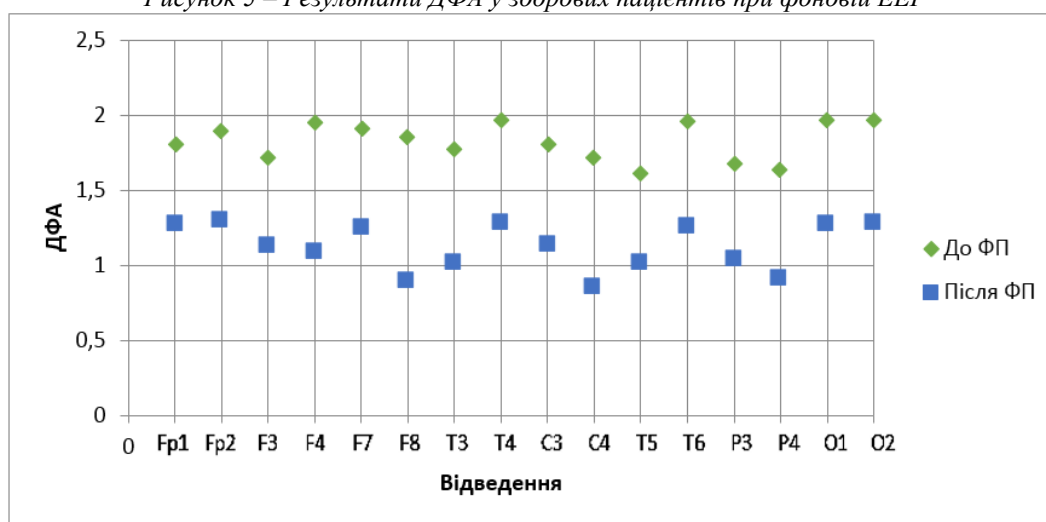


Рисунок 6 – Результати ДФА у пацієнтів з пухлиною мозку при фоновій ЕЕГ

Помічаємо, що у пацієнтів без патологій (рис. 7) цей показник так і залишається у нормі, а у пацієнтів з пухлиною мозку (рис. 8) на початку про-

цедури показники перевищують нормі, а після проведення 5 функціональних проб показник повертається у норму.

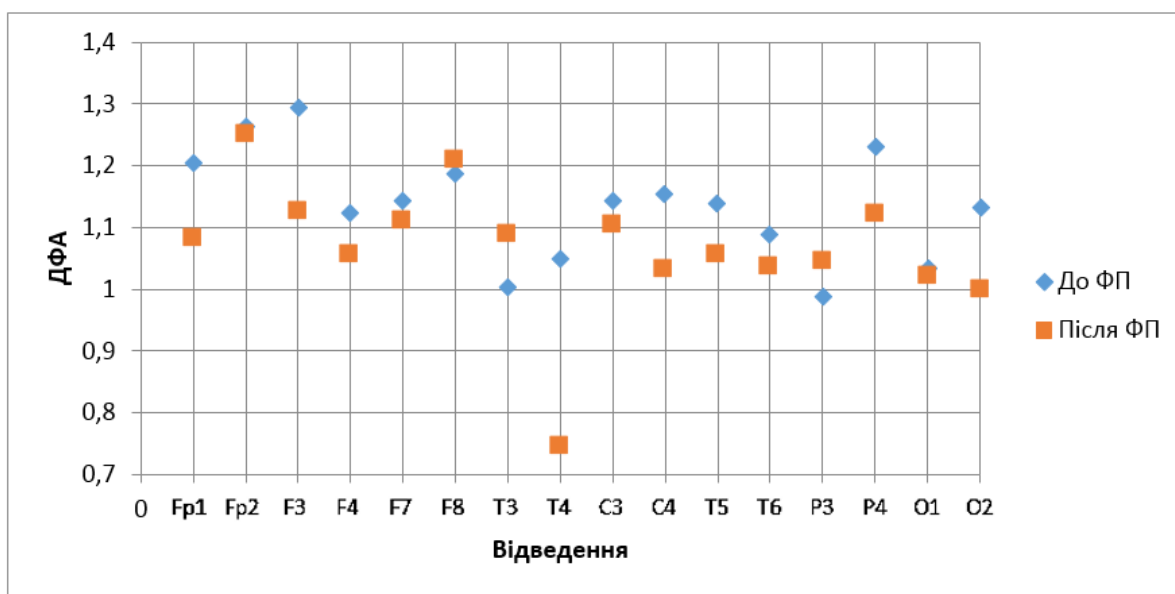


Рисунок 7 – Результати ДФА у здорових пацієнтів при ФП «очі відкриті»

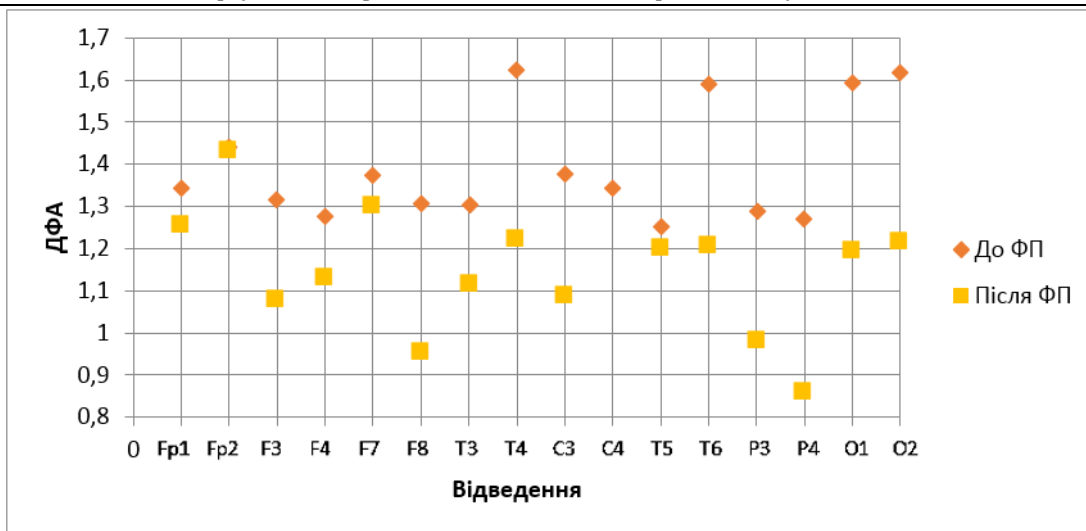


Рисунок 8 – Результати ДФА у пацієнтів з пухлиною мозку при ФП «очі відкриті»

Спостерігаємо, що у нормі показники (рис. 9) детрентного флуктуаційного аналізу у допустимих

межах, а з рисунку 10 видно, що у пацієнта з патологією при функціональній пробі «очі закриті» показники також потрапляють у межі.

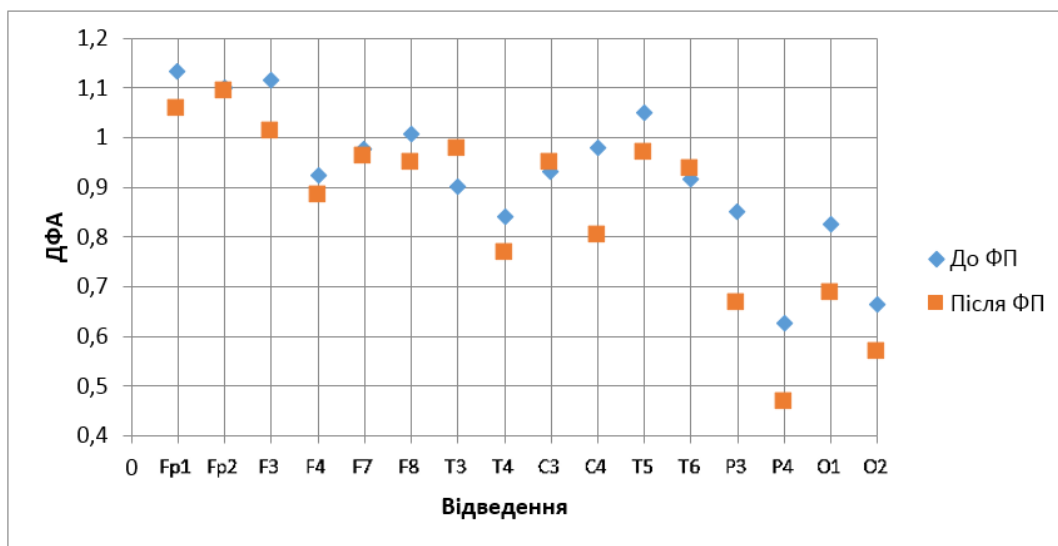


Рисунок 9 – Результати ДФА у здорових пацієнтів при ФП «очі закриті»

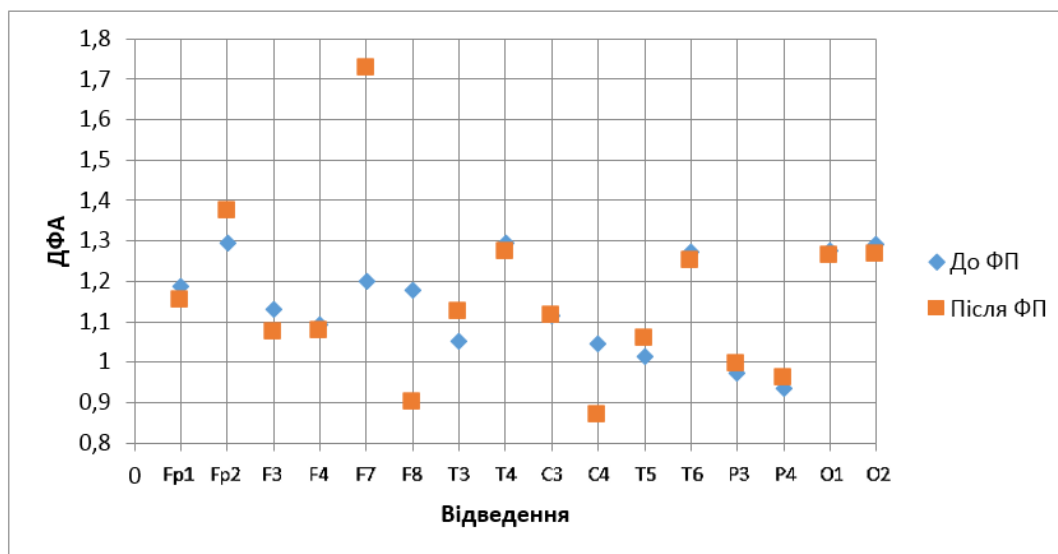


Рисунок 10 – Результати ДФА у пацієнтів з пухлиною мозку при ФП «очі закриті»

Порівнявши рисунки 11 та 12 можна помітити, що на обох діаграмах показники детрентного флуктуаційного аналізу знаходяться у межах. Тому можна стверджувати, що при знятті ЕЕГ у пацієнта з пухлиною мозку при проведенні таких функціо-

нальних проб як гіпервентиляція то фотостимуляція мозок функціонує як у здорової людини і надалі результати знаходяться у межах $0,5 < \alpha < 1,5$. Тому можна стверджувати, що функціональні проби позитивно впливають на біоелектричну активність мозку.

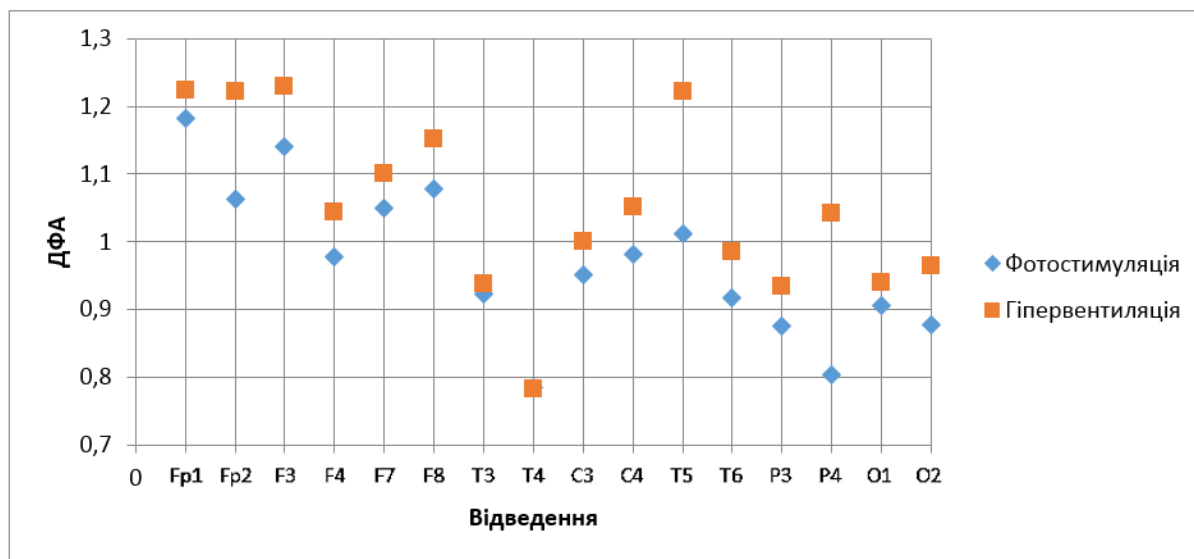


Рисунок 11 – Результати ДФА у здорових пацієнтів при ФП «фотостимуляція» та «гіпервентиляція»

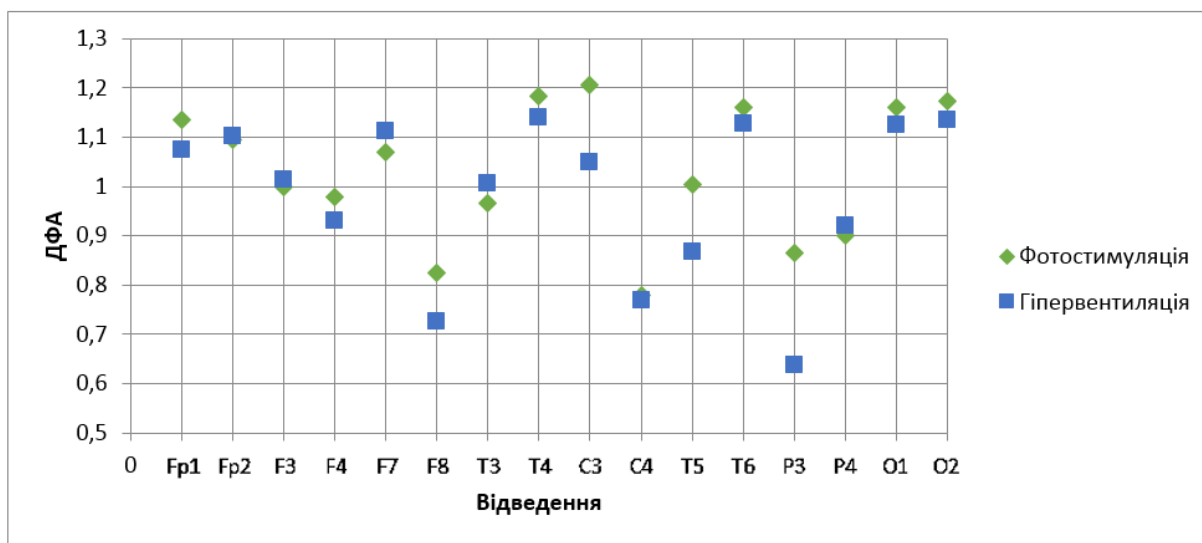


Рисунок 12 – Результати ДФА у пацієнтів з пухлиною мозку при ФП «фотостимуляція» та «гіпервентиляція»

Якщо порівняти показники детрентного флуктуаційного аналізу при знятті початкової фонові функціональної проби у пацієнтів з пухлиною мозку та здорових пацієнтів (рис. 13), то помітимо,

що значення $\alpha > 1,5$ при патології. Це свідчить, що у системі присутній блукаючий сигнал, який вказує на те, що існує захворювання головного мозку.

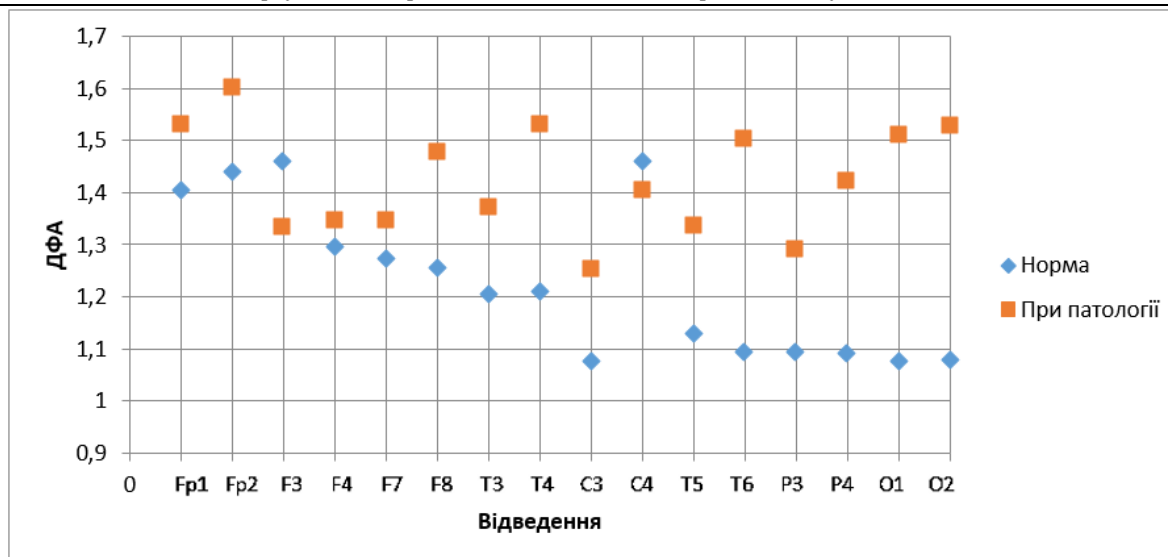


Рисунок 13 – Показник детрентного флуктуаційного аналізу при фоновій ЕЕГ

У ході дослідження сигналу у пацієнтів з пухлиною мозку було виявлено, що початковий сигнал явно по усім показникам відведень при початковій фоновій ЕЕГ вказує на існування патології у головному мозку. Але помічено особливість, що після проведення функціональних проб, таких як гіпервентиляція та фотостимуляція, показники потрапляють у межі допустимих значень. Це свідчить про те, що функціональні проби, у якісь мірі, притуплюють вплив пухлин мозку на функціонування мозку, але цей термін дуже короткий.

За допомогою методу детрентного флуктуаційного аналізу можемо відрізнити здорових суб'єктів від хворих. Зробивши розрахунки, отримали дані, які дійсно це підтверджують. Проаналізувавши ЕЕГ-сигнали хворих пацієнтів дійшли висновку, що у їхньому сигналі помічено випадкове блукання сигналу, тому що розрахований показник α переважно дорівнює 1,5 і більше. А це вказує на наявність патології у корі головного мозку.

Висновки і пропозиції. Як видно з розрахованих показників, методи нелінійної динаміки є більш суттєвими, ніж спектрально-кореляційний аналіз. За допомогою методів нелінійної динаміки можна оцінити, як функціонує досліджувана система: регулярно чи ні, спрогнозувати сигнал у часі, довести хаотичність, передбачити зміну та тривалість домінуючих ритмів. Тому дослідження бази даних проводилися за допомогою визначення ентропії Колмогорова-Сіная та детрентного флуктуаційного аналізу.

За допомогою методів нелінійної динаміки (ентропії Колмогорова-Сіная та детрентного флуктуаційного аналізу) було оброблено та досліджено ЕЕГ-сигнали двох груп: пацієнтів з пухлинами головного мозку та здорових пацієнтів. За допомогою визначення показника ентропії Колмогорова-Сіная можна дослідити систему на хаотичність.

Детрентний флуктуаційний аналіз показав, що у ЕЕГ-сигналах хворих пацієнтів наявні випадкові блукання сигналу, що вказує на наявність патології у корі головного мозку.

Список літератури:

1. Білошицька О.К., Клименко Т.А. Дослідження показників епілептичних ЕЕГ-сигналів за допомогою методів нелінійної динаміки // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 19(1241). – С. 30–34. – Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2079-5459.
2. Зенков Л. Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии) / Л. Р. Зенков. – Таганрог: ТРТУ, 1996. – 358 с.
3. Физиологическая оценка изменений ЭЭГ при опухолях головного мозга [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <http://lekmed.ru/info/arhiv/klinicheskaya-elektroencefalografiya-13.html>.
4. Борисова О.С. Дослідження і аналіз нативних електроенцефалографічних даних методами нелінійної динаміки : дис. канд. техн. наук : 05.11.17 / Борисова Ольга Сергіївна – Таганрог, 2010. – 152 с.
5. В'язовская О. В. Состояние церебральной нейродинамики в условиях иммобилизационного стресса у крыс на основе оценки энтропии Колмогорова по ЭЭГ / О. В. В'язовская, О. Ю. Майоров. // Вісник Харківського національного університету імені Н.В.Каразіна. – 2006. – №4. – С. 139–146.
6. Майоров О.Ю. Оценка энтропии Колмогорова-Сіная по ЭЭГ у здоровых мужчин с различной степенью тревожности / О.Ю. Майоров, Л.Н. Фрицше, А.Б. Прогнимак та ін. // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Біологія. – 2006. – С. 147–153.
7. Golińska A. K. Detrended Fluctuation Analysis (DFA) in biomedical signal processing: selected examples. *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*. 29. 107-115.
8. Detrended Fluctuation Analysis of EEG in Depression / M. Bachmann, A. Suhhova, J. Lass // XIII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2013. – 2013. – №13. – P. 694–697.

Nabiyev Ramazan Abdulmuminovich
 doctor of economics, professor, head of the department «Economics and enterprise management», Astrakhan State Technical University

Набиев Рамазан Абдулмуминович
 доктор экономических наук, профессор,
 заведующей кафедрой «Экономика и управление предприятием»
 Астраханский государственный технический университет

Gasanov Ruslan Gasanovich
 graduate student, assistant of the department «Building»,
 Astrakhan State Technical University,

Гасанов Руслан Гасанович
 Аспирант, ассистент кафедры «Строительство»
 Астраханский государственный технический университет

УЧЕТ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА РАБОТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАМ ЗА ПРЕДЕЛАМИ УПРУГОСТИ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Аннотация:

В данной статье рассматривается метод расчета на сейсмические воздействия, заданные в виде акселерограммы, плоских одноэтажных рам с бесконечно жесткими ригелями и различной жесткостью стоек при работе за пределами упругости. Предлагается приближенный способ построения диаграмм деформирования стоек с учетом продольных сил и дано краткое описание алгоритма расчета. Конечной целью такого расчета является выявление предельного состояния системы при задании внешнего воздействия все более возрастающей силы.

Summary:

In this article the calculation method on the seismic influences set in the form of an akselerogramma, flat one-storey frames with infinitely rigid crossbars and various rigidity of racks during the work outside elasticity is considered. The approximate way of creation of charts of deformation of racks taking into account longitudinal forces is offered and the short description of an algorithm of calculation is given. An ultimate goal of such calculation is identification of a limit condition of system at a task of external influence of more and more increasing force.

