

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00754426 (S)

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

Шейх Абубакер Алі

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОКОВОЛЬТНИХ
ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИХ ВИПРОМІНОВАЧІВ ГІДРО-
АКУСТИЧНИХ ІМПУЛЬСІВ

05.09.02 – електроізоляційна та кабельна

техніка

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Мета роботи

Харків – 1995

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Харківському державному політехнічному університеті.

Науковий керівник : кандидат технічних наук, доцент
Гурин Анатолій Григорович.

Офіційні опоненти : доктор технічних наук, професор
Кононов Борис Тимофійович;

кандидат технічних наук
Гладков Віктор Семенович.

Провідне підприємство: АП "Укрелектроремонт", м. Харків

Захист відбудеться "___" _____ 1995г. в аудиторії _____
в _____ годин _____ хв. на засіданні спеціалізованої вченої ради
К 068.39.04 у Харківському державному політехнічному
університеті / 310002, м.Харків, вул. Фрунзе, 21/.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці університету.

Автореферат розісланий "___" _____ 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Сторов Б.О.

ЛНБ ім. В. Стефани
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

В останній час акваторії морів, водосховищ, річок, як об'єкт геологічного вивчення, притягує до себе все більшу увагу. Це стало необхідним у зв'язку з пошуком нафти і газу на шельфі морів, з загостренням дефіциту мінеральної сировини, необхідністю вивчення придонних відкладень з метою будівельних робіт при установленні бурових платформ.

Для визначення швидкісних характеристик проходження звукових хвиль у верхній частині розрізу використовуються сейсмоакустичні комплекси, що складаються з випромінюючої та приймальної частин. Серед пневматичних, електроіскрових та інших видів випромінювачів, які широко застосовуються, окрему групу складають електродинамічні випромінювачі гідроакустичних імпульсів з ємнісними накопичувачами енергії. Енергія, що накопичується в електричному полі імпульсних конденсаторів, перетворюється в енергію акустичної хвилі в рідинному середовищі. Спроможність цих випромінювачів формувати стабільне спрямоване випромінювання в широкому спектральному діапазоні, можливість групування для приймання акустичних хвиль високої інтенсивності дозволяє їх широко використовувати при вивченні структури донних осадків.

Актуальними сьогодні є питання створення інженерної методики розрахунку високочастотних $/2 - 7 \text{ кГц}/$ електродинамічних випромінювачів з високовольтними ємнісними накопичувачами енергії, вивчення впливу конструктивних особливостей на форму і спектр випромінюваних коливань, вибір необхідних електроізоляційних і конструкційних матеріалів.

Мета роботи.

Метою роботи є розробка методики розрахунку високовольтних електродинамічних випромінювачів $/ЕДВ/$ гідроакустичних імпульсів індукційно-динамічного типу.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- розробити методіку розрахунку електричних та механічних процесів у випромінювачі;
- вивчити умови роботи електроізоляційних матеріалів при взаємодії електричного поля і механічних коливань мембрани;
- розробити ізоляційну конструкцію плоскої котушки з різними демпфіруючими властивостями, низькими - у бік випромінювання і високими - в зворотньому напрямку;
- оптимізувати товщину головної корпусної ізоляції плоскої котушки від випромінюючої мембрани без зниження надійності випромінювача;
- в лабораторних умовах і на реальних сейсмічних профілях перевірити довговічність роботи випромінювача, стабільність випромінювання, вплив умов експлуатації.

Методи досліджень. Поставлені завдання вирішувалися методами фізичного і математичного моделювання, досліджень експериментальних зразків.

Наукова новизна. Наукова новизна дисертації міститься в розробці положень, які виносяться на захист:

- математична модель високовольтного електродинамічного випромінювача індукційно-динамічного типу;
- запропоновано зручне наближення до чисельних розрахунків і фізично наглядне наближення, яке враховує вплив електричних і механічних систем на процес формування акустичного імпульсу у водному середовищі;
- визначена надійність ізоляційної конструкції випромінювача при взаємодії електричної перенапруги і механічних коливань мембрани;
- на основі теоретичних положень створено ряд експериментальних випромінювачів для сейсмічного профілювання донних осад-

ків, у яких амплітуда акустичного тиску досягає до 100 кПа при діаграмі направленості випромінювання від 30 до 70° в залежності від конструкції;

- експериментальні дослідження потужних високовольтних випромінювачів, методика їх проведення.