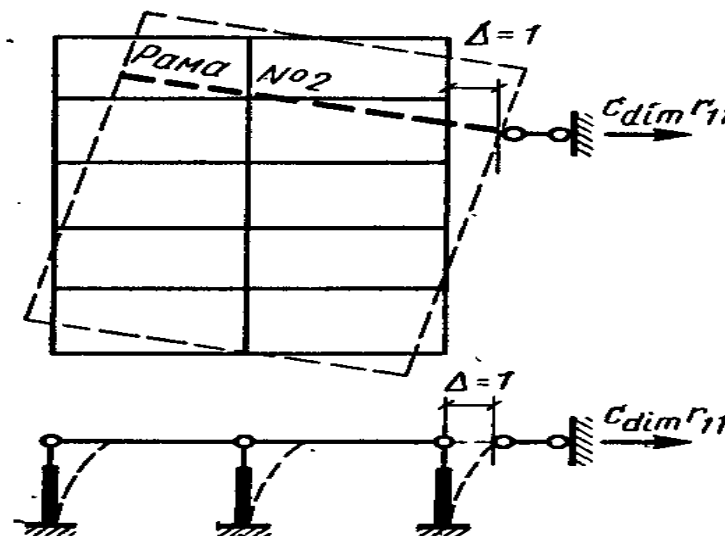


Рисунок 1. Модель одноэтажной рамы

Дифференциальное уравнение движения системы в виде одноэтажной рамы с бесконечно жесткими ригелями (рис. 1) может быть записано:

$$\sum_{j=1}^n Q_j(U) + K_1 \dot{U} + M(\ddot{U} + \ddot{U}_0) = 0; \quad (1)$$

где $Q_j(U)$ – перерезывающая сила в стойках, зависящая нелинейно от горизонтального смещения ригеля U ; $K_1 \dot{U}$ – сила внутреннего линейного

сопротивления; K_1 – коэффициент затухания для железобетона; M – масса, сосредоточенная на уровне ригеля; \ddot{U}_0 – ускорение основания, принимаемое по акселерограмме.

Уравнение (1) можно представить в виде конечных разностей [4]:

$$\sum_{j=1}^n Q_j(U) + K_1 \frac{U^{k+1} - U^{k-1}}{\Delta t} + m \left(\frac{U^{k+1} - 2U^k + U^{k-1}}{\Delta t^2} \right) \ddot{U}_0^k = 0; \quad (2)$$

или

$$U^{k+1} = \left(\frac{4m}{2m+k_1\Delta t}\right)U^k - \left(\frac{2m-k_1\Delta t}{2m+k_1\Delta t}\right)U^{k-1} - \left(\frac{2m}{2m+k_1\Delta t}\right)\ddot{U}_0^k - \left(\frac{2\Delta t^2}{2m+k_1\Delta t}\right)\sum_{j=1}^n Q_j(U_k); \quad (3)$$

где U^{k+1} ; U^k ; U^{k-1} - значения перемещения на « $k+1$ », « k », « $k-1$ » этапах интегрирования; $|\Delta t|$ - шаг интегрирования; \ddot{U}_0^k - ордината из акселерограммы в « k » - м этапе интегрирования.

Численное интегрирование уравнения (3) осуществляется при начальных условиях: $t = 0$; $U^0 = 0$; $\dot{U}^0 = 0$, что равносильно:

$$U = 0; \dot{U} = 0 \quad (4)$$

Диаграммы деформирования, обычно принимаемые в исследованиях [1,2] «перемещение - восстанавливающая сила» ($Q = f(U)$), несмотря на их преимущества, не отражают действительного поведения железобетонных систем при работе за пределами упругости. В этой связи предполагается приближенный способ построения функции $Q = \sum_{j=1}^n Q_j(U)$ с учетом продольных сил.

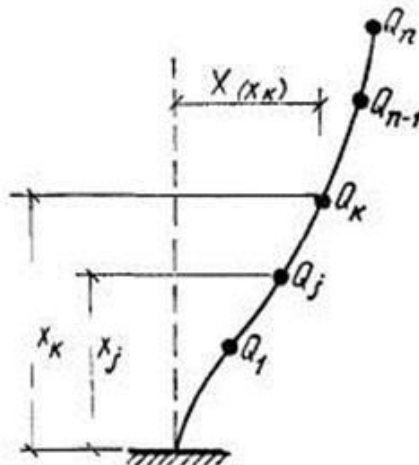


Рисунок 2. Схема деформации j-й стойки

Из условия равновесия $\sum_{j=1}^n M_j = 0$ стоек (рис. 2) в деформированном состоянии запишем:

$$\sum_{j=1}^n Q_j = \frac{1}{H} (2 \sum_{j=1}^n M_j - \sum_{j=1}^n N_j U), \quad (5)$$

где Q_j - перерезывающая сила в защемлении -й стойки; M_j - изгибающий момент в защемлении j-й стойки. В уравнении (5) подлежит определению $\sum_{j=1}^n M_j$. Введем следующие допущения:

1. Для деформаций справедлива гипотеза плоских сечений.
2. Перемещения считаются малыми.
3. Нормальные компоненты деформаций по поперечному сечению учитываются от изгиба и продольной силы, которая остается постоянной в процессе деформации. Деформации сдвига не учитываются ($\frac{h}{H} \gg 5$).

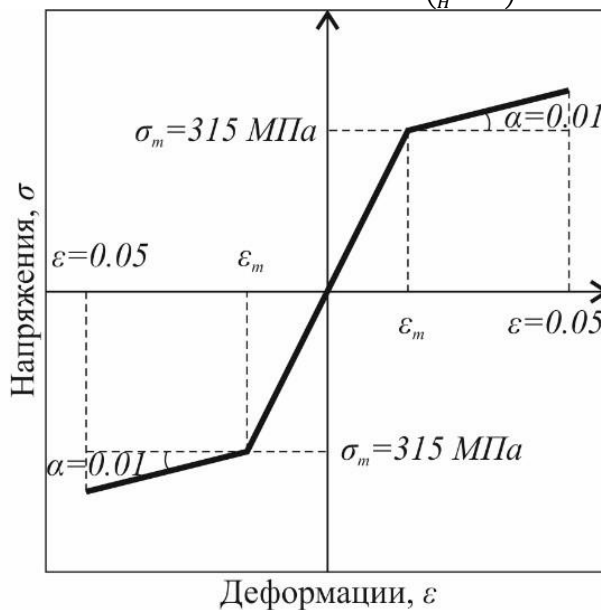


Рисунок 3. Диаграмма деформирования

4. Зависимость напряжений от деформаций для бетона и арматуры подчинена диаграммам, которые представлены на (рис.3). Для бетона данная

зависимость учитывает только его работу на сжатие и, принимая во внимание динамический характер

нагрузки, приближенно взята в виде прямой с угловым коэффициентом, соответствующим начальному модулю деформации.

С целью дальнейшего упрощения, выражение для прогибов [3], удовлетворяющее всем граничным условиям при данной схеме деформирования - й стойки (рис.2), может быть приближенно представлено в виде:

$$U_j(z) = -\frac{2U_j}{H^3}z^3 + \frac{3U_j}{H^2}z^2, \quad (6)$$

и тогда кривизна

$$\mathcal{H} = U_j'(z) = -\frac{12U_j}{H^3}z + \frac{6U_j}{H^2}, \quad (7)$$

Кривизна в месте заземления стойки ригелем будет:

При $z = H$

$$\mathcal{H} = -\frac{12U_j}{H^3}H + \frac{6U_j}{H^2} = -\frac{6U_j}{H^3}, \quad (8)$$

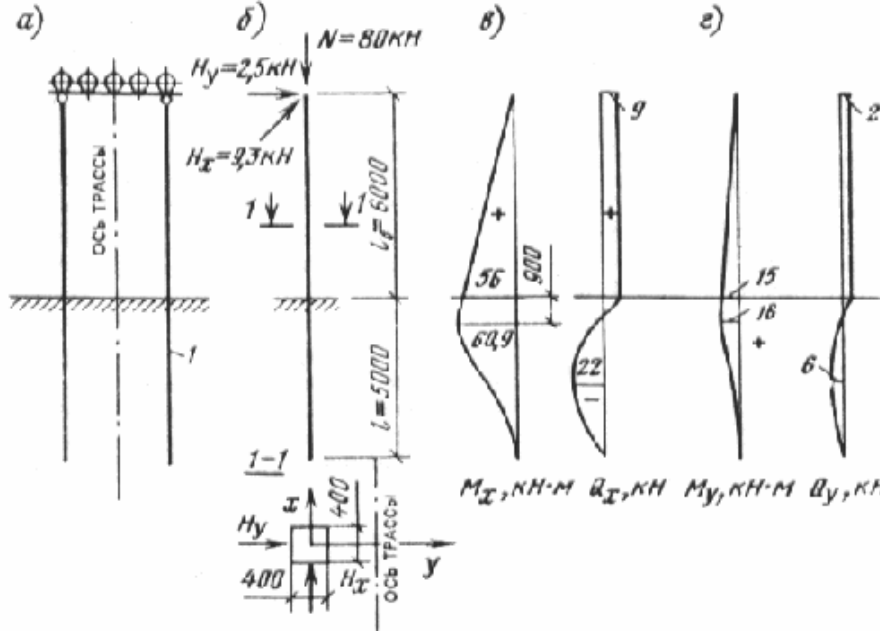


Рисунок 4. Сечение 1-1 стойки

Поперечное сечение стойки в заземлении дано на (рис.4). Оно разбито на полосы du , площадь которых $dF = bdu$.

Из равенства внешних усилий внутренним получим выражения для N_j, M_j :

$$\begin{cases} N_j = \int_{-1}^1 \sigma(\varepsilon_0, \varepsilon_1 y) dF, \\ M_j = \int_{-1}^1 \sigma(\varepsilon_0, \varepsilon_1 y) y dF. \end{cases} \quad (12)$$

Выражение (12) преобразуется с учетом принятых диаграмм деформирования арматуры и бетона к виду, удобному для численного интегрирования. Разделив левую и правую части выражения (12) на $\sigma_t F \delta_p$ и заменяя $\frac{\sigma_n}{\sigma_t} = \lambda, \frac{F a}{F \delta_p} = \mu$, после несложных преобразований получим:

$$\frac{N_j}{\sigma_t F \delta_p} = \frac{2\lambda}{\sigma_t} \int_{-1}^1 \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_n} dn + \sum_{i=1}^n \mu \frac{\sigma_{ij}^a}{\sigma_t}, \quad (13)$$

где $dn = \frac{2dy}{h}$ и, следовательно, $dF = \frac{bh}{2} dn$; σ_t - предел текучести арматуры; σ_n - предел прочности бетона на сжатие.

$F \delta_p = bh$ - с учетом численного интегрирования по методу трапеции в выражении (13) возможна следующая замена:

При наличии N_j и M_j относительное удлинение в данной точке сечения определяется:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \mathcal{H}y, \quad (9)$$

где ε_0 - относительное удлинение оси стойки; $\mathcal{H}y$ - относительное удлинение (укорочение) волокон от поворота сечения.

После ввода безразмерного параметра $\eta = \frac{2y}{n}$; ($-1 \leq \eta \leq 1$), получим

$$\mathcal{H}y = \mathcal{H} \frac{h}{2} \eta \quad (10)$$

или

$$\mathcal{H}y = \varepsilon_1 \eta \quad (11)$$

где ε_1 - удлинение крайних волокон за счет поворота сечения, $\varepsilon_1 = \pm \frac{h}{2} \frac{6U_j}{H^2}$.

$$\int_{-1}^1 \frac{\sigma_{ij}^\delta}{\sigma_n} dn = \Delta n \left\{ \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{ij}^\delta}{\sigma_n} - \frac{\sigma_{oj}^\delta + \sigma_{nj}^\delta}{2\sigma_n} \right\} \quad (14)$$

В результате простых преобразований, разделив левую и правую части выражения (12б) на $\sigma_t W \delta$ (где $W = \frac{bh^2}{6}$), получим:

$$\frac{M_j}{\sigma_t W} = \frac{3}{2} \lambda \int_{-1}^1 \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_n} n \cdot dn + 3\mu \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{ij}^a}{\sigma_t} n_i \quad (15)$$

В выражении (15) возможна замена, аналогично (14):

$$\int_{-1}^1 \frac{\sigma_{ij}^\delta}{\sigma_n} n \cdot dn = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{ij}^\delta}{\sigma_n} n_i - \frac{\sigma_{oj}^\delta n_o + \sigma_{nj}^\delta n_n}{2\sigma_n} \quad (16)$$

Запишем (13) и (15) с учетом (14) и (16) в развернутом виде:

$$\begin{cases} \frac{N_j}{\sigma_t F \delta_p} = \frac{2\lambda}{\sigma_t} \Delta n \left\{ \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{ij}^\delta}{\sigma_n} - \frac{\sigma_{oj}^\delta + \sigma_{nj}^\delta}{2\sigma_n} \right\} + \sum_{i=1}^n \mu \frac{\sigma_{ij}^a}{\sigma_t} \\ \frac{M_j}{\sigma_t W} = \frac{3}{2} \lambda \left\{ \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_n} n_i - \frac{\sigma_{oj}^\delta n_o + \sigma_{nj}^\delta n_n}{2\sigma_n} \right\} + 3\mu \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{ij}^a}{\sigma_t} n_i \end{cases} \quad (17)$$

Система уравнений (17), в которой по мере нагрузки или разгрузки тех или иных волокон будут изменяться отдельные члены, решается следующим методом. При известном значении перемещения ригеля в предшествующем этапе интегрирования [3], вычисляется кривизна по (8) и ε_1 , а затем

путем решения уравнения (17а) методом последовательных приближений с учетом (9) исходим удлинение оси ε_0 . Из уравнения (17б) при известных ε_1 и ε_0 находим M и $\sum_{i=1}^n Q_j$ по (5). Используя уравнение (3), находим перемещение на последующем этапе. В качестве первого приближения для решения данной задачи удобно приняты:

$$\varepsilon_{01} = \frac{N}{E_a F_a + E_\delta F_\delta}; \mathcal{H}_1 = 0 \quad (18)$$

Для данной i -й стойки величины σ_{ij}^a / σ_t в выражениях (17а) и (17б), согласно диаграммы деформирования (рис.3), подчинены следующим логическим условиям:

$$\frac{\sigma_{ij}^k}{\sigma_t} = \frac{\sigma_{ij}^{k-1}}{\sigma_t} + \frac{\Delta \varepsilon_{ij}^k}{\varepsilon_t} \quad (19)$$

и если $\left| \frac{\sigma_{ij}^k}{\sigma_t} \right| \geq 1$, то

$$\frac{\sigma_{ij}^k}{\sigma_t} = \text{Sign} \frac{\sigma_{ij}^k}{\sigma_t} \quad (20)$$

В случае $\left| \frac{\sigma_{ij}^k}{\sigma_t} \right| \leq 1$, то $\frac{\sigma_{ij}^k}{\sigma_t} = \frac{\sigma_{ij}^{k-1}}{\sigma_t}$, где индексы «к» и «к-1» обозначают этапы интегрирования. Для бетона величины $\frac{\sigma_{ij}}{\sigma_n}$ будут иметь пределы $0 \geq \frac{\sigma_{ij}^{k-1}}{\sigma_t} \geq -1$. При достижении во всех сжатых слоях бетона $\frac{\sigma_{ij}}{\sigma_n} \geq -1$ наступит разрушение сечения.

Совокупность напряжений в слоях бетона и арматуры образуют матрицу напряженного состояния, которая заполняет массив ячеек ЭЦВМ и перерабатывается в каждом этапе интегрирования. Процесс вычисления заканчивается при достижении критерия предельного состояния системы. В качестве критерия предельного состояния принято перемещение ригеля:

$$U^{\text{пред}} = \sum_{j=1}^n \frac{2M_j^{\text{пред}}}{N_j} \quad (21)$$

Восстанавливающая сила системы $Q = \sum_{j=1}^n Q_j(U)$, начиная с определенного значения перемещения ригеля, будет нелинейной и ее характер учитывается автоматически при реализации алгоритма.

Рассмотренный приближенный способ учета физической нелинейности позволяет проследить поведение системы вплоть до разрушения.

Распространение этого способа на системы со многими степенями свободы не вызывает принципиальных затруднений.

Список литературы:

1. Мкртычев О.В., Джинчвелашвили Г.А. Проблемы учета нелинейностей в теории сейсмостойкости (гипотезы и заблуждения) // Москва: МГСУ, 2012. (Библиотека научных разработок и проектов МГСУ). - 192 с.
2. Джинчвелашвили Г.А., Булушев С.В., Колесников А.В. Нелинейный статический метод анализа сейсмостойкости зданий и сооружений // Журнал «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». 2016, № 5, С. 39-47.
3. Толушов С. А., Немова Е. Ю., Загарина М. С. Проблемы проектирования сейсмостойких зданий // Молодой ученый. — 2015. — №11. — С. 450-452. — URL <https://moluch.ru/archive/91/19806/>
4. Мкртычев О.В., Джинчвелашвили Г.А. Оценка работы зданий и сооружений за пределами упругости при сейсмических воздействиях // XXI Russian-Slovak-Polish Seminar, "Theoretical Foundation of Civil Engineering", Moscow-Archangelsk 03.07 – 06.07.2012. - pp. 177 – 186.

Gorbunova L. N.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department
of Electric Power Engineering and Electrical Engineering
Far Eastern State Agrarian University*

Marmus T.N.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department
of Electric Power Engineering and Electrical Engineering
Far Eastern State Agrarian University*

Горбунова Людмила Николаевна

*кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры электроэнергетики и электротехники
Дальневосточный государственный аграрный университет*

Мармус Татьяна Николаевна,

*кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры электроэнергетики и электротехники
Дальневосточный государственный аграрный университет*

IMPROVEMENT OF DIAGNOSTICS OF TECHNICAL CONDITION OF ENGINES IN AGRICULTURE OF THE AMUR REGION

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ В АПК АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Abstract: the article deals with the questions of the origin and development of defects in asynchronous motors, methods of diagnosing emerging defects. Based on the diagnosis, the optimal mode of operation of the unit

in the conditions of a malfunction and the technology of defect elimination and restoration of the unit performance were revealed.

Key words: electric motor, diagnostics, vibrations, pulsation, moment of electromagnetic forces.

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы зарождения и развития дефектов в асинхронных двигателях, методы диагностирования зарождающихся дефектов. На основании диагноза выявлен оптимальный режим эксплуатации агрегата в условиях возникшей неисправности и технология устранения дефекта и восстановление работоспособности агрегата.

Ключевые слова: электрический двигатель, диагностирование, вибрации, пульсация, момент электромагнитных сил.

Объектом исследования являются электрические асинхронные электродвигатели (АД), используемые в сельскохозяйственном производстве и перерабатывающей промышленности АПК.

Цель работы – предупреждение развития дефектов в АД и сокращение затрат на восстановление; определение оптимальной технологии восстановления работоспособности агрегата электродвигателем.

Зарождение и развитие дефектов с нарастающим уровнем деградации узла механизма на конечном временном интервале, как правило, сопровождается слабыми изменениями виброакустических процессов, фактически не влияющими на энергетические характеристики вибросигналов, сформированных вынужденным спектром и собственных частот функционирующего механизма.

Отсюда вытекает специфика методов диагностирования зарождающихся дефектов, заключающаяся в использовании способов измерения и обработки виброакустической информации.

Основной задачей вибродиагностики является разделение множество возможных технических состояний агрегата на два – исправных и неисправных.

Следующей задачей является постановка диагноза. На основании диагноза определяется оптимальный режим эксплуатации агрегата в условиях возникшей неисправности и технология устранения дефекта и восстановление работоспособности агрегата. Эффективность раннего диагностирования технического состояния асинхронных двигателей (АД) требует, чтобы параметры контроля были не только информативными, но и легко доступными для измерения. Решению данного вопроса способствовало развитие микропроцессорной и компьютерной техники, разработка на их базе методов и средств контроля, а также анализа технического состояния электродвигателей в сельскохозяйственном производстве, внедрение технологии обслуживания оборудования по «фактическому состоянию».

Суть технологии состоит в том, что обслуживание и ремонт производится в зависимости от реального текущего состояния механизма, контролируемого в процессе эксплуатации каких либо разборок и ревизий на базе контроля и анализа соответствующих параметров. Широкое распространение получили методы контроля, базирующиеся на измерении параметров вибрации. Это обусловлено тем, что вибрационные сигналы несут в себе всю информацию о состоянии механизма и его кинематических связей. При появлении каких - либо

факторов вызывающих отклонения от нормального состояния электродвигателя, наблюдаем реакцию на их воздействие по изменению соответствующих вибрационных параметров, которые в силу своей высокой информативности и чувствительности отражают происходящие с электродвигателем перемены. При этом определяются реальные причины происходящих изменений в каждой конкретной ситуации и принимаются обоснованные решения по их устранению. [1].

Данная технология позволяет сократить эксплуатационные расходы, повысить ресурс и надежность оборудования, однако для ее внедрения необходимо достаточно точное приборное и методическое обеспечение.

Электрические двигателя – самые распространенные привода машин технологического оборудования сельскохозяйственного производства и предназначены для преобразования электрической энергии в механическую энергию вращающегося ротора.

Электродинамические силы, действующие на проводники с током в магнитном поле определяются по формуле

$$F = B \cdot I \cdot l = \mu_0 \cdot H \cdot I \cdot l \quad (1)$$

где I – величина тока в проводнике;

l – длина проводника;

H – напряженность магнитного поля;

B – магнитная индукция магнитного поля;

$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ – магнитная проницаемость воздуха.

В асинхронных трехфазных электродвигателях магнитное поле является круговым вращающимся. Это результирующее магнитное поле образуется наличием трех прямых и обратных волн магнитной индукции. Прямые волны совпадают по фазе и усиливают друг друга так, что магнитная индукция результирующего поля имеет максимальное значение, в 1,5 раза больше амплитуды B_m индукции поля одной фазы [3].

Магнитное поле АД характеризуется двумя угловыми частотами: угловой частотой питающего напряжения $\omega_1 = 2\pi \cdot f$; частотой вращения основной пространственной волны магнитного поля $\Omega_1 = \omega_1/p$, где p - число пар полюсов.

Вращение ротора происходит с угловой частотой

$$\omega_2 = \Omega_1 \cdot (1 - S) = \frac{\omega_1}{p} \cdot (1 - S) \quad (2)$$

где S – скольжение ротора.

Обмотки статора АД распределяются по группам, число которых равно bp , а каждая группа распределяется по q пазам. Число пазов статора скося

пазов составляет $Z_s = 6p - q$. Обмотка ротора АД, как правило, выполняется в виде «беличьей клетки», то есть в виде коротко замкнутых стержней, соединенных по торцам токопроводящими кольцами.

Магнитное поле статора, кроме основной гармоники с частотой питающей сети и пространственным порядком p содержит ряд высших пространственных гармоник, а магнитное поле ротора, кроме основной гармоники, так же содержит ряд высших гармоник.

Магнитная проводимость воздушного зазора из-за зубчатости статора и ротора имеют переменную составляющую, которая является суммой неподвижных высших гармоник статора и вращающихся высших гармоник ротора. Сумма магнитных полей ротора и статора с большим количеством гармоник магнитного поля разной частоты и пространственного порядка является источником электромагнитных радиальных колебательных сил. Эти магнитные поля, взаимодействуя с токами в обмотке статора и ротора, создают тангенциальные электродинамические постоянные и колебательные моменты сил [4].

Особенностью действия колебательных сил как электромагнитной, так и электродинамической природы является их пространственный волновой характер. В бездефектных АД колебательные силы (радиальные и тангенциальные), действующие на ротор, равны нулю. Тангенциальные электродинамические силы, действующие на статор, тоже равны нулю. Электромагнитные радиальные колебательные силы низких порядков изгибают статор, создавая волну радиальных колебаний удвоенной частоты и удвоенного пространственного порядка [4].

Надежность электромагнитной системы АД зависит от симметрии магнитного поля, определяемой симметрией обмоток, симметрией воздушных зазоров между ротором и статором, равенством магнитодвижущих сил обмоток, а также от состояния крепления элементов машины и изоляции электрических обмоток.

Несимметрия воздушных зазоров в АД приводит к появлению электромагнитных сил между ротором и статором в зоне пониженного зазора, перегружающих подшипники и снижающих их ресурс. В этой же зоне происходит магнитное насыщение зубцов магнитопровода, по которым магнитный поток обходит витки обмотки электродвигателя. Уровень вибрации проявляется на частоте электромагнитных сил и на частоте вращения магнитного поля в зазоре.

Электродинамические силы начинают действовать непосредственно на обмотки, приводя к ускоренному износу изоляции и элементов крепления обмоток в пазах сердечника.

Одним из дефектов электромагнитной силы является эксцентриситет воздушного зазора. Различают в АД статический и динамический эксцентриситеты, которые появляются из-за износа подшипников или деформации статора вследствие ошибок при креплении к фундаменту. Из-за статического

эксцентриситета в зазоре появляются дополнительные составляющие магнитного поля с частотой ω_1 . Наличие динамического эксцентриситета приводит к появлению составляющих поля с частотами $\omega_1 \pm k \cdot \omega_r$. Эксцентриситеты являются источниками радиальных электромагнитных колебательных сил с частотами $2\omega_1$ и ω_r , а их взаимодействие с током ротора и статора дает дополнительные тангенциальные электродинамические силы на участках $2\omega_1$ и $2\omega_1 \pm k \cdot \omega_r$.

Пик боковой полосы на меньшей частоте равен «зеркальному» пику на большей частоте.

Так как магнитное поле и токи в обмотках статора АД имеют переменные составляющие, то возникающие колебательные силы имеют электромагнитную, электродинамическую и магнитострикционную природу [2].

Переменный синусоидальный ток с угловой частотой $\omega_1 = 2\pi \cdot f$ возбуждает магнитное поле в зазоре между ротором и статором с индукцией $B_t = B_m \cdot \cos(\omega t - \varphi)$.

Возникает пара электромагнитных сил, действующих на магнитопровод

$$F(t) = \frac{1}{2\mu_0} B_m^2 \cdot S \cdot \cos^2(\omega t - \varphi) = \frac{B_m^2 \cdot S}{4\mu_0} [1 + \cos 2(\omega t + \varphi)], \quad (3)$$

где $\frac{B_m^2 \cdot S}{4\mu_0} = F_m$ — амплитуда колебательной сети;

Удвоение частоты при переходе от переменного магнитного поля к колебательным силам является основным свойством электромагнитных сил [1].

При синусоидальном изменении магнитной индукции в магнитопроводе асинхронного двигателя магнитострикционная деформация магнитной сети будет иметь удвоенную угловую частоту 2ω , но по величине колебательные перемещения поверхности магнитопровода с частотами $2k\omega$ не значительные ($k = 2, 3, 4, \dots$).

Если в воздушном зазоре АД магнитное поле изменяется с частотой ω_1 , а электрический ток в обмотках имеет частоту ω_2 , то электромагнитная сила (без учета переменного магнитного поля), создаваемая проводником, имеет гармоническую составляющую с частотой $2\omega_1$, а электродинамическая сила — две составляющие с комбинационными частотами $\omega_1 + \omega_2$ и $\omega_1 - \omega_2$.

Величина составляющих вибраций АД зависит как от величин колебательных сил, так и от жесткости колебательной системы. Большими колебательными силами являются электромагнитные, которые действуют между ротором и статором в радиальном направлении, то есть гнут корпус машины в соответствии со сложной пространственной формой магнитного поля. Форма магнитного поля и деформация статора имеет угловую симметрию и характеризуется порядком колебаний, который равен количеству пространственных волн, укладываемых на длине окружности статора АД [5].

При дефектах электромагнитной системы возникает несимметрия магнитного поля в воздушном зазоре, и начинают действовать магнитные силы первого порядка, смещающие ротор относительно статора. Такое смещение приводит к тому, что осевые силы, стремясь вернуть ротор в нейтральное положение, вызывают значительную осевую вибрацию на частоте питающей сети или на частоте вращения ротора в зависимости от типа трения в претястии к осевому смещению. Большинство подшипников АД не предназначено для компенсации осевых усилий и поэтому быстро выходят из строя.

Статический эксцентриситет зазора может привести к росту зубцовых составляющих радиальной вибрации АД, а динамический эксцентриситет - к росту боковых составляющих вибрации.

Ослабление пресовки пакета стали у ротора ведет к увеличению вибрации на частоте действия электромагнитных сил и появлению зубцовой частоты с боковыми полосами, сдвинутыми друг относительно друга на частоту действия электромагнитных сил. Контроль технического состояния электродвигателя проводится при нагрузке не менее 70% от номинальной, так как на холостом ходу можно выявить не все проблемы. Признаком того что диагностируемый дефект имеет электромагнитную причину, является мгновенное исчезновение его признаков в спектре вибрации после отключения электродвигателя от сети.

При электрической несимметрии обмотки ротора АД в ней появляется ток с частотой $S \cdot \omega_1$, имеющей обратное относительно ротора направление вращения. А в обмотке же статора индуцируется ток с частотой $(1 - 2S) \cdot \omega_1$, который взаимодействуя с основным магнитным полем, создает электромагнитный момент, пульсирующий с частотой $2S \cdot \omega_1$ [5].

При динамическом эксцентриситете зазора с насыщением зубцовой зоны происходит уменьшение амплитуды основной волны электромагнитного поля, которое можно рассматривать как амплитудную модуляцию поля с частотами $2k\omega$, где $k = 1, 2, 3, 4, \dots$; $\omega_m = \frac{S \cdot \omega_1}{p}$

При диагностике АД по их вибрации необходимо учитывать особенности влияния несимметрии и нелинейности питающего напряжения, которые приводят к появлению вибраций на частотах, кратных частоте питающего напряжения.

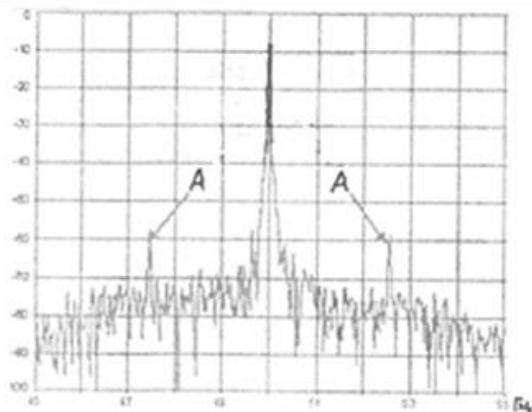
Особенности диагностики АД в составе агрегатов с механизмами различного назначения заключаются в следующем: 1 – необходимо учитывать вибрацию механизма в вибрации электродвигателя; 2 – диагностическая информация о состоянии агрегата может быть получена из анализа пульсации тока приводного электродвигателя.

Пульсации тока электродвигателя несут в себе диагностическую информацию, как о самом электродвигателе, так и о механизмах, в которых нагрузка носит пульсирующий характер.

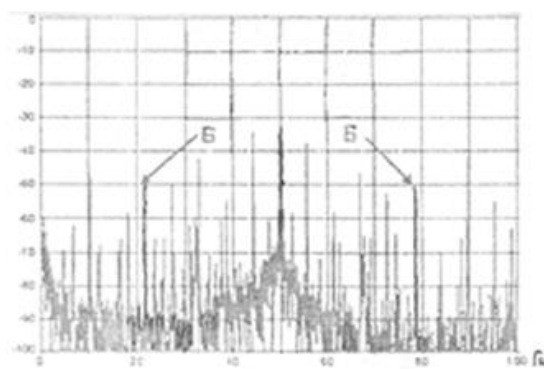
При диагностике электрических агрегатов с приводными электродвигателями сам электродвигатель выступает в роле датчика пульсирующих моментов, которые появляются в агрегате при различных дефектах, таких как несоосность валов электродвигателя и рабочего механизма, повреждение ротора, дефекты ременной передачи и т.д.

Физический принцип, положенный в основу работы диагностического комплекса, заключается в том, что любые возмущения в работе электрической или механической части электропривода приводят к изменениям магнитного потока в зазоре АД и, как следствие, к его амплитудной модуляции, параметры которой определяются по спектру тока, потребляемого электродвигателем. Наличие в спектре тока АД характерных частот определенной величины свидетельствует о наличии повреждений электрической или механической части электродвигателя и связанного с ним механического устройства.

Повреждение ротора электродвигателя (обрыв стержней, скрытые дефекты литья, ослабление крепления стержней к контактными кольцам). Этот вид дефекта обнаруживается по наличию двух симметричных относительно частоты питающей сети пиков (А) в спектре тока (рис.1,а). Несосность валов электродвигателя и механической нагрузки определяется по частотам кратным частоте вращения ротора (В) (рис.1,б).



а)



б)

Рисунок 1 – Характерные частоты спектра тока АД:

а) с дефектом обмотки ротора; б) при наличии несоосности валов двигателя и механической нагрузки.

Дефекты в ременной передаче вентилятора представлены рисунком 2. Этот вид неисправностей определяется по частотам, кратным частоте

биений ремня, определяемой длиной последнего и диаметрами шкивов. Характерные частоты отмечены - (С).

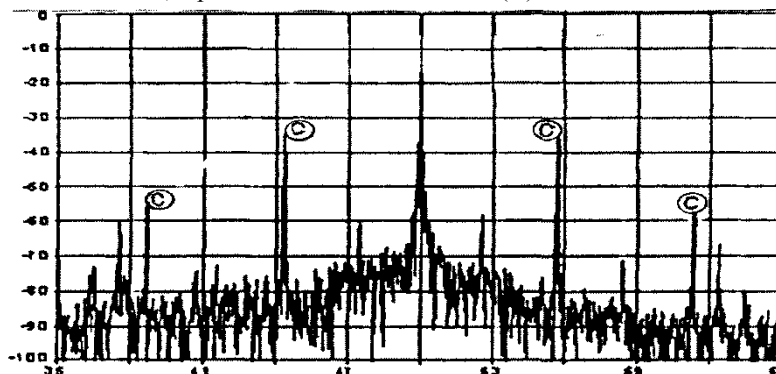


Рисунок 2 – Характерные частоты (С) при наличии дефектов ременной передачи.

При проведении повторных измерений формируется база данных, позволяющая отслеживать динамику развития повреждения во времени, что дает возможность заблаговременно планировать выведение оборудования в ремонт и существенно сократить затраты, связанные с отказами оборудования, так и снять затраты электроэнергии.

Выводы

1. Как правило, диагностирующие дефекты АД определяются при помощи вибродатчиков и с помощью токовых приборов, регистрирующих величину тока в обмотках электрических машин.

2. Диагнозы по этим дефектам проводятся как частные случаи. Причины особенностей спектральной картины описываются по внешним признакам без связи с внутренними физическими процессами в АД.

3. Использование диагностических спектральных вибропараметров электрических машин выявит на ранних стадиях работы дефекты и позволит в дальнейшем разработать свои диагностические правила для анализа дефектов состояния АД по вибропараметрам.

Список литературы

1. Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования [Текст] / Н.А.Баркова, А.А. Борисов, А.А. Борисов – СПб: Северо-Западный учебный центр, 2013. – 152с.
2. Барков А.В. Вибрационная диагностика электротехнических машин в установившихся режимах работы [Текст] / А.В. Барков, Н.А. Баркова, А.А. Борисов – СПб: Северо-Западный учебный центр, 2006. – 36с.
3. Гольдин А.С. Вибрация роторных машин [Текст] / Гольдин А.С. – М.: Машиностроение, 1999. – 344с.
4. Зусман Г.В. Вибродиагностика [Текст] / Г.В. Зусман, А.В. Барков - М.: Издательский дом «Спектр». – 2011– 215с.
5. Неразрушающий контроль. Справочник / Ф.Я. Балицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова и др. Вибродиагностика, - М.: Машиностроение. – 2005, Том 7 – 829с.

Trembovetskyi M. P.

*Head of the Department of Energy efficient technologies
Doctor of Technical Sciences, Associated Professor
State university of Telecommunications*

Zaika V. F.

*Head of the Department of Telecommunication systems and networks
Doctor of Technical Sciences, Associated Professor
State university of Telecommunications*

Zhebka V. V.

*Associate Professor of the Department of Software engineering
PhD in technical sciences
State university of Telecommunications*

Ivanichenko E. V.

*Senior Teacher of the Department of Energy efficient technologies
State university of Telecommunications*

THE EFFECT OF NON-GAUSSIAN INTERFERENCE ON THE QUALITY OF RECEIVING OF DISCRETE MESSAGES AND CHARACTERISTICS OF THEIR SUPPRESSION IN MEMORY CHANNELS

The paper presents the analysis of the models and probability characteristics of the additive interference in communication channels. It showed that the most convenient way for both the approximation of real interference and the synthesis of de-modulation algorithms are the quasi-deterministic models of a phenomenological type for impulse noise and quasi-harmonic ones for concentrated interference. It is shown that at present there is no clear limit between concentrated and impulse interference, and the majority of non-Gaussian interference can be considered as intermediate-type interference, which can be represented as radio pulses with high-frequency coverage. They can be approximated by the models of these types.

Key words: communication channel, non-Gaussian interference, impulse interference, fluctuation interference, concentrated interference, interference prevention.

The problem-setting:

While receiving the discrete messages the indicator of quality is the mean probability of receiving an error symbol. It is difficult to get the general expressions for error probability during reception with complex interference taking into account the variety of interference parameters and their non-Gaussian statistics.

The analysis of current approaches to solve the problem of concentrated and impulse interference suppression showed that in this case linear methods are practically not applied. The effectiveness of non-linear methods fails while changing non-Gaussian characteristics such as amplitude and spectrum length. The implementation of the majority of non-linear processing methods is complicated.

The purpose of the paper

Considering the fact that compensation-evaluation method is mainly used to control the concentrated interference within channels with symbol-to-symbol interference, the aim of the paper is to study one of these methods of suppressing single pulse of concentrated interference in mono channel system and demonstrate that different non-inertial non-linear transformations are the most effective way to suppress non-Gaussian interference while transmitting the discrete messages.

Basic research material

While receiving the discrete messages the quality indicator is the mean probability of receiving an error symbol. It is difficult to get the general expressions for error probability during reception with complex interference taking into account the variety of interference parameters and their non-Gaussian statistics.

In early researches on the assessment of noise stability within channels with complex interference patterns many assumptions were made, for example, idealized models of concentrated interference. Concentrated interference often approximated by Gaussian models and impulse interference were represented by the series of delta-impulses. Later other researches on the evaluation of noise stability within channels with non-Gaussian interference emerged. The most general results in this field were given by Klovsikii D.D. in the research [1], where transmission in multipath radio channels under influence of cumulative interference had been studied. Different researchers [2, 3] developed many methods that allow obtaining approximate formulas for evaluation and calculation of the error probability. They are carefully reviewed [4]. They also state, that, in case of concentrated interference not

only the type of decisive schemes but the base signal is also significant.

To carry out the analysis of interference immunity it is reasonable to compare interference immunity indicators of the reception of the system, which is optimal at the action of fluctuational Gaussian interference and focused interference [5]. To facilitate the analysis of the comparison lets consider the example of a binary system with an active pause (coherent approach) realized either on compatible filters or on the multipliers. Supposedly, the system uses contrary or orthogonal signals, in case of fading, they are distributed according to the Rayleigh law. Differences in realization of such system are not substantial from the point of view of potential interference immunity. Depending on the circumstances of signal distribution and concentration of interference, it is appropriate to discuss the following important separate examples:

- 1) non-fading signal and non-fading interference. This situation is not infrequent when a radio station is located at a short distance;
- 2) non-fading signal and fading interference;
- 3) fading signal and non-fading interference;
- 4) fading signal and fading interference.

The paper presents dependency graphs of an average error probability with values $p \in [0,5; 10^{-5}]$ from the ratio signal-interference h^2 at the absence and action of a single focused interference. At $p = 10^{-4}$ and $F_C T = 2$ energy loss makes around 4 decibel. At reducing p till 10^{-7} this value grows three times. They also show, that interference probability in the circumstances of concentrated interference activity depends not only on h^2 , but also on the index of mutual difference of signal and interference. For signals and interferences with approximately similar spectrums this index can be calculated according to the formula:

$$g^2 = \frac{h_n^2}{h^2}, \quad (1)$$

where h_n^2 - is a ratio of the energy of focused interference to the spectral density of white Gaussian interference.

Apparently, the smaller is the $F_C T$ signal base, the worse is interference immunity of the system at other equal circumstances. Interference immunity gets the maximum in case of 1) comparison with all others. Obviously, the existence of Rayleigh fading in interference is much more undesirable for reception than at the concentrated interference with constant intensity. Systems, using the opposite signals demonstrate higher (though not much) interference immunity than systems

with orthogonal signals. It is true under the circumstances of Gaussian interference action. The situation changes much, if the following equation is true:

$$\rho^2 \frac{h_n^2}{F_c T} \gg 1, \quad (2)$$

where ρ - is a certain invariable that depends on the parameters of signal and interference that is placed in the range $1 \ll \rho \ll F_c T$

In this case the probability of error for systems with orthogonal and opposite signals are the same. However, at the development of this system, it is reasonable to use the system of opposite signals.

When focused interference has quite a big capacity and (1) is true, energy losses for all the cases in this system are intolerably growing. In practice such situations are common. Therefore, the necessity to develop methods to counteract such focused interferences appears.

In the majority of cases the analysis and synthesis of the demodulation algorithms are counted with due regard to toleration that aftereffect is absent in the channel. Unfortunately, it is impossible to build such a channel in practice. The reasons for aftereffect or the channel memory may be described by the nonhomogeneity of the propagation medium, existence of reactional elements, reflections which follow echo-signals. The outcome of the activity of these factors is the channel reflection diffusion in time in comparison to the influence, which in case of transmitting the discrete messages using the sequential procedure leads to overlap of signal elements which correspond to message symbols: inter-symbol interference.

In space-time channels spatial diffusion also appears. That introduces new additional difficulties at demodulation, as additive interferences also act in the channel, they are often non-Gaussian. The search for such methods of demodulation was first accomplished by Nyquist and Shannon. To decrease the effect of the mentioned factors a range of methods is developed to date, based on space, frequency or correlation channel rays diversity. Klovsii D.D. carried out the basic study of the models and research on discrete messages transmission on radio channels with inter-symbol interference [1].

However, the analysis of the majority of methods shows that the emphasis is made on the inter-symbol interference, and white Gaussian interference is considered as an additive model. In practice, when neither central frequency nor the width of the focused interference spectrum is known, application of whitening and barrier filters leads to the total destruction of part of the information. This is applied both to single-channel systems without frequency excessiveness and to multi-channel systems without frequency dubbing.

Evaluation-compensation methods are mainly used in counteracting concentrated interferences in the channels with inter-symbol interference. It is also accepted, that in the analyzing interval only one interferences is in action.

Let us consider, as it is shown in [6], one of these methods of suppressing single impulse of concentrated interference for single-channel system. Supposably, the only thing known about concentrated interference is

that it exists and the indicators of the central frequency and the width of the concentrated interference spectrum $u(t)$ in the mixture $z(t) = s(t) + u(t)$ on the analyzed interval are $[0; 7]$ unknown. As the result of preliminary evaluation, estimated average indicator of interference $\bar{u}(t)$ is foreseen. In the compensatory part of the method it is extracted from the mixture.

$$z_p(t) = z(t) - \bar{u}(t) = s(t) + \varepsilon(t), \quad (3)$$

where $\varepsilon(t) = u(t) - \bar{u}(t)$ is the prediction error. The error at demodulation will be minimal at the condition, that :

$$M\{\varepsilon^2\} < M\{u^2\}, \quad (4)$$

where $M\{\dots\}$ - is mathematical expectation.

In the evaluating part of the predicting method is based on the interference approximated by the actual interval of complex harmonic oscillations with random frequency, phase and amplitude. If the timing is equal for all analyzed intervals then interference parameters are applied on the following interval. In other case the evaluation is done using the recurrence relation

$$\bar{u}_k(t) = u_{k-1}(t) \cos \omega T - \tilde{u}_{k-1}(t) \sin \omega T, \quad (5)$$

where (\sim) denotes the combination of Hilbert.

We assume that parameters of real concentrated interference change in time resulting in extrapolation error. It is important, for example, that the spectrum width of concentrated interference doesn't depend on time. After the calculation of correlation function the mean square deviation ε^2 can be obtained:

$$\varepsilon^2 = M\{(u_k(t) - \tilde{u}_k(t))^2\} = 2B(0) - 2B(T) \cos \omega T - 2\tilde{B}(T) \sin \omega T = 2(B_0(0) - \cos \varphi(t)), \quad (6),$$

where B_0 and φ - : curve and phase of correlation function.

It demonstrates that to obtain (3) it is necessary to follow the inequation (7)

$$B_0(T) > \frac{B_0(0)}{2}. \quad (7)$$

If the interference is introduced by quasi-determined model type (8) then the prediction may be more accurate. It is necessary to take into account the change of concentrated interference module and phase shift that differentiate the preceding formula $\dot{u}_{k-1}(t)$ from $\dot{u}_k(t)$:

$$u_i(t) = a_i(t, \theta_i^{(1)}, \theta_i^{(2)}, \dots, \theta_i^{(M)}), \quad (8)$$

where $a_i(t)$ - certain determined function that characterizes the structure of i - interference on the duration of the elementary periodic signal; $\theta_i^{(M)}$ - random parameters of i -interference with known density distribution or unknown at the time of reception. The examples of such parameters can be the phase, temporary shift relative to the impulse start, etc.

While analyzing the influence of impulse interference current on channel with dispersion, in many cases the total interference is approximated by the model of Gaussian white noise; in this case the demodulation is carried out by the optimal scheme with the most consistent evaluation for example, by the Viterbi algorithm (7). The Klovsii-Mykolaiev algorithm is quite similar to it by its characteristics but is simpler in implementation.

Alternatively, the impulse interference current is represented by the model which is generalization for the channels with dispersion [6]:

$$\dot{i}(t) = \sum_i \sum_k \gamma_{ik} A_{ik} g_i(t - t_{ik}) \exp(-J\varphi_{ik}), \quad (9)$$

where γ_{ik} – input indicator, k – impulse interference of I direction $\gamma = 1$ if the interference occurred, 0 in other case); A_{ik} – amplitude, t_{ik} – moment of impulse occurrence.

The dispersion σ_k^2 k impulse of total additive interference (impulse interference + Gaussian white noise) is calculated with known quantity γ_{ik} depending on demodulator realization the suppression is carried out by adding robust blocks that carry out multiplication by $\hat{\alpha}_k = \frac{1}{\sigma_k^2}$ instead of multiplication we can make rejection of k - count on the input of the decisive scheme. Generally, this method can also be called evaluation-compensation one.

The paper presents only general characteristics of the most common methods of interference suppression in channels with symbol-to-symbol interference. They do not consider the joint action of non-Gaussian impulse and concentrated interference. The state-of-the-art developments in the field of synthesis of adaptive equalizers and methods of channel characteristics equalization allow decreasing the impact of symbol-to-

symbol interference. The findings [7] show that these developments are very effective, especially in the cases of minor symbol-to-symbol interference. After the compensation of symbol-to-symbol interference, separate interference suppression can be achieved.

Literature:

1. Кловский Д.Д. Передача дискретных сообщений по радиоканалам / Д.Д. Кловский. - М.: Радио и связь, 1982. - 304 с.
2. Middleton D. Statistical-Physical Models of Electromagnetic Interference. - IEEE Trans., 1977, v. EMC-19, N 3, pp. 106-127.
3. Bello P.A., Esposito R. A New Method for Calculating Probabilities of Error Due to Impulsive Noise. - IEEE Trans. 1969, v. Com-17, N 3, p.368-378.
4. Коржик В.П. Расчет помехоустойчивости систем связи дискретных сообщений: Справочник / В.П. Коржик, Л.М. Финк, К.П. Щелкунов: Под ред. Л.М. Финка. - М.: Радио и связь, 1981. - 232 с.
5. Сикарев А.А. оптимальный прием дискретных сообщений / А.А.Сикарев, А.И.Фалько. - М.: Связь, 1978. - 328 с.
6. Николаев Б.И. Последовательная передача дискретных сообщений по непрерывным каналам с памятью /Б.И. Николаев. - М.: Радио и связь, 1988. - 264 с.
7. Прокис Дж. Цифровая связь // Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 2000. - 800 с.

Ishmukhametov B.Kh.

Postgraduate of

Ufa State Petroleum Technological University

Ишмухаметов Булат Ханифович

Аспирант Уфимского государственного нефтяного технического университета

SUCKER ROD PUMP FOR WATERED OIL PRODUCTION СКВАЖИННЫЙ ШТАНГОВЫЙ НАСОС ДЛЯ ДОБЫЧИ ОБВОДНЕННОЙ НЕФТИ

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты разработки штангового насоса для добычи обводненной нефти. Показано, что нанесение микро рельефа в форме кольцевых канавок, позволяет увеличить гидравлические сопротивления течению жидкости в кольцевом зазоре.