Практична цінність. Практична цінність роботи полягає в тому, що результати проведених досліджень доведені до впровадження практичних розробок, використання яких дозволило:

- одержати гідроакустичний імпульс зі сталими параметрами та спектральним складом;

- сформулювати особливості вимог до технології виготовлення електроізоляційної конструкції випромінювача та конструкції в цілому;

- розробити шляхи підвищення ресурсу випромінювача;

- запропонувати морським геофізичним експедиціям випромінювач, який доповнює існуючі конструкції за можливостями дослідити донні осадки з найбільш високою вирішальною спроможністю.

Реалізація результатів роботи. Реалізація результатів роботи здійснена за рахунок проведення досліджень розробленої конструкції випромінювача та методики його використання в промислових геофізичних експедиціях в складі діючих сейсмоакустичних комплексів.

У НВО "Південморгеологія" впроваджено:

- теоретичні дослідження та методику роботи високовольтного електродинамічного випромінювача в складі найновітніших зразків гідроакустичної приймальної та обробної техніки;

- проведені польові роботи на реальних морських профілях, які дають можливість перевірити правильність теоретичних передумов і лабораторних дослідів.

У "Совзморінжгеології" впроваджено:

- експериментальні зразки випромінювачів, що ввійшли до складу гідроакустичних комплексів "САК-3".

Результати роботи впроваджені також на ряді підприємств України та країн Схід.

Достовірність основних положень. Достовірність основних положень підтверджується експериментальними дослідженнями та досвідом експлуатації експериментальних зразків випромінювачів з врахуванням результатів, одержаних у даній роботі.

Апробація основних положень, висновків і рекомендацій зроблена на Міжнародних науково-технічних конференціях "Комп'ютер, наука, техніка..." /Харків-Мишкольц, 1993-1994 рр./, науково-технічній нараді "Стан і перспективи розвитку електричної ізоляції" /м.Москва, 1992 р./ та наукових семінарах кафедри електроізоляційної та кабельної техніки Харківського державного політехнічного університету /м.Харків, 1993 р./.

Публікації. По результатах дисертаційних досліджень надруковано 2 статті та 2 передані в видавництво.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох глав, заключення та списку літератури.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі показано актуальність теми, зроблено огляд літератури, доведено новизну та практичну цінність виконаних досліджень, наведено короткий зміст роботи по главах.

Значний вклад у постановку і розробку, виготовлення та практичне впровадження випромінювачів гідроакустичних імпульсів внесли вчені І.Ф.Глумов, Ю.О.Бяков, В.В.Калінін, Н.М.Грибанов, Н.О.Рой, Ю.Н.Губанов, В.Л.Дьячков. За останні десятиріччя сформувалися наукові школи в напрямках створення пневматичних /Ю.О.Бяков, Н.М.Грибанов/, електроіскрових /В.В.Калінін, П.П.Лу-

кьянов/ та електродинамічних випромінювачів /Ю.Н.Бару, В.І.Роман, В.І.Івашин/.

Великий обсяг робіт зроблено в останні часи в галузі створення та впровадження в електричну ізоляцію електротехнічних пристроїв полімерних компаундів, в тому числі епоксидних, в Харківському державному політехнічному університеті та електротехнічних підприємствах Харкова. В даній роботі продовжені дослідження поведінки епоксидних компаундів в високовольних гідроакустичних випромінювачах, в яких на електричну ізоляцію діє електричне поле та механічні імпульсні навантаження.

В першій главі розглянуто основні принципи побудови систем акустичного профілювання донних осадків, в склад яких входить випромінюючий тракт /генератор енергії і гідроакустичний випромінювач/ та приймальний /пристрої підсилення і обробки сигналів, та ресстратор/.

Дозволяюча спроможність комплексу зворотно пропорційна ширині спектра випромінюючого сигналу, тому в сейсмоакустичній техніці використовуються сигнали, які мають один або кілька періодів коливань визначеної частоти спектра випромінювання, тому при проведенні теоретичних експериментальних досліджень ототожнювання дозволяючої спроможності с переважною /основною/ частотою випромінювання. Для електродинамічних випромінювачів це 2 - 10 кГц, що дає можливість одержати дозволяючу спроможність не гірше $0,3 \pm 0,5$ м при простеженні покрівлі корінних порід до 100 м та придонної частини розрізу до 10 ± 20 м.

Серед найбільш поширених потужних випромінювачів є пневматичні та електроіскрові. Аналіз пневматичних випромінювачів показує, що максимум акустичної енергії передається у воду в діапазоні 10-40 Гц, хоча відомі роботи, в яких описані випромінювачі з діапазоном 200 - 500 Гц. Принцип дії електроіскрових ви-

проміновачів побудований на розряді високовольтної конденсаторної батареї, що має запас енергії від 2 до 100 кДж на іскровий проміжок, розміщений у воді на глибині 6 - 9 м. При використанні багатоіскрового випромінювача є можливість розширити спектр з 200 до 800 Гц, але при цьому падає амплітуда окремих спектральних складових імпульса, що потребує збільшення запасу енергії в конденсаторній батареї. Дозволяюча спроможність електроіскрових випромінювачів складає 0,5 + 0,7 м, що недостатньо при детальному вивченні донних осадків.

В порівнянні з пневматичними і електроіскровими випромінювачами, електродинамічні високовольтні випромінювачі індукційно-динамічного типу мають більше можливостей в керуванні спектральними характеристиками сигналу.

Потужний імпульс гідроакустичного типу можна одержати шляхом розряду високовольтної конденсаторної батареї на плоску котушку, яка розміщується над мембраною з електропровідного матеріалу. Спектр гідроакустичного імпульсу в такій конструкції формується частотою розрядного контуру конденсаторної батареї, власними частотами коливань мембрани та конструктивних елементів, і однією з основних задач при створенні випромінювача є розробка методів демпфірування шкідливих механічних коливань конструкційними та електроізоляційними матеріалами.

В другій главі дисертації розглянуто математичну модель випромінювача. Еквівалентна індуктивність і опір визначаються з урахуванням ефективної глибини проникнення електромагнітної хвилі в провідний матеріал котушки і диска /мембрани/, а добротність електродинамічного випромінювача /ЕДР/ визначається як

$$Q = \omega \mu_0 N \frac{d_k + \frac{1}{2} (\delta_k + \delta_g)}{b \left(\frac{\rho_k}{A_0 \delta_k} + \frac{\rho_g N}{b \delta_g} \right)} \quad 1/$$

де ω - кутова частота, I/c

μ_0 - $4 \text{ ст} \cdot 10^{-7}$ гн/м;

N - число витків;

d_k - зазор між котушкою і мембраною;

b - ширина намотки;

A_0 - радіальний розмір проводу котушки;

ρ_k, ρ_d - питомий опір матеріалу котушки і диска;

δ_k, δ_d - ефективна глибина проникнення в матеріал котушки і диска.

Розподіл електромагнітного тиску уздовж радіуса приймається ступінчастим і на ширині котушки при $\frac{d_i}{2} \leq r \leq \frac{d_e}{2}$ рівним

$$P_{\text{ел. магн.}} = \frac{F_{\text{ел. магн.}}}{\frac{\pi}{4} (d_e^2 - d_i^2)} \quad 2/$$

де d_e - зовнішній радіус котушки;

d_i - внутрішній радіус котушки;

$F_{\text{ел. магн.}}$ - амплітудне значення сили електродинамічної взаємодії котушки і диска.