ABSTRACT

The article presents the results of the development of a sucker-rod pump for the production of watered oil. It is shown that the application of the microrelief in the form of annular grooves, allows increasing hydraulic resistance to the flow of liquid in the annular gap.

Ключевые слова: штанговый насос, плунжерная пара, регулярный микро рельеф, подача насоса, утечки в зазоре, канавки, добыча нефти.

Key words: sucker rod pump, plunger pair, regular microrelief, pump capacity, gap leakage, groove, oil production.

Утечки жидкости через плунжерную пару в значительной мере влияют на коэффициент подачи штангового насоса. Рост утечек связан с износом плунжерной пары в процессе эксплуатации. При наличии механических примесей процессы износа интенсифицируются, поэтому задача защиты насоса от механических примесей является актуальной.

Патентный анализ конструкций штанговых насосов для добычи обводненной нефти содержащей механические примеси показал, что существует множество конструкций штанговых насосов.

Известен скважинный штанговый насос, содержащий рабочую пару плунжер-цилиндр с установленными в них соответственно нагнетательным и всасывающим клапанами, фильтр механических примесей. Последний связан с приемом насоса и снабжен снизу емкостью предварительного накопления механических примесей. Фильтр представляет собой концентрически расположенные трубы, сообщающие забой скважины с приемом насоса. Емкость предварительного накопления мехпримесей выполнена в виде продолжения внешней трубы фильтра и снабжена подпружиненным клапаном,

установленным в нижней части емкости. Расстояние от насоса до подпружиненного клапана больше, чем расстояние от насоса до интервала перфорации (Патент РФ № 2360145, 2009г.)

Однако, вероятность попадания мехпримесей в полость насоса высока, вследствие высокой скорости течения флюида во внутренней трубе фильтра, а закрытие подпружиненного клапана происходит запаздыванием из-за чрезмерного его открытия.

Известен глубинный штанговый насос для добычи нефти, содержащий цилиндр со всасывающим клапаном, установленный в цилиндре с возможностью возвратно-поступательного движения плунжер с нагнетательным клапаном (Патент РФ №2144623, 2000г.)

Данное устройство предполагает использование плунжера большой длины, что ведет к интенсивному износу скважинного насоса.

Известен скважинный штанговый насос, содержащий цилиндр со всасывающим клапаном, установленный в цилиндре с возможностью возвратно-поступательного движения плунжер с нагнетательным клапаном. На поверхность плунжера перпендикулярно его оси нанесены волнообразные замкнутые канавки и наплывы, распределенные равномерно по длине плунжера с шагом не менее чем полтора диаметра плунжера, причем наплывы имеют высоту не более величины зазора на сторону, предусмотренного классом посадки насоса. Фильтр механических примесей в виде концентрично установленных труб и емкость предварительного накопления механических примесей. (Патент РФ №2365786, 2009г.)

Недостатком данного устройства является, подверженность наплывов быстрому износу из-за их небольшой величины, вследствие этого насечки теряют свое функциональное назначение.

В работе [1] показано, что снижение зазора между плунжером и цилиндром может привести к значительному росту сил трения, что осложняет работу штанговой колонны [2].

В работах [3] и [4] показано, что наличие канавок регулярного микрорельефа увеличивает гидравлические сопротивления в виде канавок.

Задачами, на решение которых было направлено совершенствование конструкции насоса, явля-

лось повышение эффективности защиты скважинного насоса от мехпримесей и долговечности плунжера, снижение утечек в плунжерной паре турбулизацией потока [5,7].

Техническим результатом, достигаемым при использовании данной конструкции насоса, является повышение надежности работы насоса; защита скважинного насоса от мехпримесей путем применения фильтра со сниженной скоростью восходящего потока жидкости, достигаемым увеличением площади поперечного сечения внутренней трубы фильтра по сравнению с площадью поперечного сечения кольцевого пространства фильтра; снижение утечек в плунжерной паре цилиндра насоса турбулизацией потока, создаваемой специальной формой канавок.

На рисунке 1 представлена схема скважинного насоса.

Скважинный штанговый насос содержит цилиндр 1 со всасывающим клапаном 2, установленный в цилиндре 1 с возможностью возвратно-поступательного движения плунжер 3 с нагнетательным клапаном 4, на наружной поверхности плунжера 3 перпендикулярно к оси нанесены замкнутые канавки 5, фильтр 6 механических примесей в виде концентрично установленных труб 7,8 и емкость 9 предварительного накопления, упомянутых механических примесей. Поперечный разрез канавок 5 имеет форму усеченной наклонной плоскостью 10 параболы 11, ось симметрии 12 которой образует острый угол α с осью 13 плунжера 3 в направлении к выкиду 14 насоса, причем, глубина канавок 5 не больше одной двадцатой наружного диаметра плунжера 3, внутренняя площадь поперечного сечения внутренней трубы 7 фильтра 6 больше, чем площадь поперечного сечения между наружным диаметром внутренней трубы 7 и внутренним диаметром наружной концентрично установленной трубы 8, а прием внутренней трубы 7 снабжен круглым диском 15, установленным перпендикулярно к оси насоса на кронштейне 16, длина наружной трубы 8 выполнена так, что диск 15 оказывается внутри этой трубы 8, причем клапан 17 емкости 9 предварительного накопления мехпримесей снабжен ограничителем хода 18 Г-образной формы.

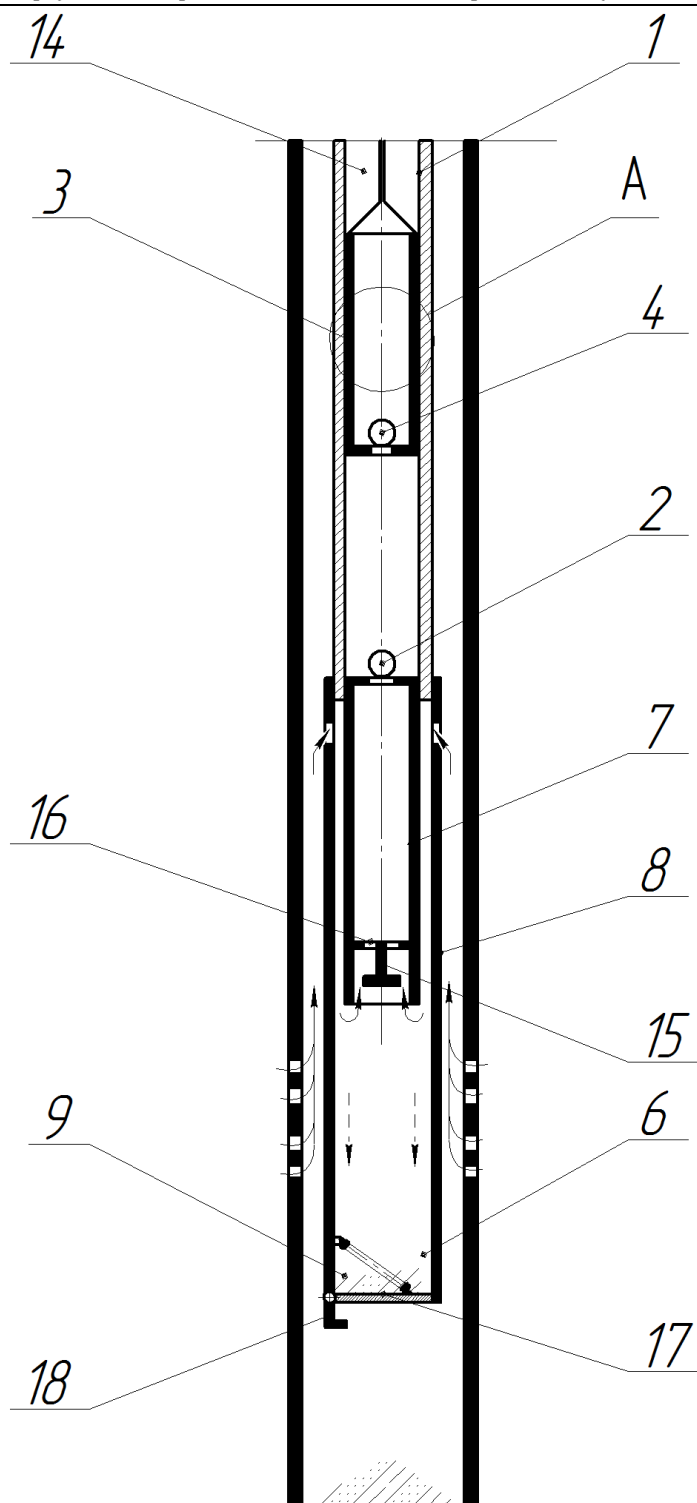


Рисунок 1– Усовершенствованная конструкция штангового насоса

Работа скважинного штангового насоса осуществляется следующим образом. При ходе плунжера 3 вверх всасывающий клапан 2 открывается, нагнетательный клапан 4 закрывается, полость цилиндра 1 под плунжером 3 заполняется нефтью, проходящей через фильтр 6. Причем, происходит улучшение фильтрации за счет снижения восходящего потока нефти, достигаемого увеличением площади поперечного сечения внутренней трубы 7 фильтра 6 по сравнению с площадью поперечного

сечения кольцевого пространства фильтра 6, образованного наружным диаметром внутренней трубы 7 и внутренним диаметром наружной концентрично установленной трубы 8. В процессе отсеивания мехпримесей происходит их отражение от круглого диска 15, установленного на кронштейне, что дополнительно защищает рабочие органы насоса и позволяет мехпримесям осажаться в емкости 9 предварительного накопления, при заполнении которой, открывается клапан 17 и происходит сброс упомянутых мехпримесей. Ограничитель

хода 18 Г-образной формы предохраняет от чрезмерного открытия и позволяет вернуться клапану 17 в рабочее состояние.

На Рисунок 2– Канавки на поверхности плунжера представлен увеличенный фрагмент схемы.

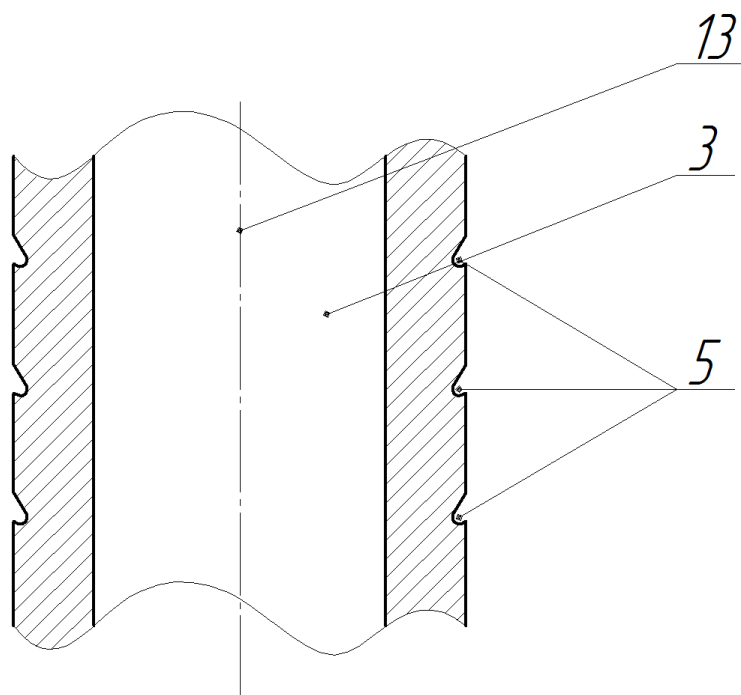


Рисунок 2– Канавки на поверхности плунжера

Плунжер 3 движется вниз, всасывающий клапан 2 закрывается, нагнетательный клапан 4 открывается и нефть из пространства под плунжером 3 попадает в насосно-компрессорные трубы (на схеме не обозначены), соединенные с цилиндром 1.

Канавки 5, поперечный разрез которых имеет форму усеченной наклонной плоскостью 10 параболы 11, ось симметрии 12 которой образует острый угол α с осью 13 плунжера 3 в направлении к выкиду 14 насоса, а глубина канавок 5 не больше одной двадцатой наружного диаметра плунжера 3 позволяют снизить утечки в плунжерной паре цилиндра насоса турбулизацией потока, создаваемой указанной специальной формой канавок 5. Кроме того, в канавках 5 постоянно удерживается смазка, что позволяет избежать «сухого трения» в плунжерной паре и интенсивного износа.

Таким образом, осуществляется защита скважинного насоса от мехпримесей и снижение утечек в плунжерной паре турбулизацией потока перекачиваемой нефти, тем самым достигается повышение долговечности и производительности насоса.

Список использованных источников:

1. Ямалиев В.У. Оценка силы трения плунжера о цилиндр штангового скважинного насоса при проектировании колонны штанг / В.У. Ямалиев, И.Е. Ишемгузин, Б.М. Латыпов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19. № 1-1. С. 70-75.

2. Ишемгузин И.Е. Определение граничного значения динамического критерия подобия - параметра Коши для УСШН / И.Е. Ишемгузин, Б.М. Латыпов, В.В. Репин // Оборудование и технологии нефтегазового комплекса. 2017. №3. С. 60-64.

3. Бахтизин Р.Н. Влияние формы регулярного микрорельефа поверхности плунжера на утечки в штанговом скважинном насосе / Бахтизин, Р.Н., Уразаков К.Р., Латыпов Б.М., Ишмухаметов Б.Х., Нарбутовских А.Ю. // Нефтяное хозяйство. 2017. № 4. С. 113-116.

4. Бахтизин Р.Н. Утечки жидкости в штанговом насосе с регулярным микрорельефом на поверхности плунжера / Бахтизин Р.Н., Уразаков К.Р., Латыпов Б.М., Ишмухаметов Б.Х. // Нефтегазовое дело. 2016. Т. 14. № 4. С. 33-39.

5. Патент РФ 2016132028, 03.08.2016 Уразаков К.Р., Бахтизин Р. Н. Латыпов Б. М., Ишмухаметов Б. Х. Скважинный штанговый насос // Патент России №2624939. 2016

6. Смольников С.В., Топольников А.С., Уразаков К.Р., Бахтизин Р.Н. Методы защиты насосного оборудования для добычи нефти от механических примесей. -Уфа, «Нефтегазовое дело», 2010, 41с.

7. Уразаков К.Р. Механизированная добыча нефти (Сборник изобретений), Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2010,-329 с.

STANDARDIZATION OF INTELLECTUAL LOCAL POWER SYSTEMS FUNCTIONING AT THEIR INTEGRATION INTO SYSTEMS OF CENTRALIZED POWER SUPPLY IN UKRAINE
СТАНДАРТИЗАЦІЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЛОКАЛЬНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ ПРИ ЇХ ІНТЕГРАЦІЇ В СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ПИТАННЯ В УКРАЇНІ

Summary: Development of power generation industry set the problem of gradual transition from traditional technologies that expect use of electric networks centralized generating to basically new solution that is directed to wide application of distributed energy sources and active networks able to provide services on transfer, keeping and transformation of electrical power. Active electric systems are able to adapt quickly to variable needs of interested parties – owners, consumers, vendors. They are considered to be the key element of infrastructure of the future “intellectual” power systems. At present all the aspects of creating “intellectual” power systems are viewed within the Smart Grid concept, the most known and popular concept for electric networks modernization.

Key words: local power systems, standard, distributed energy sources.

Аннотация: Развитие энергетики поставило вопрос о постепенном переходе от традиционных технологий, предусматривающих использование централизованного генерирования электрических сетей, к принципиально новому решению, которое ориентировано на широкое применение рассредоточенных источников энергии, и активных сетей, которые способны оказывать услуги по передаче, хранению и преобразованию электрической энергии. Активные электрические сети способны быстро адаптироваться к меняющимся потребностям заинтересованных сторон - собственников, потребителей, продавцов. Они рассматриваются как ключевой элемент инфраструктуры «умных» энергосистем будущего. На сегодняшний день все аспекты создания подобных «умных» энергосистем рассматриваются в концепции Smart Grid, наиболее известной концепции электрических сетей.

Ключевые слова: локальная энергосистема, стандарт, рассредоточенные источники энергии.

Problem formulation. Today many world countries has a set of Smart Grid standards for means of relay protection, control and monitoring of main and distributed networks [1-9]. Among them special attention is paid to standards related to connection of renewable energy sources of distributed generation for parallel work with existing electric power systems. These standards are technologically neutral and universal for all types of distributed energy sources (DES) up to 10 MVA and regulate technical specification to electric power systems with renewable sources of generation. Standards include general requirements to DES at normal and emergency modes, requirements to voltage quality indicators, separate and parallel work with electric power system, requirements to connection and synchronization of DES generators, as well as specifications and requirements to design, production, assembling, putting into operation and periodic tests.

The purpose of the article. It is necessary to study the state and prospects of the implementation of intellectual local power systems in their integration into the centralized power supply systems in Ukraine, using the experience of developed countries.

Analysis of recent research and publications. Experts believe [10] that the use of modern management technologies, along with the widespread use of the latest information and communication technologies, will enable the ability to maintain demand and supply in a "smart" power grid at the level of a separate device. Smart grid will allow consumers to consciously participate in the operation of power systems, and also improve the use assets in energy and economic efficiency will increase, the quality of electricity and the stability

of power systems will increase to unauthorized external influences. Finally, the "smart" power systems will develop the new types of products and services, as well as the formation of new markets.

The statement of the main material. There are about hundred standards that relate to Smart Grid. Among them - IEC standards (“Standards for power quality” and “Flicker Standards”), CSA standards (CAN3-C235-83, 107.1/UL1741, C22.2, C.22.3, C22.1), IEEE2030 standards and other.

Standard IEEE2030 provides guidelines in understanding and defining smart grid interoperability of the electric power system with end-use applications and loads. Integration of energy technology and information and communications technology is necessary to achieve seamless operation for electric generation, delivery, and end-use benefits to permit two way power flow with communication and control. Interconnection and intra-facing frameworks and strategies with design definitions are addressed in this standard, providing guidance in expanding the current knowledge base. This expanded knowledge base is needed as a key element in grid architectural designs and operation to promote a more reliable and flexible electric power system [11-12].

In complex with these standards, principles of providing interoperability to power technologies, information technologies with elements of power systems, automation of end users and users loading devices are considered. The main standard that regulates DES connection to parallel work is the standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE 1547) [13]. This document provides a uniform standard for

the interconnection and interoperability of distributed energy resources with electric power systems. It provides requirements relevant to the interconnection and interoperability performance, operation, and testing, and, safety, maintenance and security considerations.

This document provides guidelines for smart grid interoperability. This guide provides a knowledge base addressing terminology, characteristics, functional performance and evaluation criteria, and the application of engineering principles for smart grid interoperability of the electric power system with end-use applications and loads. The guide discusses alternate approaches to good practices for the smart grid. The standard establishes test procedures for electric energy storage equipment and systems for electric power systems (EPS) applications. It is recognized that an electric energy storage equipment or systems can be a single device providing all required functions or an assembly of components, each having limited functions. Components having limited functions shall be tested for those functions in accordance with this standard. Conformance may be established through combination of type, production, and commissioning tests. Additionally, requirements on installation evaluation and periodic tests are included in this standard.

The current standard sets up criteria and requirements for connecting DES with power network. System of IEEE 1547 standards includes a number of documents concerned with different aspects of providing interaction and coherency between distributed resources, integrated to the composition of power systems, and consists of parts:

- IEEE 1547.1 – standard for the general procedure of accordance of connecting RE to a power system.
- IEEE 1547.2 – provides detailed instructions of connection to parallel work.
- IEEE 1547.3 – requirements to information

exchange, DES monitoring and control.

- IEEE 1547.4 – requirements to equipment and its exploitation in separate power systems with RE.
- IEEE 1547.5 – assigned to DES with the power higher than 10 MVA.
- IEEE 1547.6 – practical aspects of connecting DES to distributed grids.

Nowadays the process of connecting to parallel work of DES to Ukraine's power systems does not have any clear branch regulatory guide or standard. That is why growth of DES quantity leads to worsening of technical problems regarding arrangement of their parallel work in power system – providing consistency of operation, quality of electric power, arranging dispatch control, including control of separating DES from power system, synchronizing DES with power system.

Parallel work of DES in power grids is partially regulated by rules of connecting electricity-generating equipment to power grids, approved by regulation of National Energy and Utilities Regulatory Commission dated by 14.12.2005 with changes and attachments dated by 20.09.2007 [14]. The regulation includes just organizational moments of connecting electricity-generating equipment destined for electric power production. So, technical specifications of connecting DES to power systems are regulated by a number of regulatory documents, all-Union State Standards and Ukraine State Standards. With the aim to verify the possibility to use the experience of foreign countries, it is sufficient to compare technical specifications of IEEE 1547 standard, Germany standards [15], project of requirements of connecting DES in Ukraine [16] and acting all-Union State Standard 13109-97 «Quality standard for electric power in the systems of electricity supply of general purpose» [17] that is basic for Ukraine's energetic. Comparative analysis of requirements to quality of electric power according to provided regulatory documents is shown in table 1.1

Table 1.1 – Comparative analysis of electric power quality indicators

Indicator	Specifications according to regulatory document			
	IEEE 1547	All-Union State Standard 13109-97	Project of requirements to connection of DES in Ukraine	Standards in Germany
Frequency deviation	Allowable frequency deviation in DES should not exceed the value from -0.2 to +0.5 GHz in synchronized systems.	Frequency deviation in synchronized systems of power supply should not exceed ± 0.2 GHz; in separate systems of power supply deviation makes up ± 1 GHz.	Frequency should retain between 49.6 (allowable critical decrease of frequency) and 50 GHz (allowable normal increase of frequency).	Frequency should retain between 47.5 (allowable critical decrease of frequency) and 51.5 GHz (allowable normal increase of frequency).
Harmonics	Maximum harmonics component of current makes up 4% for odd harmonics $n \leq 11$.	Value of harmonic component of current is between 0,2 and 6% of $U_{nominal}\%$.	Value of harmonic component of current is between 0.2 and 6% of $U_{nominal}\%$.	Maximal harmonic component of current is between 0.058 – 0.04%, for odd harmonics 0.06 – 0.18.%

Voltage fluctuation	Voltage fluctuation on DES wires in normal working conditions should not exceed value from -12 to +10 %.	Normal allowable voltage fluctuation is $\pm 5\%$. Allowable critical one is $\pm 10\%$.	Normal allowable voltage fluctuation is $\pm 5\%$. Allowable critical one is $\pm 10\%$.	Voltage fluctuation within power grids on DES wires is not more than 2%.
---------------------	--	--	--	--

Conclusions. Comparative analysis shows on appropriateness of solving a complex of tasks on DES functioning optimization in local power systems considering indicators of quality and loss of electric power with further conversion to a single standard. This standard will regulate connection to parallel DES work in Ukraine taking into account the strategy for developing power systems. This will expand opportunities to use DES and users' resources, as well as allow to perform local electric systems functioning optimization taking into consideration improvement of interaction between all system's subjects in real time.

Modern implementation of Smart Grid elements in many countries give the possibility to affirm that technologically such systems create preconditions for highly efficient use of DES for solving both local (maximization of profits from their exploitation) and systemic (increasing of DES functioning quality) tasks.

Literature

1. M. Uslar, S. Rohjans, R. Bleiker, J. González, M. Specht, T. Suding and T. Weidelt. SURVEY OF SMART GRID STANDARDIZATION STUDIES AND RECOMMENDATIONS // Proceedings of 2010 Innovative Smart Grid Technologies Conf. Europe (ISGT Europe), Gothenburg, Oct. 2010.

2. Electric Power Research Institute Tech. Rep. – THE SMART GRID INTEROPERABILITY STANDARDS ROADMAP. – Aug. 2009, [Online]. Available: http://collaborate.nist.gov/twikis-ggrid/pub/SmartGridInterimRoadmap/InterimRoadmapFinal/Report_to_NISTI_August10.pdf

3. Reed, G.F., Philip, P.A., Barchowsky, A., Lippert, C. J., Sparancino, A. – SAMPLE SURVEY OF SMART GRID APPROACHES AND TECHNOLOGY GAP ANALYSIS // Proceedings of 2010 Innovative Smart Grid Technologies Conf. Europe (ISGT Europe), pp. 1-8, Gothenburg, Oct. 2010.

4. IEC standard for Communication networks and systems for power utility automation –Part 90-1: Use of IEC 61850 for the communication between substations, IEC 61850-90-1, 1st ed., 2010.

5. IEC Standard for Instrument Transformers - Part 9: Digital Interface for Instrument Transformers, IEC 61869-9, Part 13: Standalone Merging Unit, IEC 61869-9. – 2012.

6. P. Schaub, J. Haywood, D. Ingram, A. Kenwick, and G. Dusha, "Test and evaluation of non-conventional instrument transformers and sampled value

process bus on Powerlink's transmission network", in Proceedings of 2011 South East Asia Protection and Control Conference (SEAPAC 2011), CIGRE, Doltone House, Sydney, NSW, 2011.

7. IEC standard for Industrial communication networks - High availability automation networks - Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR), IEC 62439-3 Ed.1.0, Feb. – 2010.

8. K. Martin, "Synchrophasor Standards Development – IEEE C37.118 & IEC 61850", in Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii. – 2011.

9. IEEE Approved Draft Standard Profile for Use of IEEE Std. 1588 Precision Time Protocol in Power System Applications, IEEE C37.238, under construction. – 2011

10. Kulik V.V. Optimal control of scattered power sources with asynchronous generators using Smart Grid [Online] / V.V. Kulik, T.E. Magas Yu.V. Malogulko // Scientific papers VNTU. Power engineering and electrical engineering. - 2011. - No. 4. - P. 1-6. Access mode: <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/1404/999>. - ISSN 2307-5376.

11. European Smart Grid, 2011 [Online]. Available: <http://www.smartgrids.eu/>.

12. National Institute of Standards and Technology, Standards Identified for Inclusion in the Smart Grid Interoperability Standards Framework, Release 1.0, Sept. 2009, [Online]. Available: <http://www.nist.gov/smartgrid/standards.html>.

13. IEEE standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems, IEEE 1547. – 2003.

14. Постанова НКРЕ від 14.12.2005 № 1137 / Правила приєднання електроустановок до електричних мереж // . (електронний ресурс). Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0042-06>.

15. Technische Richtlinie Erzeugungsanlagenam Mittelspannungsnetz. Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagenam Mittelspannungsnetz. Ausgabe Juni 2008. BDEW.

16. Requirements for wind and solar photovoltaic power plants of 150 kW capacity for connection to external electrical networks. October 2011. Mercados, EMI.

17. State standard № 13109-97. National Energy and Utilities Regulatory Commission.

THERMODYNAMIC EFFICIENCY OF COMBINED HEAT PUMP SYSTEM OF HEATING AND VENTILATION WITH USE OF HEAT OF VENTILATING EMISSIONS AND WASTEWATER

The efficiency of the combined heat pump system of heating and ventilation is analyzed with the use of the heat of the ventilation and preheated at the expense of the heat of the sewage of the atmospheric air. A theoretical model of this system is developed and a numerical analysis of its thermodynamic efficiency is performed. It is determined that the use of this system allows to reduce the total specific costs of external energy for heating and ventilation in comparison with the system without using the heat of waste water. Graphic dependencies are obtained with the image of optimal operating conditions of the heat pump system.

Keywords: heat pump, combined heating and ventilation system, waste water, total specific costs of external energy.

1. Introduction

Since natural resources are decreasing each year, and the demand for energy, by contrast, does not cease to grow, the problem of their efficient and economical use is relevant worldwide. Therefore, the search for alternative energy sources that can reduce fuel consumption in conventional plants has a long-term perspective.

In non-traditional energy, heat pumps are the most powerful low-power alternate energy sources. Heat pumps using atmospheric air as a lower source have become widely used due to low investment compared to other sources of energy, unlimited availability and accessibility of heat sources. However, their significant drawback is the loss of power and efficiency with lower air temperatures [1].

For many regions, the temperature potential of atmospheric air is not sufficient for the efficient use of the heat pump system for heating purposes during the cold season. At the same time, some manufacturers offer heat pump equipment, which allows normal operation at ambient temperatures to -20°C . However, in these conditions, the transformation factors are usually below the values adopted for an energy efficient system. Therefore, in order to ensure the operation of the heat pump throughout the heating period, it is necessary to increase the air temperature at the inlet to the evaporator at low ambient air temperature.

There are different approaches to solving this problem. The heat pump circuits for water heating and ventilation with the utilization of the heat of ventilation air is one of these approaches [2, 3]. However, in cottages, residential and public buildings, in which the thermal power of the ventilation system is insignificant compared to the heat consumption for heating, the heat pump is not able to provide a load on heating and ventilation due to only the heat of ventilation emissions. Therefore, there is a need for an additional source of heat.

As such heat sources can be used wastewater. As a result of comparatively constant consumption of heat for hot water supply during the year, significant amounts of conventionally clean wastewater of buildings with a temperature of about 32°C are discharged into the sewage system. Therefore, they can be used as an additional stable and conditionally free source of heat.

The authors proposed and analyzed the principle scheme of the combined heat pump system of heating and ventilation using the heat of ventilation and preheated by the heat of sewage of atmospheric air. As a criterion for thermodynamic efficiency, the value of the total specific energy consumption of external energy is chosen, which represents the amount of energy consumed per unit of heat produced to meet the heating and ventilation needs.

2. Thermodynamic analysis of the combined heat pump system of heating and ventilation

In fig. 1 is shown a schematic diagram of the heat pump system of heating and ventilation using the heat of ventilation and preheated by the heat of waste water of atmospheric air. The principle of operation of the scheme: atmospheric air (the main source of heat) with a temperature t_0 and mass flow of G_{at} preheated in the air-water heat exchanger due to the heat of wastewater $Q_{w.w}$ to a temperature t_i . Heated atmospheric air enters the mixing chamber, where it is mixed with ventilation emissions with temperature t_i and mass flow G_{vent} . The resulting mixture of air (t_i, G_{mix}) after the mixing chamber is directed with the help of a fan to the evaporator of the HP, where the air is cooled and at the outlet has a temperature t_e . To compensate heat consumption for heating and ventilation, the heat flow from the compressor of the HP $Q_{heat+vent}$ with the temperature of the coolant t_c at the entrance to the heating and ventilation system is used.

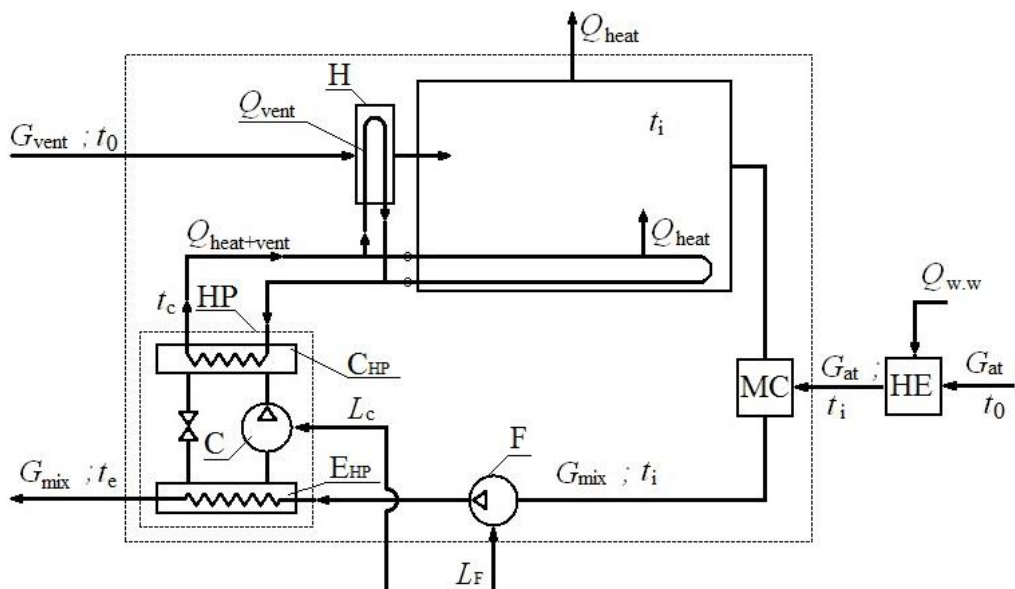


Fig. 1. Principal scheme of the combined heat pump system of low-temperature water heating and ventilation using the heat of the ventilation and heated by the waste water of atmospheric air: HP - heat pump; C_{HP} - condenser of the HP; E_{HP} - evaporator of the HP; C - compressor; F - fan; H - air heater; MC - mixing chamber; HE - heat exchanger on sewage.

The efficiency of the combined heat pump system of low-temperature water heating and ventilation, taking into account the energy consumption for the drive of the compressor of the HP and the fan, which pumps the air mixture through the evaporator of the HP, can be characterized by the amount of specific energy consumption for heating and ventilation, which is the ratio of spent external energy to the amount of heat received to meet the needs of heating and ventilation

$$l_{\text{heat+vent}} = \frac{L_c + L_F}{Q_{\text{heat+vent}}}, \quad (1)$$

where L_c , L_F - power of the compressor drive of the HP and the fan, kW; $Q_{\text{heat+vent}}$ - the heat flow, brought to the room to meet the needs of heating and ventilation, kW.

The work of the compressor drive of the HP in the general case is defined as

$$L_c = \frac{Q_{ev}}{(\varphi - 1)}, \quad (2)$$

where Q_{ev} - thermal load of the evaporator of the HP, kW; φ - coefficient of transformation of heat of the HP.

$$Q_{\text{heat+vent}} = Q_{\text{heat}} + Q_{\text{vent}} = Q_{\text{vent}} (1 + 1/m) = G_{\text{vent}} c_p (t_i - t_0) (1 + 1/m), \quad (5)$$

where m is the ratio of the flow of heat for ventilation to the flow of heat for heating

$$m = Q_{\text{vent}} / Q_{\text{heat}}. \quad (6)$$

The thermal load of the evaporator of the HP in this case is determined by the formula

$$Q_{ev} = G_{\text{mix}} c_p (t_i - t_e), \quad (3)$$

where $G_{\text{mix}} = G_{\text{at}} + G_{\text{vent}}$ - total mass flow rate of atmospheric G_{at} and vent G_{vent} air to evaporator of the HP, kg / s; c_p - isobar heat capacity, kJ / (kg °C); t_i , t_e - the temperature of the air at the inlet and outlet of the evaporator of the HP, respectively, °C.

The energy consumption of the fan drive can be determined by the equation

$$L_F = \frac{G_{\text{mix}} \Delta p}{\rho_a} \frac{1}{\eta}, \quad (4)$$

where ρ_a - air density, kg / m³; Δp - pressure loss in evaporator of the HP, kPa;

$\eta = \eta_f \eta_{dr}$; η_f and η_{dr} - the efficiency of the fan and its drive, respectively. It is accepted that in the optimal mode of operation of the fan $\eta_f = 0,8$, and the efficiency of the drive $\eta_{dr} = 0,95$.

The heat flow, brought to the premises to compensate for the loss of heat for heating and ventilation, is determined by the ratio

This value should be set on the basis of preliminary calculations of heat consumption for heating and ventilation.

The thermal equilibrium of the HP allows to determine the temperature dependence of the mixture of ventilation and heated air at the outlet of the evaporator of the HP t_e from the coefficients k and n .

The coefficient k is the ratio of the flow of heat of wastewater $Q_{w.w}$ to the flow of heat for heating Q_{heat} depending on the ambient temperature and is defined as

$$k = \frac{Q_{w.w}}{Q_{heat}} = k^r \cdot \frac{t_i - t_0^r}{t_i - t_0} = k^r \cdot B, \quad (7)$$

where k^r - ratio of heat fluxes at the rated ambient temperature (in these calculations, this temperature is - 20 °C); t_i - the temperature of the air indoors is 20 °C; t_0 is the temperature of the ambient air.

Coefficient n is the ratio of the mass flow of atmospheric air G_{at} to the total air flow G_{mix} through the evaporator of the HP and has the form

$$n = G_{at} / G_{mix}. \quad (8)$$

Knowing the coefficients m and k , one can determine the proportion of air heated in the heat exchanger on waste water. According to Fig. 1 heat balance of the heat exchanger can be written as follows

$$G_{at} c_p (t_i - t_0) = \frac{k}{m} Q_{vent}. \quad (9)$$

If we divide the left and right sides of equation (9) into G_{mix} and plot the Q_{vent} values, we obtain the following relation

$$\frac{G_{at}}{G_{sum}} = \frac{k}{m} \frac{G_{vent} c_p (t_i - t_0)}{G_{mix} c_p (t_i - t_0)}. \quad (10)$$

Taking into account the equation (8), after a series of mathematical transformations, we obtain an expression for the dependence of the proportion of air heated in the heat exchanger on waste water from the coefficients m and k (neglecting the change in the specific heat)

$$n = \frac{k}{m + k}. \quad (11)$$

Heat transfer transformation coefficient of the HP is defined as

$$\varphi = \varphi_T \eta_{HP}, \quad (12)$$

$$l_{heat+vent} = \frac{G_{mix} c_p (t_i - t_e) / (\varphi - 1) + G_{mix} \Delta p / \rho_a \eta}{G_{vent} c_p (t_i - t_0) (1 + 1/m)}. \quad (15)$$

To obtain the final formula for $l_{heat+vent}$, it is necessary to determine the temperature of the air at the outlet of the evaporator of the HP t_e .

An analytical expression for determining the temperature of the exhaust air at the outlet of the

where η_{HP} is a coefficient that takes into account the real processes carried out by the working body in the HP, which, according to a number of sources, can vary in the range of 0.6 ... 0.8 (in this case $\eta_{HP} = 0.6$) [4, 5]; φ_T - the theoretical coefficient of transformation of a HP.

The heat transfer transformation coefficient of the ideal Carnot cycle φ_T , taking into account the thermal non-convergences in the evaporator and the condenser, is determined by the ratio

$$\varphi_T = \frac{T_c^{HP}}{T_c^{HP} - T_e^{HP}} = \frac{273 + t_c + \Delta t_c}{t_c - t_e + \Delta t_c + \Delta t_e}, \quad (13)$$

where T_e^{HP} - absolute temperature of evaporation

of the refrigerant in the evaporator of a HP, K; T_c^{HP} - absolute temperature of condensation of the refrigerant in the condenser of a HP, K; t_c - temperature of the exhaust air at the outlet of the evaporator of a HP, °C; t_e - water temperature at the outlet of the condenser of a HP, °C; Δt_c - temperature difference between flows of exhaust air and the refrigerant at the outlet of the evaporator of a heat pump, °C; Δt_e - temperature difference between the flows of the refrigerant and the heat-carrier in the heating and ventilation system at the outlet of the condenser of a HP, °C. The literature gives numerical values of temperature differences in a condenser and evaporator for air-to-air heat pumps. According to [4], for a HP condenser, $\Delta t_c = 5$ °C can be taken, $\Delta t_e = 10$ °C for the evaporator.

The temperature of the coolant supplied to the heating system, depending on the temperature of the outside air, is determined by the ratio [6]

$$t_c = t_i + (t_h^r - t_i) \left[\frac{(t_i - t_0)}{(t_i - t_0^r)} \right]^{\frac{1}{(1+n)}}, \quad (14)$$

where t_h^r - the rated temperature of the heating fluid in the heating system at the rated temperature of the atmospheric air; $n = 0$ for low temperature heating systems. The rated temperature of the coolant in the

heating system is taken $t_h^r = 45$ °C.

Taking into account equations (2) - (5), the ratio (1) for determining the total specific energy expenditure for combined heat and power supply heating and ventilation will be as follows

evaporator t_e can be obtained from the heat balance of the heat pump unit

$$Q_{ev} + L_c = Q_c, \quad (16)$$

where Q_c - heat flow, obtained from the condenser of the HP, which is equal to the heat flow for heating and ventilation.

Similarly to equation (5) we define Q_c as

$$Q_c = Q_{\text{heat}} + Q_{\text{vent}} = Q_{\text{heat}} (1 + m). \quad (17)$$

Taking into account equations (2), (3) and (17) the expression (16) takes the form

$$G_{\text{mix}} c_p (t_i - t_e) \frac{\varphi}{\varphi - 1} = Q_{\text{heat}} (1 + m). \quad (18)$$

By solving the relation (18) with respect to t_e , an analytical expression can be written to determine the temperature of the exhaust air mixture at the outlet of the evaporator of the HP

$$t_e = t_i - \frac{Q_{\text{heat}}}{G_{\text{mix}} c_p} (1 + m) \frac{\varphi - 1}{\varphi}. \quad (19)$$

$$t_e = \frac{t_0(1-n)(\varphi-1)(1+m) + t_i \cdot n(\varphi-1)(1+m) + A(\varphi-1)(1+m) / \eta - t_i [\varphi - (1+m)]}{\varphi m}. \quad (22)$$

Taking into account (22), after a series of mathematical transformations, the equation (15) for estimating the total specific energy consumption of

$$l_{\text{heat+vent}} = \frac{1}{(1-n)} \cdot \frac{1}{(1/m+1)} \left[\frac{1}{\varphi-1} \cdot \frac{t_i - t_e}{t_i - t_0} + \frac{A}{\eta} \cdot \frac{1}{(t_i - t_0)} \right]. \quad (23)$$

3. Numerical analysis of the system

Numerical analysis using relations of (6), (8), (11), (12), (14), (22), (23) by the method of successive approximations allows to estimate the influence of changes in the temperature of the environment, the ratio of the flow of heat to ventilation to heat flux for heating and the ratio of the flow of heat to wastewater to the heat flow for heating as the system parameters (the temperature of the mixture of air at the exit from the evaporator of the HP (Figure 2), the coefficient of transformation of the HP (Figure 3)), and on the thermodynamic efficiency of HP application of water heating and ventilation using heat mixture and heated ventilation air (Fig. 4). When choosing a value m this circumstance is taken into account. It is known that the relative cost of heat for the ventilation of residential and office space is about 20 ... 100% of the cost of heat for heating. In this connection, the following values were taken in this analysis $m = 0.2$; 0.5; 0.8 With cost analysis of heat for hot water supply

The complex of values can be obtained from the energy balance of the system as a whole. According to Fig. 1, the energy balance of the combined heat pump heat and ventilation systems can be written as follows

$$L_c + G_{\text{vent}} c_p t_0 + L_F + G_{\text{at}} c_p t_i = Q_{\text{heat}} + G_{\text{mix}} c_p t_e. \quad (20)$$

Then, taking into account (2) - (4) and (8), from equation (20) we obtain the following relation

$$\frac{Q_{\text{heat}}}{G_{\text{mix}} c_p} = (1-n)t_0 + nt_i + \frac{(t_i - t_e)}{\varphi - 1} + A \frac{1}{\eta} - t_e. \quad (21)$$

where, $A = \Delta p / (\rho_a c_p)$ °C is the ratio of the given values.

Substituting equation (21) in expression (19) and following a series of mathematical transformations, we obtain the finite correlation for determining the temperature of the air mixture at the outlet of the evaporator of the HP

the combined heat pump system of heating and ventilation will have the form

and heating coefficient k^t takes the following values: $k^t = 0.2$; 0.3; 0.4 It was also conducted to compare the results provided when using only heat vent emissions, i.e. when $n = 0$. A set value ratio A , which is set for the average real value of HP evaporator aerodynamic resistance as the convective heat exchanger is 0.5.

In fig. 2, a-c are shown the graphical dependences of the temperature of the air mixture at the outlet of the evaporator of the HP on the temperature of the atmospheric air, from which it is evident that the temperature t_e increases with an increase in the coefficients m and k^t . It should also be noted that some temperatures t_e even exceed the corresponding values of ambient temperatures, which indicates an improvement in the conditions of the HP. The temperature of the mixture of air t_e in the investigated scheme is higher than in the original. But with increasing flow of heat for ventilation (at $m > 1$) this effect is reduced.

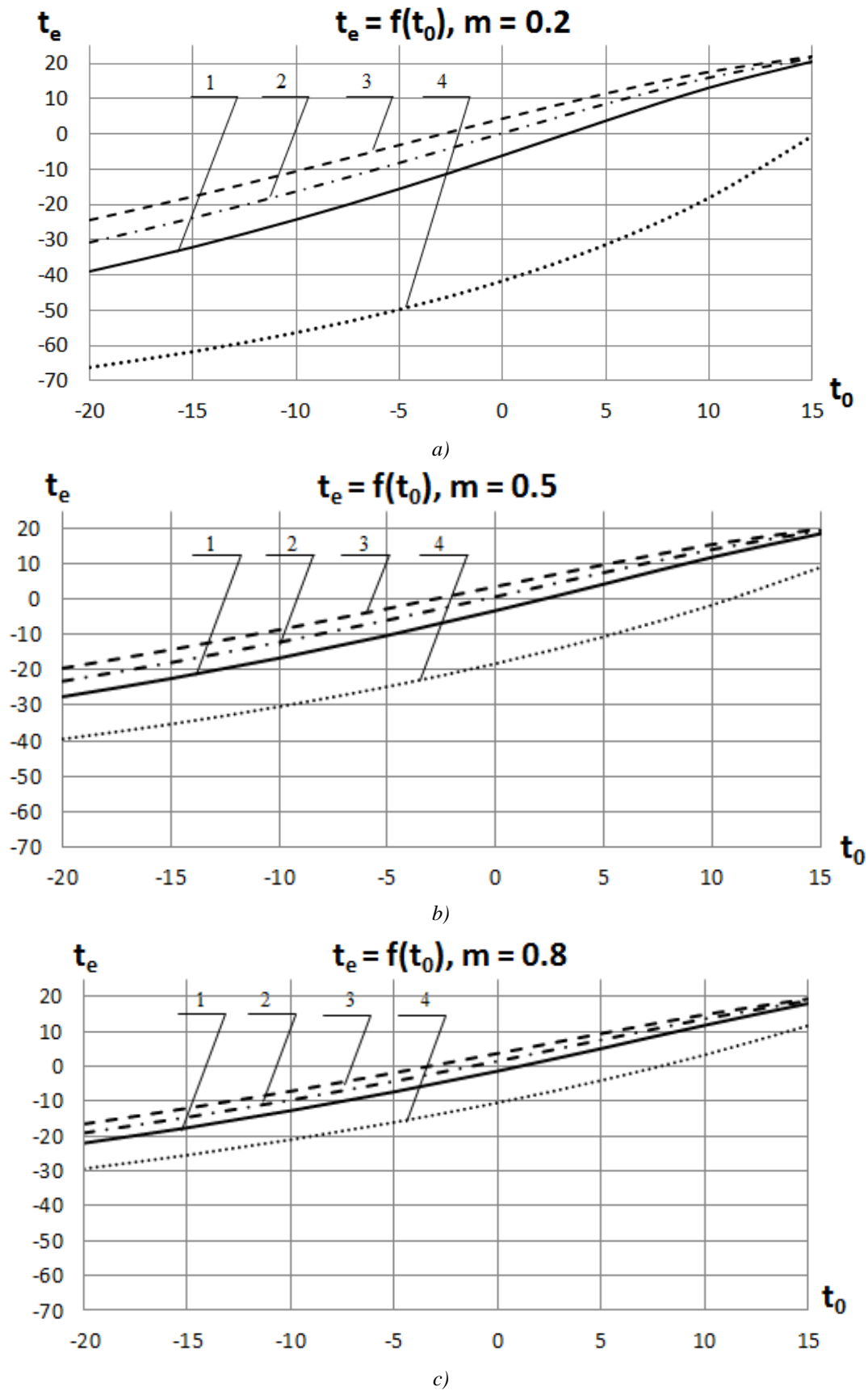


Fig. 2. Dependence of the temperature of the air mixture at the outlet of the evaporator of the HP on the ambient temperature: a), b), c) - $m = 0.2; 0.5; 0.8$ respectively; 1-4 - $k^r = 0.2; 0.3; 0.4; n = 0$.

In fig. 3, a-c are shown the graphical dependences of the transformation coefficient of the HP on the ambient temperature, from which it is evident that

the transformation coefficient φ increases with increasing coefficients m and k^r and the ambient temper-

ature. The value of the transformation coefficient indicates that the heat utilization of the heated air and the ventilation emissions in the heating and ventilation systems are sufficient. It can also be seen that the transformation coefficient in the investigated scheme

is larger compared to the use of only ventilation emissions. The difference between these two cases increases with an increase in the temperature of the environment. But with increasing m , this advantage is reduced.