Амплітуда звукового тиску $P_{\text{мо}}$ поблизу поверхні коливної мембрани можна визначити як

$$P_{\text{мо}} = \frac{F_{\text{эл. дин.}}}{S} \cdot \eta \quad 3/$$

де $\eta = \frac{\rho c S}{|Z_{\text{м}}|} =$

$$= \frac{\rho c S}{\sqrt{(\gamma_{\text{тр}} + \gamma_s)^2 + \left[\omega (m + m_s) - \frac{1}{\omega c_m} \right]^2}}$$

S - випромінююча поверхня мембрани, м^2 ;

ρ - густина води;

c - швидкість поширення звука у воді;

$|Z_{\text{м}}|$ - модуль повного механічного опору мембрани;

$\gamma_{\text{тр}}$ - опір сили тертя;

Γ_s - активний опір випромінювання;

m - маса коливної частини мембрани;

m_s - співколиваюча маса води;

C_m - механічна жорсткість мембрани.

Розрахункові і експериментальні значення η свідчать про те, що η знаходиться в діапазоні 0,15 - 0,3, в залежності від частоти розрядного контура конденсаторної батареї. Менші значення відповідають більш низьким частотам.

Акустичний тиск в близькій зоні випромінювача з урахуванням / I,2,3 / визначається як

$$P_m = U^2 \varphi^2(Q) / 2\pi c \sqrt{\frac{L}{C}} \left[d_k + \frac{1}{2} (\delta_k + \delta_g) \right] r \quad 4/$$

де U - зарядна напруга конденсаторної батареї;

$\varphi(Q)$ - коефіцієнт, який залежить від добротності випромінювача;

C - ємність конденсаторної батареї;

L - повна індуктивність розрядного контура конденсаторної батареї;

r - відстань по осі випромінювання мембрани.

Діаграма направленості випромінювання мембрани визначалась як для поршневого випромінювача і складала від 30 до 70°, в залежності від діаметра випромінювача і довжини хвилі випромінюваних коливань.

Аналіз залежності /4/ показує, що амплітуда звукової хвилі тиску у воді пропорційна квадрату зарядної напруги, тобто енергії, що запасасться, обернено пропорційна хвильовому опору розрядного ланцюга і ефективному робочому зазору між котушкою і мембраною.

Третя глава дисертації присвячена дослідженням шляхів підвищення працездатності високовольтної ізоляції ЕДВ при імпульсних впливаннях на неї електричного поля і механічних коливань мембрани.

В першому розділі обґрунтовано вибір епоксидного компаунда і скловолокнистого наповнювача, як заливочної маси корпусної і виткової ізоляції котушки випромінювача. Особливістю заливки котушки є той факт, що ізоляція повинна мати температурний коефіцієнт лінійного поширення $\Delta\text{ТКЛР}/$, близький до температури ТКЛР міді, мати високу жорсткість з боку мембрани і демпфуючі властивості з протилежної сторони котушки. Для виключення перешкод при випромінюванні від конструктивних і кріпильних елементів, мембрана з корпусом випромінювача складають єдину конструкцію, в якій відбувається заливка котушки. Крім того, корпусна і виткова ізоляція повинна мати високу електричну міцність, яка визначає надійність випромінювача в цілому. Імовірність безвідмовної роботи ізоляції в цілому визначається як

$$P_{\text{із}} = P_{\text{кор.}} \cdot P_{\text{вит.}}$$

де $P_{\text{кор.}}$, $P_{\text{вит.}}$ - імовірність безвідмовної роботи послідовного з'єднання в значенні надійності корпусної і виткової ізоляції.

Значення $P_{\text{кор.}}$ і $P_{\text{вит.}}$ залежать від величини прикладеної напруги до витків котушки випромінювача. Аналіз форми цієї напруги показав, що, крім основної частоти розрядної напруги, вона має на фронті високочастотні коливання, які підвищують амплітуду в 1,2 - 1,4 рази, тобто при зарядній напрузі 2 - 5 кВ, до котушки буде прикладено 3 - 7 кВ. Значення цієї перенапруги залежить від параметрів конденсаторної батареї, з'єднувального кабеля, поділу кабеля, еквівалентної індуктивності випромінювача і може бути визначено оперативним методом,