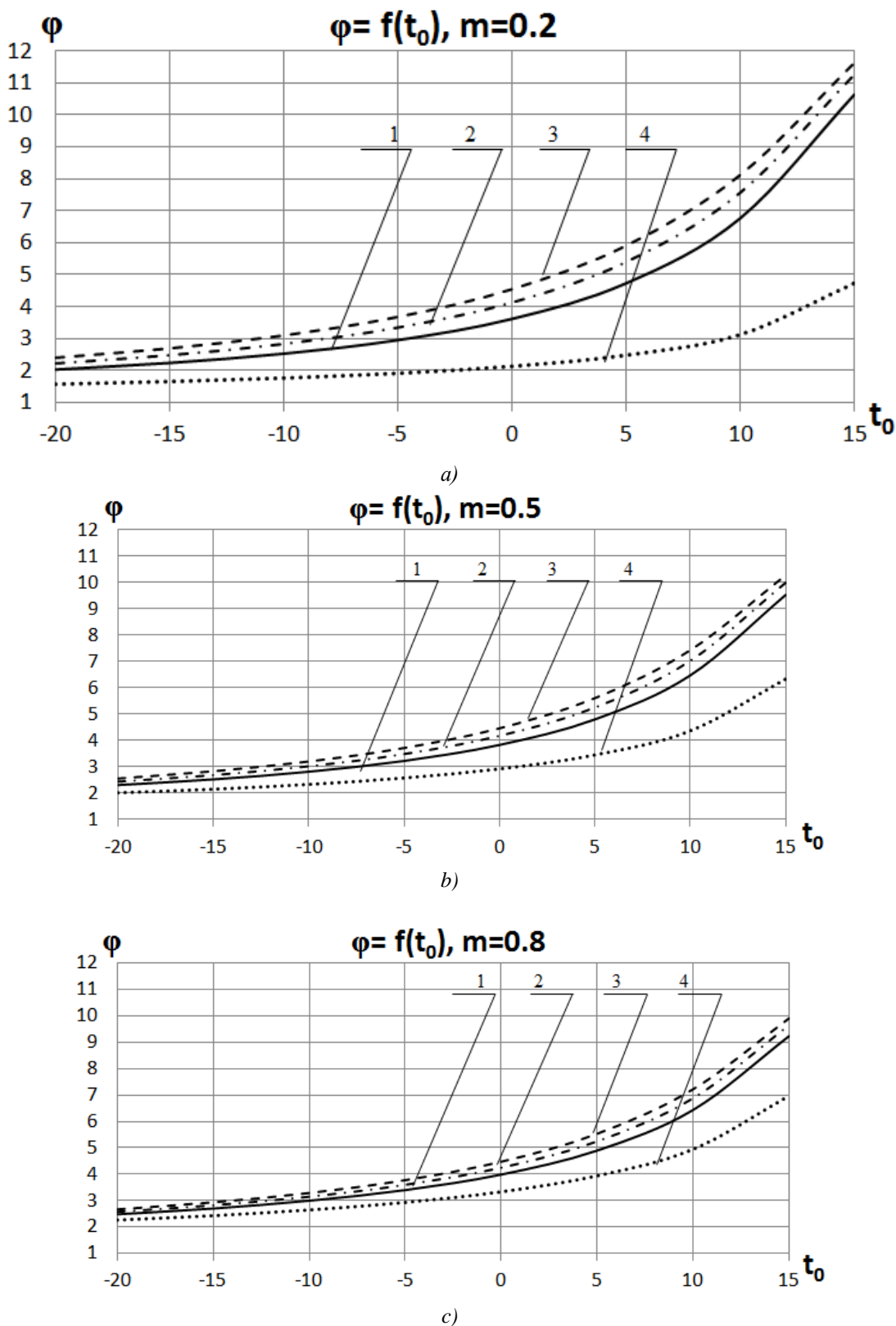
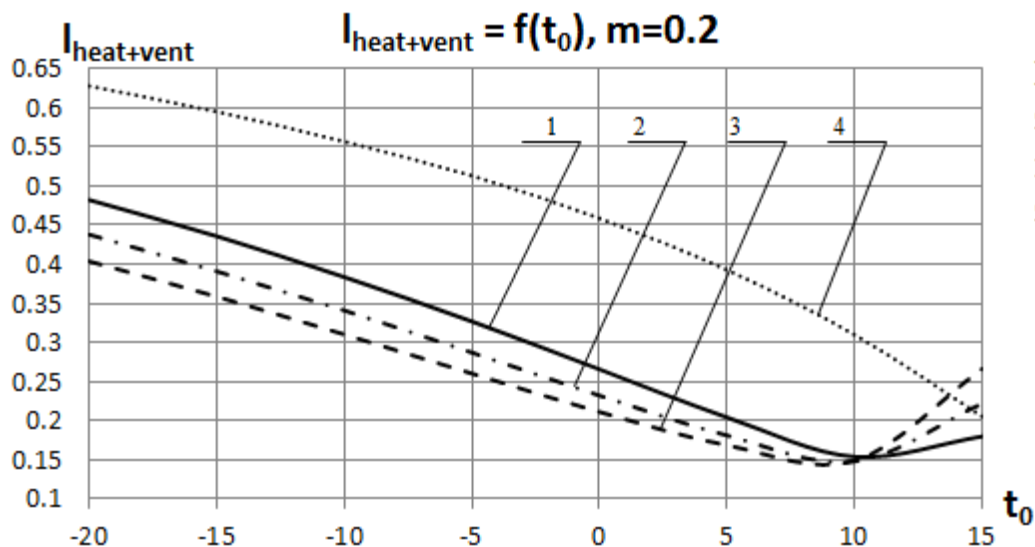


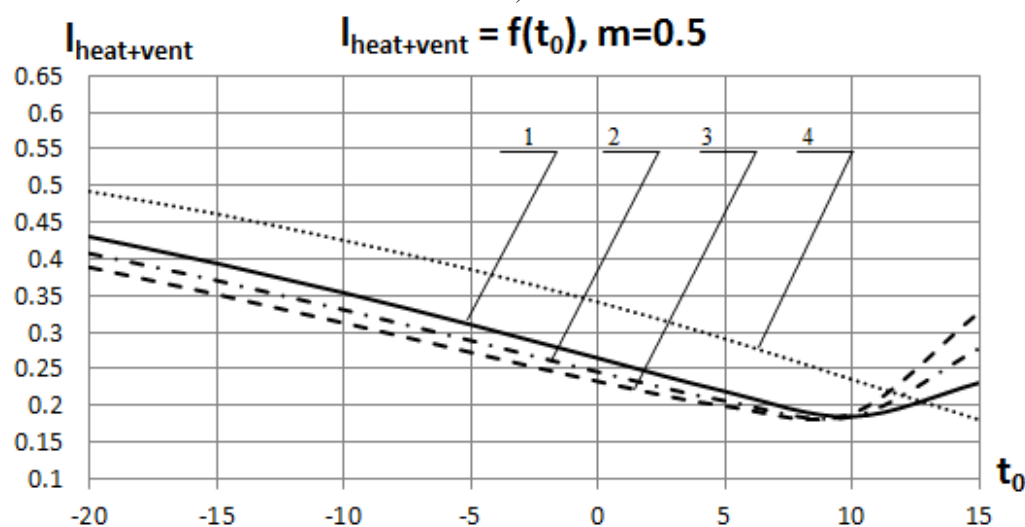
Fig. 3. Dependence of the coefficient of transformation of the HP on ambient temperature: a), b), c) - $m = 0.2; 0.5; 0.8$ respectively; 1-4 - $k' = 0.2; 0.3; 0.4; n = 0$.

On the basis of the numerical analysis of the relation (23) taking into account the obtained values of such parameters as the coefficients n and m , the temperature of the mixture of air at the outlet of the evaporator of the HP and the heat transfer transformation coefficient of the HP, the graphic dependences of the specific energy expenditure on the ambient temperature are plotted (Fig. 4, a-c). It can be seen that specific costs decrease with increasing ambient temperature and with the increase of the coefficients m and k' . The advantage of using the

scheme under study compared with the original decreases with an increase in the value of m , as can be seen in Fig. 4, c. At $m > 1$ this advantage disappears. This indicates that with the further growth of the heat flow to ventilation, the use of warmth of heated air is meaningless, and general needs of heat can be satisfied only at the expense of ventilation emissions. The presence of a minimum indicates the change in the dominant contribution of the compressor and fan, which occurs only with low heat consumption for heating and ventilation (at high temperatures t_0).



a)



b)

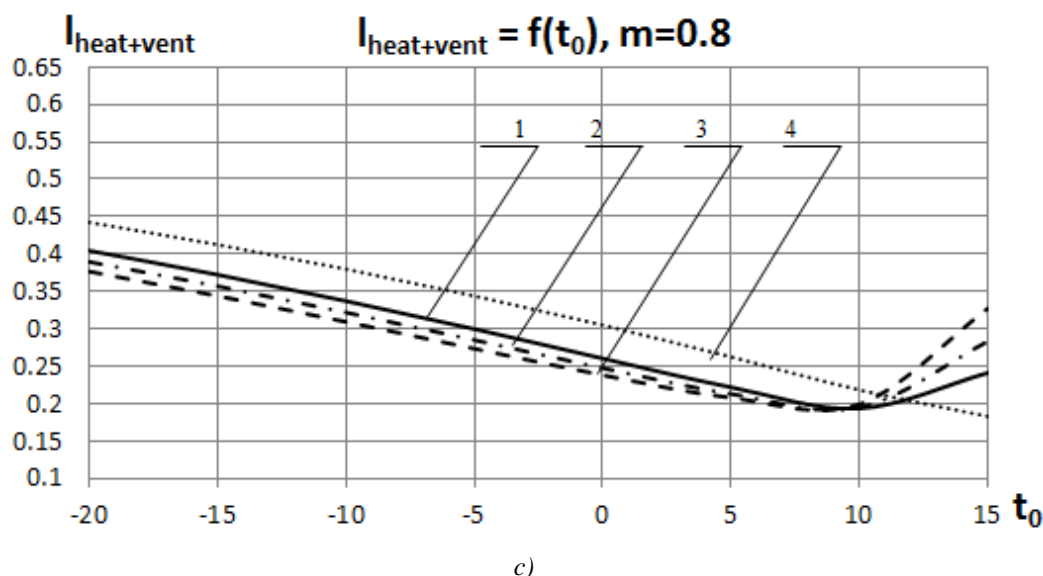


Fig. 4. Dependence of the specific energy consumption of external energy on the ambient temperature: a), b), c) - $m = 0.2; 0.5; 0.8$ respectively; 1-4 - $k^r = 0.2; 0.3; 0.4; n = 0$.

4. Conclusions

1. Combined use of heat of ventilation and heated by the heat of sewage of atmospheric air compared with the use of heat only of ventilation air is more effective. It is also important that this advantage manifests itself to a greater extent at low values of the coefficient m corresponding to the real value of this value for residential and office premises. At $m > 1$ this advantage disappears.

2. Reduction of specific energy consumption in the system under study at low values of the coefficients m and k^r ($m = 0.2$ and $k^r = 0.2$) reaches 24-50% over the whole range of ambient air temperatures ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

3. The efficiency of the heat pump, characterized by the conversion factor (COP), for this combined heat pump system increases throughout the range of temperatures of the outside air, but most significantly in the zone of favorable temperatures.

References

- Gershkovich, V. F. (2009). Features of the design of heating systems of buildings with heat pumps. Kyiv, Ukraine: Ukrainian Academy of Architecture "Energominimum", 60.
- Bezrodny, M. K., Prytula, N.O. (2011). Energy efficiency of the low-temperature water heating and ventilation combined heat pump system. *Naukovi visti NTUU «KPI»*, 1, 19–25.
- Bezrodny, M. K., Prytula, N. O. (2012). Energy efficiency of heat pump heating schemes. Kyiv, Ukraine: NTUU "KPI", 208.
- Morozjuk, T. V. (2006). The theory of chillers and heat pumps. Odessa, Ukraine: Studija «Negociant», 712.
- Steward, F. R. (1984). Optimum arrangement and use of heat pumps in recovery waste heat. *Energy Conversion Mgmt*, Vol. 24, 2, 123–129.

6. Shubin, E. P. (1979). The main issues of cities' heating systems designing. Moscow, USSR: Jener-gija, 359.

Index

- t_0 – temperature of atmospheric air, $^{\circ}\text{C}$;
- G_{at} – mass flow of atmospheric air, kg/s;
- $Q_{w.w}$ – heat of wastewater, kW;
- t_i – the temperature of the air indoors, $^{\circ}\text{C}$;
- G_{vent} – mass flow of ventilation emissions, kg/s;
- G_{mix} – mass flow of resulting mixture of air, kg/s;
- HP – heat pump;
- t_e – temperature of outlet air (after the evaporator of the HP), $^{\circ}\text{C}$;
- $Q_{heat+vent}$ – heat consumption for heating and ventilation, kW;
- t_c – temperature of the coolant at the entrance to the heating and ventilation systems, $^{\circ}\text{C}$;
- C_{HP} – condenser of the HP;
- E_{HP} – evaporator of the HP;
- C – compressor;
- F – fan;
- H – air heater;
- MC – mixing chamber;
- HE – heat exchanger on sewage;
- $I_{heat+vent}$ – the amount of specific energy consumption for heating and ventilation, kW;
- L_c – power of the compressor drive of the HP, kW;
- L_F – power of the fan, kW;
- Q_{ev} – thermal load of the evaporator of the HP, kW;
- ρ_a – air density, kg / m^3 ;
- k^r – ratio of heat fluxes at the rated ambient temperature;
- c_p – isobar heat capacity, $\text{kJ} / (\text{kg } ^{\circ}\text{C})$;

- η_f and η_{dr} – the efficiency of the fan and its drive, respectively;
 - m – the ratio of the flow of heat for ventilation to the flow of heat for heating;
 - n – the ratio of the mass flow of atmospheric air to the total air flow through the evaporator of the HP;
 - η_{HP} – a coefficient that takes into account the real processes carried out by the working body in the HP;
 - φ_T – the theoretical coefficient of transformation of a HP;

- t_c – the temperature of the coolant supplied to the heating system;
 - t_h^r – the rated temperature of the heating fluid in the heating system at the rated temperature of the atmospheric air;
 - Q_c – heat flow, obtained from the condenser of the HP, which is equal to the heat flow for heating and ventilation, kW.

Трембус Ірина Віталіївна

*кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та технології рослинних полімерів,
 Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря
 Сікорського»*

Соколовська Ніна Валеріївна

*аспірант кафедри екології та технології рослинних полімерів,
 Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря
 Сікорського»*

I.V. Trembus

*Ph.D., associate professor department of Ecology and technology of plant polymers, National Technical
 University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

N.V. Sokolovska

*graduate student of Ecology and technology of plant polymers,
 National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ ПШЕНИЧНОЇ СОЛОМИ В СИСТЕМІ $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O}_2$

DELIGNIFICATION OF WHEAT STRAW IN THE SYSTEM $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O}_2$

Анотація. Розглянуто вплив витрат перексиду водню та тривалості процесу делігніфікації пшеничної соломи в середовищі оцтової кислоти на показники якості солом'яної целюлози. Експериментально встановлено раціональні витрати окисника, що забезпечує високий вихід целюлози з низьким вмістом лігніну. Розраховано показники вибіркової видалення лігніну для дослідженого окисного способу делігніфікації стебел пшеничної соломи. Запропоновано лігнін-вуглеводну діаграму делігніфікації рослинної сировини. Визначено ряд, в який розташовуються за ефективністю різні способи делігніфікації пшеничної соломи.

Ключові слова: пшенична солома, окисна делігніфікація, целюлоза, селективність, лігнін-вуглеводна діаграма

Abstract. The influence of hydrogen peroxide and duration of the wheat straw delignification process in acetic acid medium on the quality of pulp with wheat straw quality is considered. Rational consumption of oxidizer is experimentally established that provides high yield of pulp with the low maintenance of a lignin. Indexes of selectivity of extraction of a lignin for the studied oxidizing way of delignification of stalks of wheat straw are calculated. It is offered a lignin - carbohydrate chart of delignification of vegetable raw materials. A row in which various ways of delignification of wheat straw settle down by efficiency is defined.

Key words: wheat straw, oxidizing delignification, pulp, selectivity, lignin -carbohydrate chart

Постановка проблеми. Технологічні і екологічні проблеми при одержанні целюлози потребують нових технічних рішень, включаючи вирішення проблеми сировинної бази. Саме її відсутність є основним бар'єром для збільшення обсягів целюлозно – паперового виробництва. Тому необхідно здійснювати пошук нових і розширити використання вже відомих джерел волокнистої сировини. До таких джерел відносять недеревну рослинну сировину (НДРС) і в першу чергу відходи сільського господарства.

Недеревна рослинна сировина привертає увагу вчених, як сировина для хімічного перероблення так і для одержання технічної целюлози. Основною

перевагою такої сировини є її щорічна відновлюваність і більш низька вартість у порівнянні з деревиною [1].

У зв'язку з введенням у дію більш жорстких вимог до якості стічних вод і газових викидів в атмосферу целюлозно-паперових підприємств, а також у зв'язку з урбанізацією промислових підприємств, виникла необхідність впровадження більш екологічних та ресурсозощадливіх способів делігніфікації рослинної сировини [2]. Серед альтернативних технологій одержання целюлози вченими широко проводяться дослідження органосольвентних способів делігніфікації рослинної сировини. Такі варіанти характеризуються більшою вибірковою дією на лігнін, що дає можливість збільшити

вихід целюлози за рахунок збереження полісахаридів (целюлози і геміцелюлоз) рослинної сировини, можливістю використання простих схем регенерації хімікатів, з меншим екологічним навантаженням на навколишнє середовище [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На заміну традиційним способам делігніфікації рослинної сировини (сульфатному і сульфатному) вченими пропонується використовувати для варіння технічної целюлози такі високоселективні делігніфікуючі реагенти як пероксомурашину (МОК) та пероксооцтову (ПОК) кислоти [4].

Широке використання в якості середовища для проведення процесів делігніфікації таких кислот як оцтова і мурашина обумовлено їх високою здатністю розчиняти лігнін. Застосування цих органічних кислот, забезпечує високий вихід технічної целюлози за рахунок м'яких умов делігніфікації і дозволяє в подальшому виключити використання сполук хлору в процесі вибілювання [5]. Делігніфікація органічними кислотами не призводить до деструкції високомолекулярної складової рослинної сировини. Такі варіння передбачають можливість утилізувати геміцелюлози рослинної сировини і виділяти реакційноздатний лігнін, який легко переробляється в цінні хімічні продукти [4].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Недоліком способів делігніфікації рослинної сировини з використанням надкислот є високі витрати окисника – пероксиду водню, що в значній мірі збільшує собівартість технічної целюлози [5-6]. Тому виникає необхідність розроблення більш економічного способу отримання целюлози, а саме окисної обробки рослинної сировини пероксидом водню в середовищі оцтової кислоти.

Мета роботи. Метою роботи є розробка економічної та екологічно безпечної технології одержання солом'яної целюлози у системі $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O}_2$ та визначення її оптимальних значень технологічних параметрів.

Виклад основного матеріалу.

Умови проведення експерименту. Для проведення досліджень з отриманням солом'яної целюлози використано висушені на повітрі стебла пшеничної соломи (*Triticum vulgare*), які заготов-

лено після закінчення вегетативного періоду. Хімічний склад стебел пшеничної соломи було виконано у відповідності зі стандартними методиками TAPPI [7]. В результаті визначень одержано наступний хімічний склад досліджуваної рослинної сировини: вміст целюлози – 50,1 %; лігніну – 21,6 %; смол, жирів та восків (СЖВ) – 2,2 %; пентозанів – 26,7 %; розчинність у воді – 10,1 %; розчинність у 1 % розчині NaOH – 28,5 %; золи – 6,6 %.

Окисне варіння проводили варильним розчином, який містив льодяну оцтову кислоту та воду за співвідношення $\text{CH}_3\text{COOH} : \text{H}_2\text{O} = 75 : 25$ об'ємних % з додаванням пероксиду водню за різних його витрат, а саме від 5 до 60 %, за концентрації $\text{H}_2\text{O}_2 = 50$ %. Процес делігніфікації проводили за температури 90 ± 2 °С, тривалості 60 – 180 хв., гідромодуля 10:1. Варіння пероксооцтовою кислотою проводили за аналогічних технологічних параметрів та концентрації надкислоти 10,8 %.

Для збереження витрат варильного розчину процес делігніфікації проводили в термостійких колбах зєднаних зі зворотніми холодильниками. В колби завантажували попередньо подрібнену і зважену на технічних вагах січку соломи. Щоб забезпечити процес варіння, колби були з'єднані зі зворотніми холодильниками. Після закінчення процесу варіння целюлозу промивали водою та сушили. Показники якості солом'яної целюлози визначали у відповідності до стандартних методик TAPPI [7].

Аналіз отриманих результатів. З метою визначення раціональних витрат пероксиду водню та його впливу на показники якості технічної целюлози проведено окисне варіння стебел пшеничної соломи пероксидом водню в середовищі оцтової кислоти, результати якого наведено на рис. 1.

Як видно з графічних залежностей (рис. 1) вихід та вміст залишкового лігніну зі зростанням витрат H_2O_2 у варильному розчині зменшуються, так як збільшується концентрація пероцтової кислоти, яка утворюється в процесі варіння. Це призводить до інтенсифікації процесів розщеплення α і β -етерних алкиларильних зв'язків макромолекул лігніну і переважним переведенням продуктів деструкції лігніну, екстрактивних речовин та частково вуглеводів рослинної сировини до варильного розчину.

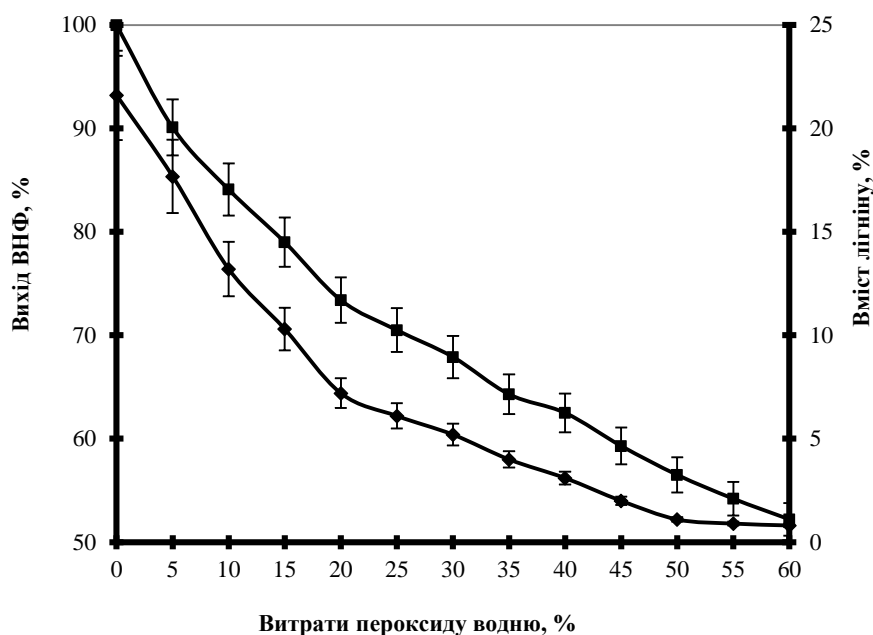


Рисунок 1 – Залежність показників якості солом'яних волокнистих напівфабрикатів від витрат перексиду водню: -♦- – вміст лігніну, %; -■- – вихід ВНФ, %

Варто відзначити, що білість целюлози зі збільшенням витрат H_2O_2 зростає від 25 до 65 % це пов'язано з тим, що отримана в результаті варіння пероцтова кислота не тільки руйнує макромолекулу лігніну, діючи на ароматичні кільця його молекул, а й спричиняє деструкцію хромофорних груп.

Максимальна ефективність видалення лігніну досягається за витрат перексиду водню 50 %. В цьому випадку спостерігається максимальне зниження вмісту залишкового лігніну в отриманій целюлозі, за мінімальних витрат її виходу (рис. 1). Подальше збільшення витрат окисника є економічно недоцільним, так як вміст залишкового лігніну в

одержаних ВНФ практично не змінюється (зменшується на 0,29 %), при цьому зменшується вихід ВНФ на 4,3 %, що свідчить про проходження процесу деструкції вуглеводної частини рослинної сировини.

З метою оцінювання впливу основних технологічних параметрів на вибірковість видалення лігніну із стебел пшеничної соломи в процесі окисної делігніфікації розраховано такі показники, як селективність (Сл), ступінь делігніфікації (СД), ступінь видалення вуглеводів (СВВ) та оптимальність процесу (ОПТ) [8].

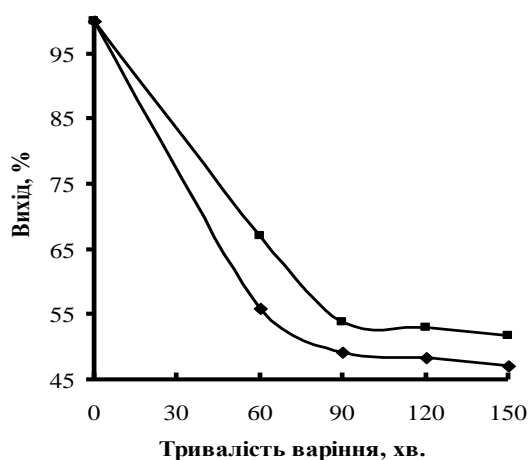
Таблиця 1. Показники вибіркової розчинення лігніну окисно-органосольвентним способом делігніфікації пшеничної соломи

Витрати H_2O_2 , %	Ступінь делігніфікації СД, %	Селективність Сл, %	Ступінь видалення вуглеводів СВВ, %	Оптимальність процесу ОПТ, %
5	26,1	95,4	5,4	24,9
10	48,6	93,9	6,9	45,6
15	62,3	91,3	9,6	56,8
20	75,5	87,6	13,1	66,1
25	80,0	85,2	15,6	68,2
30	83,6	82,8	17,9	69,2
35	88,1	79,4	21,3	69,9
40	91,0	78,1	22,7	71,1
45	94,5	75,1	25,9	71,9
50	97,6	73,9	28,7	72,1
55	97,7	68,8	31,5	67,2
60	97,6	66,0	34,1	64,4

Як видно з наведених даних (табл. 1), з підвищенням вмісту перексиду водню у варильному розчині ступінь делігніфікації і ступінь видалення вуглеводів зростає, а показник

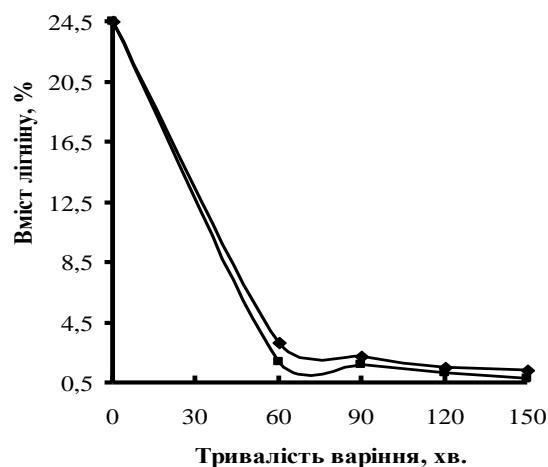
селективності – зменшується. Зменшення селективності розчинення лігніну пов'язане з перевагою видалення вуглеводів із рослинної сировини у порівнянні з видаленням лігніну і підтверджується збільшенням показника СВВ у вивченому інтервалі

витрат окисника. Розрахунок показників вибіркості процесу окисної делігніфікації пшеничної соломи показує, що оптимальні значення цих показників досягаються саме за витрат H_2O_2 - 50 %.



а

За встановлених раціональних витрат перексиду водню – 50%, проведено дослідження з метою вивчення впливу тривалості процесу окисної делігніфікації на показники якості соломяної целюлози. Аналогічні дослідження проводилися з використанням пероцтової кислоти концентрацією 10,8 %, результати якого наведено на рис. 2.



б

Рисунок 2 – Залежність показників якості соломяної целюлози від тривалості процесу делігніфікації: а – вихід, %; б – вміст лігніну, %; ♦ - ПОК; ■ - $AcOOH + H_2O + H_2O_2$.

Зі збільшенням тривалості процесу делігніфікації (рис. 2) вихід і вміст залишкового лігніну зменшуються, за рахунок того, що протікають не лише реакції делігніфікації, а і реакції деструкції низькомолекулярних полісахаридних складових. Варто відзначити, що основна кількість лігніну видаляється за перші 60 хв. процесу варіння рослинної сировини. Це пояснюється тим, що криві, які відображають динаміку зміни концентрації перексооцтової кислоти, екстремальні. Дані закономірності обумовлені зворотністю реакцій утворення перексооцтової кислоти з одночасним протіканням процесів розпаду перексиду водню та перексокомплексів з виділенням молекулярного кисню.

Отримані залежності свідчать про більшу селективність запропонованого способу окисної обробки стебел пшеничної соломи в середовищі оцтової кислоти у порівнянні з процесом делігніфікації рослинної сировини перексооцтовою кислотою. За аналогічних технологічних параметрів процесу (температура та тривалість) вихід ВНФ більший на 5 %, при цьому вміст лігніну менший на 0,6 %. Застосування розробленого способу делігніфікації пшеничної соломи в значній мірі зменшить вартість

процесу одержання технічної целюлози, за рахунок зниження витрат перексиду водню у порівнянні з ПОК варінням.

Для характеристики селективності процесів одержання целюлози (відношення кількості розчиненого лігніну і вуглеводів, які перейшли до варильного розчину) вченими були запропоновані вуглеводні діаграми Росса [9], Шмідта [10], Гірца [11], які побудовані для традиційних способів делігніфікації рослинної сировини. Для порівняння ефективності різних процесів дегніфікації січки пшеничної соломи на рис. 3 наведено діаграму, яка характеризує залежність вмісту виходу одержаного волокнистого напівфабрикату від вмісту в ньому залишкового лігніну. Наклонна лінія «ідеальної делігніфікації» (рис. 3) характеризує максимальний вміст полісахаридів рослинної сировини для певного вмісту залишкового лігніну у волокнистому напівфабрикаті. Тому, чим ближче лінія конкретного процесу делігніфікації до лінії «ідеальної делігніфікації» для певного залишкового лігніну, тим більший вихід ВНФ за рахунок збереження, перш за все, полісахаридів (целюлози і геміцелюлози).

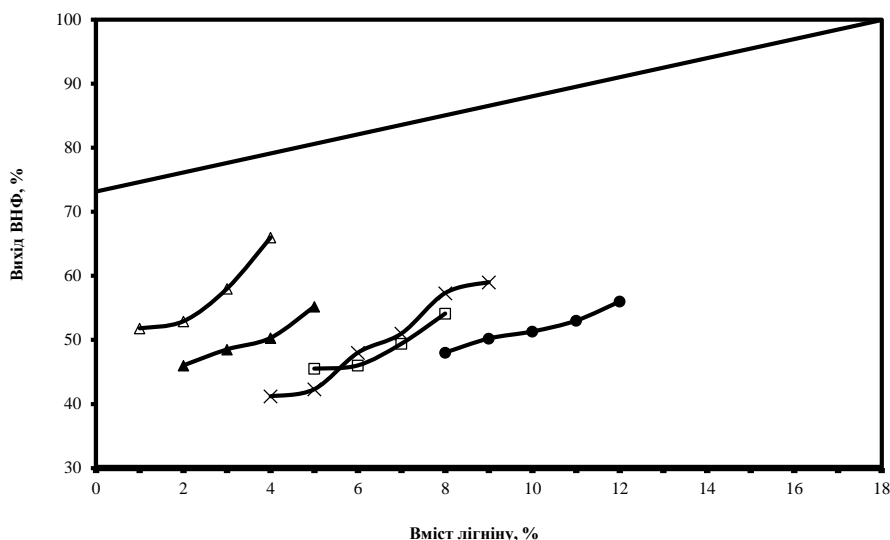


Рисунок 3 - Залежність виходу ВНФ із стебел пшеничної, одержаних різними способами делігніфікації від вмісту залишкового лігніну: -□- Na-Cu [12], -●- Na [12], -×- ПОК, -▲- ПОК + Na₂WO₄·2H₂O [12], -△- AcOOH + H₂O + H₂O₂

Отримані залежності (рис. 3) свідчать про те, що за наближенням до лінії «ідеальної лінії делігніфікації», тобто за збільшенням ефективності одержання із стебел пшеничної соломи ВНФ різними способами делігніфікації, їх можна розташувати у порядку зростання в наступній послідовності: Na – Na-Cu – ПОК – ПОК + Na₂WO₄·2H₂O – AcOOH + H₂O + H₂O₂.

Висновки та пропозиції. Досліджено вплив витрат перексиду водню на показники якості соломяної целюлози. Встановлено, що окисну обробку пшеничної соломи в середовищі оцтової кислоти рекомендується проводити за витрат H₂O₂ - 50 %, температури 90 °C, тривалості 60-120 хв. Зі збільшенням витрат перексиду водню в процесі делігніфікації селективність процесу зменшується, а ступінь делігніфікації та ступінь вилучення вуглеводнів зростає. За збільшенням ефективності видалення лігніну із пшеничної соломи розглянуті способи варіння розташовуються у наступний ряд: Na – Na-Cu – ПОК – ПОК + Na₂WO₄·2H₂O – AcOOH + H₂O + H₂O₂. Показано, що застосування запропонованого способу делігніфікації рослинної сировини зменшить собівартість одержання целюлози у порівнянні з використанням перексооцтової кислоти.

У майбутньому планується дослідити вплив каталізатору на показники якості соломяної целюлози, одержаної окисною обробкою рослинної сировини в середовищі оцтової кислоти.

Література

1. Fagbemigun T. K. Pulp and paper-making potential of corn husk / T. K. Fagbemigun, O. D. Fagbemi, O. Otitoju, E. Mgbachiuzor, C. C. Igme // *Int. J. AgriScience*. – 2014. – V. 4(4). – p. 209-213.
2. Saberikhan E. Organosolv pulping of wheat straw by glycerol / E. Saberikhan, J. Rovshandeh, P. Rezayati-Charani // *Cellulose Chem. and Technol.* – 2011. – V. 45(1-2). – p. 67-75.

3. Simenez L. Ethylene glycol/soda organosolv pulpino of olive tree trimmings / L. Simenez, A. Rodriguez, I. Resez, A. M. Calero, S. I. Ferrer // *Wood and Fiber Science*. – 2004. – V. 36(3). – p. 423-431.

4. Kham L. Delignification of wheat straw using a mixture of carboxylic acid and peroxyacids / L. Kham, Y. L. Bigot, M. Delmas and G. Avignon // *Ind. Crop. Prod.* 2005. – N. 21. – p. 9-15.

5. Трембус І. В. Окисно-органосольвентна делігніфікація стебел кенафу / І. В. Трембус // *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe East European Scientific Journal*. – 2016. – № 7. – p. 71-74.

6. Barbas V. Peracetic acid pulp from annual plants / V. Barbash, V. Poyda, I. Deykun // *Cellulose Chem. and Technol.* – 2011. – V. 45(9). – p. 613-618.

7. Test Methods. Atlanta, Georgia. 2004. Tappi press.

8. Симкович Б.С. Исследование процесса делігніфікації древесины водными растворами уксусной кислоты / Б.С. Симкович, М.А. Зилберглейт, В.М. Резников // *Химия древесины*. – 1986. – №3. – с. 34 – 38.

9. Strapp R. K. The Ross-diagram / R. K. Strapp // *Pulp and Paper Mag. Of Canada*. - 1955. – N. 3. – p. 179-785.

10. Kubelka V. Studia o kinetike jednotlivych delігніфікаcyjnych postupov / V. Kubelka, J. Schmied // *Sbornik vyskumnych prac odboru celulozy a papiera*. – 1964. – N. 9. – p. 9-30.

11. Никитин Я. В. Лигнин-гемицеллюлозная диаграмма и ее применение / Я. В. Никитин // *Химическая переработка древесины*. – 1964. – № 21. – с. 5-9.

12. Барбаш В.А. Одержання соломяних волокнистих напівфабрикатів пероцтовим способом делігніфікації / В. А. Барбаш, І. В. Трембус, О. С. Гапон, В. М. Шевченко // *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*. - 2010. - №3. - с. 42- 49.

Tulaev B.R.

*Cand.Tech.Sci., professor,
Tashkent state technical university*

Khakimov J.O.

The senior lecturer of chair «Power mechanical engineering and professional education», Tashkent state technical university

Mirzaabdullaev J.B.

The senior teacher of chair «Power mechanical engineering and professional education», Tashkent state technical university

Тулаев Б.Р.

*кандидат технических наук, профессор кафедры «Энергомашиностроение и профессиональное образование»,
Ташкентский государственный технический университет*

Ташкентский государственный технический университет

Хакимов Ж.О.

*доцент кафедры «Энергомашиностроение и профессиональное образование»,
Ташкентский государственный технический университет*

Мирзаабдуллаев Ж.Б.

*старший преподаватель кафедры «Энергомашиностроение и ПО»,
Ташкентский государственный технический университет*

MATHEMATICAL MODEL MOVING OF A LATH OF THE FUEL PUMP OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РЕЙКИ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Summary: The mathematical model of moving of a lath of fuel pump DVS which provides possibility of the account of dynamic properties of the engine at system engineering of automatic control and automatic control system is developed.

Key words: mathematical model, working process, dynamic properties, the fuel pump.

Аннотация: Разработана математическая модель перемещения рейки топливного насоса ДВС, которая обеспечивает возможность учета динамических свойств двигателя при разработке системы автоматического управления и системы автоматического регулирования.

Ключевые слова: математическая модель, рабочий процесс, динамические свойства, топливный насос.

Создание конкурентоспособных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) предполагает применение перспективных способов повышения качества управления, экспериментальную доводку двигателя, сокращение сроков разработки и подготовки его серийного выпуска.

Улучшение параметров двигателей возможно лишь при тщательном изучении происходящих в них процессов, так как легкодоступные резервы улучшения их конструкции практически уже исчерпаны.

В связи с этим приобрело особую значимость исследование двигателей на переходных и неустановившихся режимах с использованием специальных стендов, созданных для этих целей, так как оценка конструкции, определение ее соответствия технологическим и общим требованиям времени в конечном итоге принадлежит этим исследованиям и значительно сокращает время и продолжительность доводочных работ.

С помощью математического моделирования (ММ) можно проанализировать протекание отдельных рабочих процессов и всего рабочего цикла, прогнозировать основные показатели и характеристики двигателя. Модель не может быть полностью адекватна объекту и отражает лишь определенные

его свойства, представляющие интерес для целей конкретного исследования [1, 124].

На всех стадиях жизненного цикла двигателя подвергаются различного рода испытаниям, объем и трудоемкость которых, как показывает практика, непрерывно возрастают. И это вполне объяснимо: улучшить их параметров можно лишь при тщательном изучении происходящих в них процессов, так как легкодоступные резервы совершенствования их конструкции уже практически исчерпаны. Но такое скрупулезное изучение возможно только с помощью математического моделирования. Именно оно позволяют проанализировать протекание отдельных рабочих процессов и всего рабочего цикла, прогнозировать основные показатели и свойства двигателя, представляющие интерес для целей конкретного исследования: При этом делать все это желательнее с помощью, автоматизированной системы испытаний (АСИ) [1, 234].

С помощью математического моделирования можно проанализировать протекание отдельных рабочих процессов и всего рабочего цикла, прогнозировать основные показатели и характеристики двигателя.

Модели строятся в виде систем дифференциальных, интегральных, алгебраических уравнений,

сеток и др. при этом модель не может быть полностью адекватна объекту и отражает лишь определенные его свойства, представляющие интерес для целей конкретного исследования.

С помощью *математического моделирования* (ММ) — решения задач на ЭВМ с использованием математических моделей — можно проанализировать протекание отдельных рабочих процессов и всего рабочего цикла, прогнозировать основные показатели и характеристики двигателя и, следовательно, оценить его поведение на автомобиле в процессе эксплуатации. Математическое моделирование применяют при оценке влияния тепловых и механических нагрузок, выборе материала и размеров деталей двигателя, при прогнозировании его надежности.

Применение ММ особенно — эффективно тогда, когда оно позволяет избежать создания дорогих опытных образцов или дает возможность получить информацию об объекте, которую при натуральных экспериментах сложно, или невозможно получить. Так, весьма трудно экспериментально определить тепловую и механическую напряженность элементов поршня при работе двигателя или динамику изменения температуры газа и протекающих химических реакций в отдельных точках камеры сгорания. Такие задачи успешно решаются с помощью ММ.

Разнообразие целей ММ двигателя делает невозможным создание единой, общей для всех случаев, математической модели двигателя. Поэтому в зависимости от решаемых задач используют набор моделей разного уровня и назначения.

В процессе создания новых конструкций надежных и экономичных двигателей важное место отводится испытаниям экспериментальных образцов двигателей. Требования, предъявляемые к качеству и эффективности научно-исследовательских и доводочных испытаний, постоянно возрастают. Заключается это, прежде всего, в увеличении количества измеряемых и вычисляемых параметров, повышении точности и частоты их измерения, получении более точных характеристик двигателя [2, 63].

В качестве одной из элементарных операций предложена, математическая модель ДВС, которая

обеспечивает возможность учета динамических свойств двигателя при разработке системы автоматического управления и системы автоматического регулирования.

Для наиболее полной оценки динамических свойств ДВС, как объекта управления, важно выявить его реакцию на постоянно действующие возмущения.

Математическое описание элементов САУ, построение ее математической модели — весьма важный этап исследования системы. Излишне подробное математическое описание, учитывающее несущественные для данной задачи свойства элементов, усложняет решение задачи и может даже сделать ее неразрешимой. Чрезмерное же упрощение математического описания, принятие необоснованных предположений недопустимо, так как при этом могут быть упущены существенные качества элементов и, следовательно, процессов в системе. Таким образом, при математическом описании действуют два противоположных стимула, и необходимо разрешение этого противоречия путем выбора наиболее важных свойств элемента или системы.

На примере ДВС без наддува, как управляемого объекта по частоте вращения коленчатого вала $\omega(t)$ и в окрестности установившегося (равновесного) состояния двигателя, описываемого линейным дифференциальным уравнением (2.3) [3, 54], рассмотрим процесс получения модели перемещения рейки топливного насоса.

Модель двигателя определена методом наименьших квадратов. От правильно построенной математической модели зависит, насколько корректные выходные параметры получим в результате работы.

При известной математической модели и заданной характеристике $\omega(t)$ по графику на рис. 1, необходимо определить управляющие величины $h(t)$ и $M_c(t)$, приводящие к требуемым значениям [4, 70]. Примем $M_c(t)$ за постоянную величину, так как нагрузка на валу двигателя при стендовых испытаниях не изменяется в течение одного из режимов с достаточно большой частотой, получаем:

$$h(t) = T_D \frac{d\omega(t)}{dt} + K_D \omega(t) + T_C M_c(t). \quad (1)$$

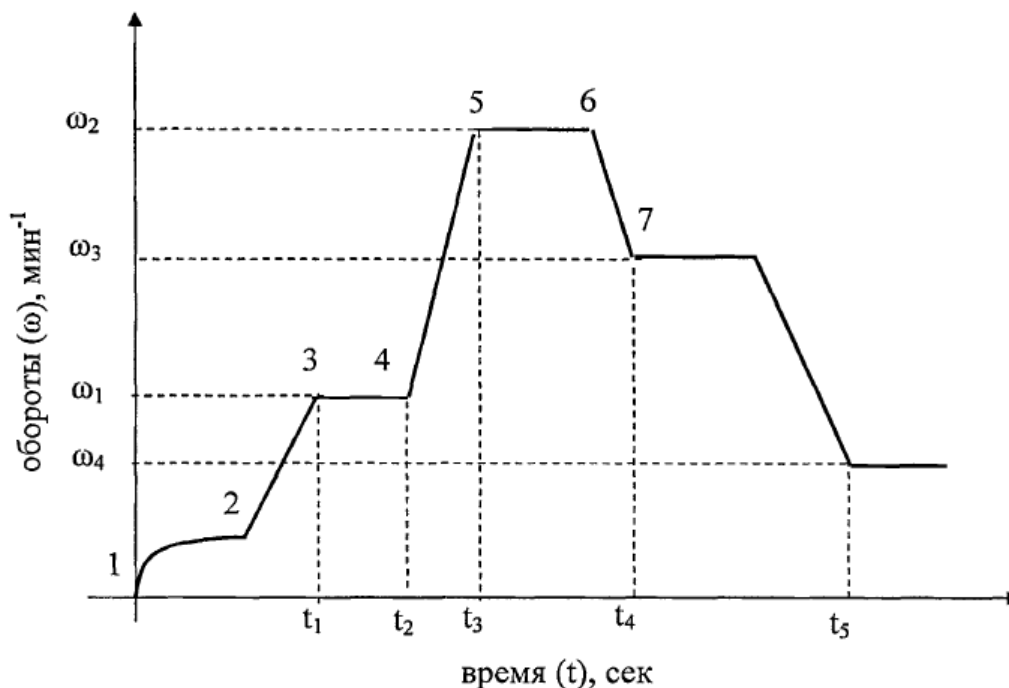


Рис. 1. Образ зависимости угловой частоты от времени

Из рис. 1. видно, что участки (2, 3), (3, 4), (4, 5), (5, 6) (6, 7) можно выразить из уравнения прямой

$$\frac{\omega - \omega_i}{\omega_{i+1} - \omega_i} = \frac{t - t_i}{t_{i+1} - t_i} \quad (2)$$

Зависимость $\omega(t)$ отсюда можно выразить как

$$\omega(t) = \frac{\omega - \omega_i}{t_{i+1} - t_i} \cdot t - \frac{t_i(\omega_{i+1} - \omega_i)}{t_{i+1} - t_i} + \omega_i \quad (3)$$

где $t = \overline{1, n}$; n — число точек перехода ДВС из одного состояния в другое.

Обозначим

$$k_1 = \frac{\omega_{i+1} - \omega_i}{t_{i+1} - t_i}, k_2 = \frac{t_i(\omega_{i+1} - \omega_i)}{t_{i+1} - t_i} - \omega_i,$$

получим

$$\omega(t) = k_1 \cdot t - k_2 \quad (4)$$

С учетом формулы (3), формула (1) принимает вид:

$$h(t) = T_D k_1 + K_D(k_1 \cdot t - k_2) + T_C M_C(t). \quad (5)$$

Тогда управляющее воздействие, с учетом принятых k_1 и k_2 :

$$h(t) = T_D \frac{\omega_{i+1} - \omega_i}{t_{i+1} - t_i} + K_D \frac{\omega_{i+1} - \omega_i}{t_{i+1} - t_i} \cdot t - K_D \frac{t_i(\omega_{i+1} - \omega_i)}{t_{i+1} - t_i} - K_D \omega_i + T_C M_C(t). \quad (6)$$

где $t = \overline{1, n}$.

Список литературы:

1. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 3. Компьютерный практикум. Моделирование процессов в ДВС. Учебник для вузов / И. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Т. Ю. Кричевская и др.: Под ред. И. Н. Луканина и М. Г. Шатрова. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2005. - 414 с.: ил.
2. Бахвалова В.С., Хайруллин А.Х. Методы моделирования режимов работы двигателя внутреннего сгорания и разработки автоматизированной системы испытаний. // Экономические и технические системы: Online журнал, 2004. — №7. <http://www.kampi.ru/sets>
3. Лоусон Ч., Хенсон Р. Численное решение задач методом наименьших квадратов. - М.: Наука 1986.
4. Тулаев Б.Р., Даминов О.О. Математическое моделирование двигателей внутреннего сгорания. Ж-л: Вестник ТашГТУ. - Ташкент, №1, 2018.

Shevchenko M. V.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Head of the Department of Electric Power
Engineering and Electrical Engineering
Far Eastern State Agrarian University*

Rudakova A. P.

*Master's Degree 2 course of the Electric Power Department
Far Eastern State Agrarian University*

Шевченко Максим Валерьевич

*Кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующий кафедрой электроэнергетика и электротехника
Дальневосточный государственный аграрный университет*

Рудакова Анна Петровна

*магистрант 2 курс электроэнергетического факультета
Дальневосточный государственный аграрный университет*

ANALYSIS OF OPERATING MODES WHEN CONNECTING TO THE NETWORK SUBSTATION KS-7

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ К СЕТИ ПОДСТАНЦИИ «КС-7»

Abstract: This article examines how the connection of the substation "CS-7" to the network will affect and how the operating modes of the network change. The modes are calculated in RastrWin RVC.

Keywords: forecast, power loss, air line, operating mode, electric network

Аннотация: В данной статье рассматривается, как повлияет подключение подстанции «КС-7» к сети и как изменятся режимы работы сети. Расчет режимов производится в ПВК RastrWin.

Ключевые слова: прогноз, потери мощности, воздушная линия, режим работы, электрическая сеть

В связи с строительством газопровода, предназначенного для транспортировки газа Якутского и Иркутского центров газодобычи на Дальний Восток и в Китай требуется строительство и подключение компрессорной станции «КС-7» к сети. Рассмотрим режимы работы сети при подключении КС-7 к подстанции «Сиваки».

Программный комплекс RastrWin предназначен для решения задач по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем. В данном проекте RastrWin используется при расчетах установившихся режимов (максимального и послеаварийного).

Расчет установившихся режимов с помощью ПВК «RastrWin».

Целью расчёта установившегося режима (физического состояния) электрической сети является определение электрических параметров состояния: напряжений в узлах, электрических токов и потоков мощности по ветвям, потерь мощности в сети и

пр. Результаты таких расчётов позволяют выяснить:

- осуществим ли данный режим электрической сети, т. е. возможна ли передача требуемой мощности от источников электрической энергии к потребителям;
- находятся ли в заданных (допустимых) пределах напряжения в узлах;
- допустимы ли токовые нагрузки элементов электрических сетей в нормальных и послеаварийных режимах.

Исходными данными для расчета установившихся режимов служат: схема электрических соединений и параметры сети электроэнергетической системы, данные о потребителях (нагрузках) и источниках электроэнергии (электростанциях).

Расчет проводится в программном комплексе RASTR WIN3, граф сети представлен на рисунке 1

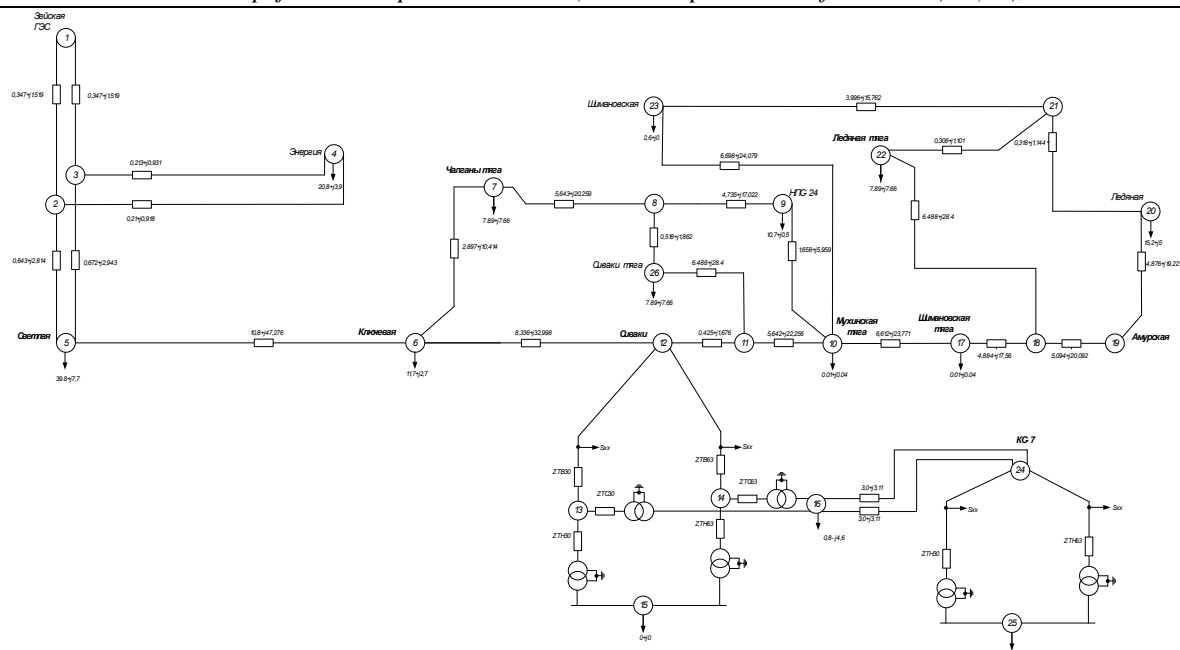


Рисунок 1 - Граф сети с указанием технических параметров оборудования

Таблица 1 - Список узлов

Тип	Номер	Название	$U_{ном}$	P_H	Q_H	P_Γ	Q_Γ	V	Delta
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ген	1	Зейская ГЭС	220			140,9	-14,6	238	5,9
Нагр	2		220					237,94	5,79
Нагр	3		220					237,94	5,79
Нагр	4	Энергия	220	20,8	3,9			237,93	5,78
Нагр	5	Светлая	220	39,8	7,7			237,88	5,61
Нагр	6	Ключевая	220	11,7	2,7			238,15	1,59
Нагр	7	Чалганы тяга	220	6,8	2,7			237,95	1,18
Нагр	8		220					237,55	0,54
Нагр	9	НПС 24	220	10,7	0,5			237	0,17
Нагр	10	Мухинская тяга	220	6,5	2,6			236,8	0,11
Нагр	11		220					237,52	0,53
Нагр	12	Сиваки ВН	220					237,53	0,55
Нагр	13		220					236,55	-0,29
Нагр	14		220					236,44	-0,28
Нагр	15	Сиваки НН	6					6,38	-0,28
Нагр	16	Сиваки СН	110	2,3	6,3			118,19	-0,28
Нагр	17	Шимановская тяга	220	7,9	3,2			235,56	-0,29
Нагр	18		220					10,61	-0,14
Баз	19	Амурская	220			8,7	-40,7	233	
Нагр	20	Ледяная	220	15,2	5,0			234,28	-0,19
Нагр	21		220					234,39	-0,18
Нагр	22	Ледяная тяга	220	6,7	2,7			234,39	-0,18
Нагр	23	Шимановская	220	2,6				235,58	-0,11
Нагр	24	КС-7	110					118,02	-0,34
Нагр	25		10	11,8	4,3			9,98	-7,39
Нагр	26	Сиваки тяга	220	4,7	1,9			237,52	0,53

Таблица 2 - Список ветвей

Тип	N _{нач}	N _{кон}	R	X	B	K _{т/г}	P _{нач}	Q _{нач}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЛЭП	1	2	0,35	1,52	-9,3		-71	-7
ЛЭП	1	3	0,35	1,52	-9,3		-70	7
ЛЭП	2	5	0,64	2,81	-2,6		-61	9
ЛЭП	3	5	0,67	2,94	-0,7		-59	8
ЛЭП	3	4	0,21	0,93	-5,7		-11	-2
ЛЭП	2	4	0,21	0,92	-5,6		-10	-2
ЛЭП	5	6	10,8	47,28	-290,9		-80	25
ЛЭП	6	7	2,9	10,41	-62,2		-37	7
ЛЭП	7	8	5,64	20,26	-121,1		-30	7
ЛЭП	8	9	4,74	17,02	-101,7		-22	1
ЛЭП	9	10	1,66	5,96	-33,6		-11	-4
ЛЭП	8	26	0,52	1,86	-11,3		-8	-1
ЛЭП	26	11	0,27	1,08	-6,8		-3	0
ЛЭП	6	12	8,34	33	-226		-30	9
ЛЭП	12	11	0,42	1,68	-10,5		-16	2
ЛЭП	11	10	5,64	22,26	-142,1		-19	1
ЛЭП	10	17	6,61	23,77	-142,1		-13	-5
ЛЭП	17	18	4,88	19,22	-120		-5	-10
ЛЭП	18	19	5,09	20,09	-122,5		4	-14
ЛЭП	19	20	4,88	19,22	-120		-5	20
ЛЭП	20	21	0,32	1,14	-6,8		8	2
ЛЭП	21	22	0,31	1,1	-6,6		9	18
ЛЭП	22	18	0,28	1	-6		11	13
Тр-р	21	23	4	15,76	-98,4		-6	-2
Тр-р	23	10	6,7	24,08	-143,9		-8	-3
Тр-р	12	13	5,98	132,25	6,4	1	0	0
Тр-р	12	14	1,4	104	6	1	0	0
Тр-р	13	15	10,69	396,75		0,027	-6	-1
Тр-р	14	15	2,8	195,6		0,027	-8	-2
Тр-р	13	16	5,98			0,5		
Тр-р	16	24	1,4			0,5		
ЛЭП	16	24	3	3,11	-310,8		-6	1
ЛЭП	16	24	3	3,11	-310,8		-6	1
Тр-р	24	25	7,95	139	5,3	0,09	-12	-6

Полученные данные в результате расчета максимального режима приведены в таблице 3.

Параметры максимального режима работы в графической форме представлены на рисунке 2.

Таблица 3 – Данные по узлам в максимальном режиме работы прогнозируемой сети

Номер узла	Название узла	Uном (кВ)	P _{наг} (МВт)	Q _{наг} (Мвар)	U (кВ)	dU (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	Зейская ГЭС	220			238	8,18
2		220			237,94	8,16
3		220			237,94	8,16
4	Энергия	220	20,8	3,9	237,93	8,15
5	Светлая	220	39,8	7,7	237,88	8,13
6	Ключевая	220	11,7	2,7	238,15	8,25
7	Чалганы тяга	220	6,8	2,7	237,00	7,73
8		220			237,55	7,98
9	НПС-24	220	10,7	0,5	237,0	7,73
10	Мухинская тяга	220	6,5	2,6	236,8	7,64
11		220			237,52	7,96
12	Сиваки	220			237,53	7,97
13		220			236,55	7,52
14		220			236,44	7,47
15		6			6,38	6,46
16		110	2,3	6,3	118,19	7,45
17	Шимановская тяга	220	7,9	3,2	235,56	7,07

1	2	3	4	5	6	7
18		220			234,41	6,55
19	Амурская	220			233,00	5,91
20	Ледяная	220	15,2	5	234,28	6,49
21		220			234,39	6,54
22	Ледяная тяга	220	6,7	2,7	234,39	6,54
23	Шимановская	220	2,6		235,58	7,08
24	КС-7	110			118,02	7,29
25	КС-7 НН	10	11,8	4,3	9,98	0
26	Сиваки тяга	220	4,7	1,9	237,9	8,14

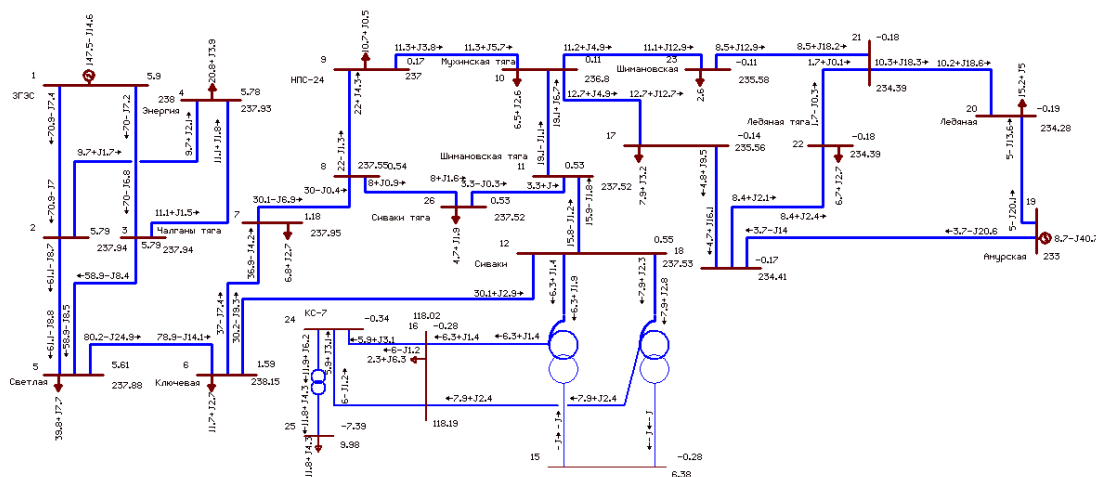


Рисунок 2 - Данные по ветвям в максимальном режиме работы прогнозируемой сети

Полученные данные в результате расчета минимального режима работы в прогнозируемой сети приведены в таблице 4.

Параметры минимального режима работы в прогнозируемой сети в графической форме представлен на рисунке 3.

Таблица 4 – Данные по узлам в минимальном режиме работы прогнозируемой сети

Номер узла	Название узла	Uном (кВ)	Pнаг (МВт)	Qнаг (Мвар)	U (кВ)	dU (%)
1	Зейская ГЭС	220			239	8,64
2		220			238,98	8,63
3		220			238,98	8,63
4	Энергия	220	20,8	3,9	238,97	8,62
5	Светлая	220	39,8	7,7	238,96	8,62
6	Ключевая	220	11,7	2,7	239,9	9,04
7	Чалганы тяга	220	6,8	2,7	239,79	8,99
8		220			239,49	8,86
9	НПС-24	220	10,7	0,5	239,04	8,65
10	Мухинская тяга	220	6,5	2,6	238,78	8,54
11		220			239,45	8,84
12	Сиваки	220			239,46	8,85
13		220			238,52	8,42
14		220			238,41	8,37
15		6			6,44	7,3
16		110	2,3	6,3	118,18	8,35
17	Шимановская тяга	220	7,9	3,2	237,45	7,93
18		220			235,97	7,26
19	Амурская	220			234,00	6,36
20	Ледяная	220	15,2	5	235,96	7,26
21		220			235,96	7,26
22	Ледяная тяга	220	6,7	2,7	235,96	7,26
23	Шимановская	220	2,6		237,33	7,88
24	КС-7	110			119,01	8,19
25	КС-7 НН	10	11,8	4,3	10,08	0
26	Сиваки тяга	220	4,7	1,9	239,45	8,84

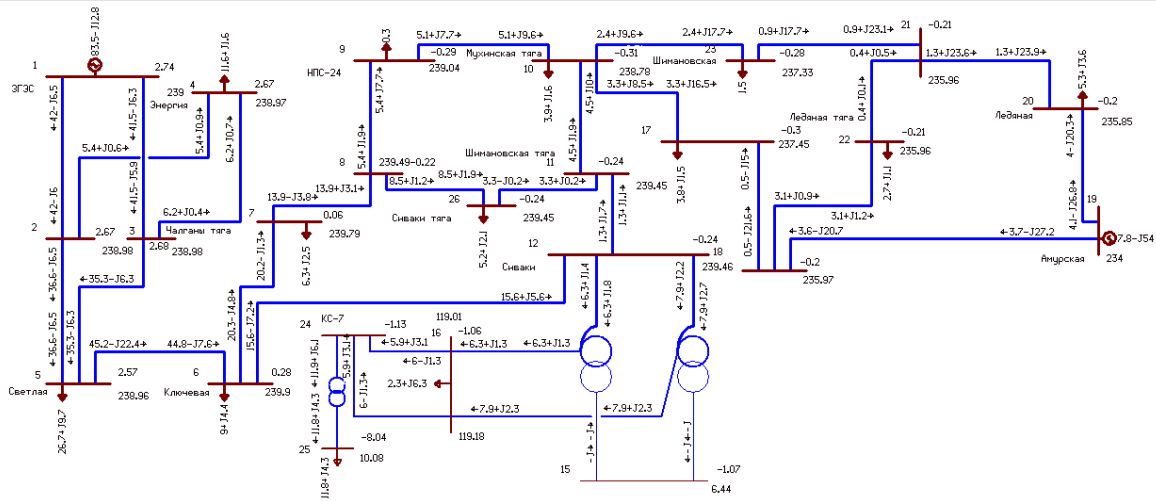


Рисунок 3 - Данные по ветвям в минимальном режиме работы прогнозируемой сети

Полученные данные в результате расчета послеаварийного режима работы при отключении одной из проектируемых линий между подстанциями «Сиваки» и «КС-7» приведены в таблице 5. Параметры послеаварийного режима работы одной из проектируемых линий между подстанциями «Сиваки» и «КС-7» в прогнозируемой сети в графической форме представлены на рисунке 4.

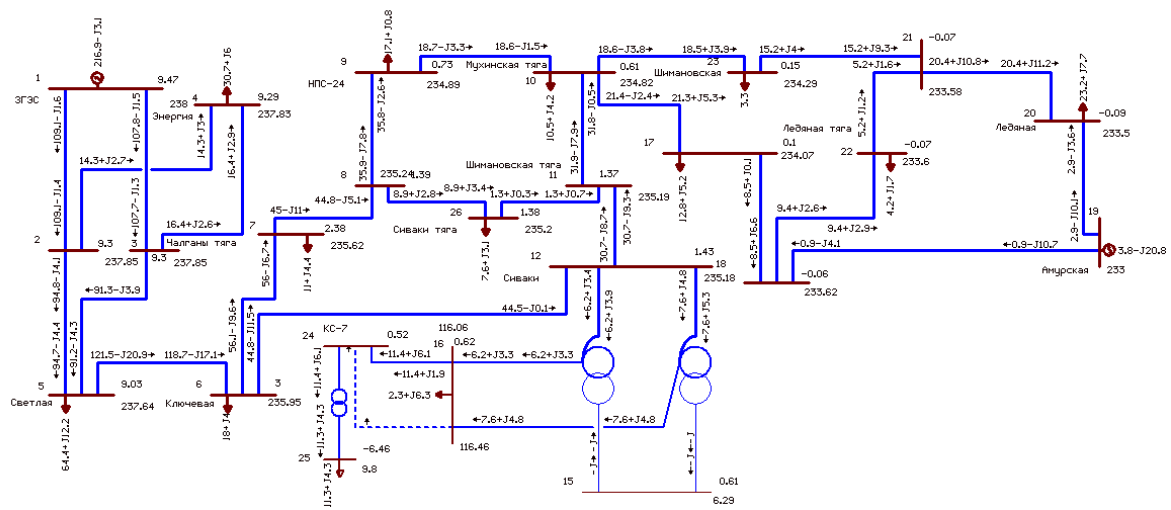


Рисунок 4 - Данные по ветвям в послеаварийном режиме работы прогнозируемой сети

Таблица 5 – Данные по узлам в послеаварийном режиме работы при отключении линии Сиваки – КС-7

Номер узла	Название узла	Uном (кВ)	Rнаг (МВт)	Qнаг (Мвар)	U (кВ)	dU (%)
1	Зейская ГЭС	220			238	8,18
2		220			237,85	8,11
3		220			237,85	8,11
4	Энергия	220	20,8	3,9	237,83	8,10
5	Светлая	220	39,8	7,7	237,64	8,02
6	Ключевая	220	11,7	2,7	235,95	7,25
7	Чалганы тяга	220	6,8	2,7	235,62	7,10
8		220			235,24	6,93
9	НПС-24	220	10,7	0,5	234,89	6,77
10	Мухинская тяга	220	6,5	2,6	234,82	6,74
11		220			235,19	6,91
12	Сиваки	220	2,3	6,3	235,18	6,90
13		220			233,08	5,95
14		220			232,97	5,89
15		6			6,29	

Номер узла	Название узла	Uном (кВ)	Pнаг (МВт)	Qнаг (Мвар)	U (кВ)	dU (%)
16		110	2,3	6,3	118,19	7,45
17	Шимановская тяга	220	7,9	3,2	234,07	6,40
18		220			233,62	6,19
19	Амурская	220			233,00	5,91
20	Ледяная	220	15,2	5	233,5	6,14
21		220			233,58	6,17
22	Ледяная тяга	220	6,7	2,7	233,6	6,18
23	Шимановская	220	2,6		234,29	6,49
24	КС-7	110			116,06	5,51
25	КС-7 НН	10	11,8	4,3	9,8	0
26	Сиваки тяга	220	4,7	1,9	235,2	6,91

Показателями, отражающими эффективность работы ЭЭС, является величина потерь мощности, а именно их доля от вырабатываемой или передаваемой мощности. По мнению международных экспертов в области энергетики относительные потери

электроэнергии при ее передаче не должны превышать 4%. Потери мощности на уровне 10% можно считать максимально допустимыми.

Потери мощности максимального, минимального, аварийного режимов в прогнозируемой сети приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Потери мощности максимального, минимального, аварийного режимов в прогнозируемой сети

Режим	Максимальный режим	Минимальный режим	Аварийный режим
Значения потерь мощности, %	1,34	0,99	1,99

Анализ данных режимов работы сети после реконструкции показывает что, работа прогнозируемой сети при отключении одной из ВЛ «Сиваки» - «КС-7» возможна без отключения потребителей, в таком режиме работы резервирование осуществляется по второй проектируемой линии «Сиваки» - КС-7» и не приводит к существенному изменению режима работы сети, при этом отклонения напряжений от номинального значения не превышают требования ГОСТ 32144-2013, то есть находятся в пределах $\pm 10\%$. Токовая загрузка линий в минимальном, максимальном и аварийном режимах не превышает предельно допустимых токов. Потери мощности в рассматриваемых режимах работы не превышают допустимых значений.

Список литературы

1. Баков Ю.В. Проектирование электрической части электростанций с применением ЭВМ / Ю. В. Баков. — М. : Энергоатомиздат, 2007. — 272с.
2. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций / Б. Н. Неклепаев, Крючков И. П. – Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования : учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2007. - 608 с.
3. Файбисович, Д. Л. Справочник по проектированию электрических сетей : / Д. Л. Файбисович, И. Г. Карапетян – М. : НТФ «Энергосетьпроект», 2012. – 376 с.
4. Герасимов В.Г. Электротехнический справочник Т.3 //В. Г. Герасимов, П. Г. Грудинский, В. А. Лабунцов и др. – М.: Энергоатомиздат, 2011. – 880 с.

#2 (30), 2018 część 2
Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe
(Warszawa, Polska)
Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku polskim, angielskim, niemieckim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 30 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej czasopisma.

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

Rada naukowa

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

Dawid Kowalik (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Peter Clarkwood (University College London)

#2 (30), 2018 part 2
East European Scientific Journal
(Warsaw, Poland)
The journal is registered and published in Poland. The journal is registered and published in Poland. Articles in all spheres of sciences are published in the journal. Journal is published in **English, German, Polish and Russian.**

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Each author receives one free printed copy of the journal

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor in chief - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

The scientific council

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

Dawid Kowalik (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Peter Clarkwood (University College London)

Igor Dzedzic (Polska Akademia Nauk)
Alexander Klimek (Polska Akademia Nauk)
Alexander Rogowski (Uniwersytet Jagielloński)
Kehan Schreiner(Hebrew University)
Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
Mikołaj Żukowski (Uniwersytet Warszawski)
Mateusz Marszałek (Uniwersytet Jagielloński)
Szymon Matysiak (Polska Akademia Nauk)
Michał Niewiadomski (Instytut Stosunków Międzynarodowych)
Redaktor naczelny - Adam Barczuk

1000 kopii.

Wydrukowano w «Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warszawa, Polska»

Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe

Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001
Warszawa, Polska

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

Igor Dzedzic (Polska Akademia Nauk)
Alexander Klimek (Polska Akademia Nauk)
Alexander Rogowski (Uniwersytet Jagielloński)
Kehan Schreiner(Hebrew University)
Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
Mikołaj Żukowski (Uniwersytet Warszawski)
Mateusz Marszałek (Uniwersytet Jagielloński)
Szymon Matysiak (Polska Akademia Nauk)
Michał Niewiadomski (Instytut Stosunków Międzynarodowych)
Editor in chief - Adam Barczuk

1000 copies.

Printed in the "Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw, Poland»

East European Scientific Journal

Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw,
Poland

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com>