де

$$F = \frac{L_3 \tau_0^2}{C_p L L_3}$$

$$U_H = 2U_0 \sum \frac{F e^{-\delta_0 t} \cos \omega_0 t}{G_1(\omega_\nu) \cos \omega_\nu \tau_0 + G_2(\omega_\nu) \sin \omega_\nu \tau_0}$$

$G_1(\omega_\nu), G_2(\omega_\nu)$ - многочлени, які визначаються параметрами розрядного ланцюга;

$$\tau_0 = \sqrt{L_k C_k} \quad \nu = 1, 2, 3$$

L_e, L, L_k - еквівалентна індуктивність випромінювача, індуктивність конденсаторної батареї і погонна індуктивність кабелю;

C_p, C_k - ємність поділу кабелю у випромінювача та погонна ємність кабелю.

Для визначення демпфіруючих властивостей шару ізоляції були розраховані свої частоти коливань мембрани, за якими визначався коефіцієнт передачі акустичної енергії шаром.

Четверта глава присвячена експериментальним дослідженням ЕДВ в лабораторних умовах та при роботі в реальних умовах.

В процесі експериментальних досліджень визначалися такі параметри:

- еквівалентна індуктивність і добротність випромінювачів ЕДВ в залежності від частоти розрядного струму;

- перевірка надійності ізоляції, визначення ресурсу випромінювача;

- параметри акустичного імпульсу /рівень тиску, форма акустичного імпульсу та його тривалість/ в залежності від енергії, що підводилась і умов випробування;

- визначення амплітуди перенапруги на котушці випромінювача в залежності від параметрів кабелю та його поділу;

- можливість групування випромінювачів ЕДВ.

Дослідження проводились на експериментальних зразках випромінювачів ЕДВ-1, ЕДВ-2, ЕДВ-3, які відрізнялись один від одного конструкцією мембрани, способом її кріплення /болтове або суцільно вилите з корпусом/, різним перерізом провода котушки.

Параметри акустичного імпульсу визначались за допомогою гідрофону, встановленого на осі випромінювача на відстані 1-2,5. Амплітуда напруги, що знімалась з гідрофону була достатньою для реєстрації на осцилографі з пам'яттю типу СІ-12. Глибина занурювання випромінювача складала від 0,2 до 2 м, зарядна напруга накопичувача змінювалась від 1 до 5 кВ. Вплив еквівалентної індуктивності випромінювача і ємності конденсаторної батареї визначались при індуктивності випромінювача від 25 до 120 мкГц і ємностях 25, 50, 100 і 200 мкФ.

Діаграма направленості ЕДВ визначалась методом повороту випромінювача / $L = 106$ мкГц, $C = 25$ мкФ / над нерухомим гідрофоном. Випромінювач кріпився до борту судна, глибина занурювання випромінювача складала 1,5 м, відстань по вертикалі "випромінювач - гідрофон" - 10 м.

Стабільність сигналу, який випромінювався, визначалась шляхом порівняння амплітуди і спектрального складу 4-х однотипних випромінювачів. Одержані спектрограми акустичних імпульсів від кожного з випромінювачів, підтверджують стабільність сигналів, які одержували, і можливість групування ЕДВ.

ГОЛОВНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Запропоновано нове рішення актуальної науково-технічної задачі створення ефективних електродинамічних випромінювачів гідроакустичних імпульсів для проведення сейсмозв'язувальних робіт на шельфі моря, розширені уявлення про можливості електро-

динамічних джерел, визначені їх області застосування і шляхи їх подальшого удосконалення.

2. Розроблена методика розрахунку імпульсного джерела гідроакустичних імпульсів з індукційно-динамічним перетворювачем. Запропоновано зручне для чисельних розрахунків і фізично наглядне наближення, яке враховує вплив електричної і механічної систем на процес формування акустичного імпульсу в водному середовищі.

3. На основі теоретичних положень створено ряд експериментальних випромінювачів для профілювання донних осадків. Діапазон акустичних коливань, які генеруються, складає 2 - 7 кГц, де нижня границя визначається зниженням ефективності застосування індукційно-динамічного привіда, а верхня границя - можливостями створення механічної системи випромінювача. В результаті лабораторних і польових випробувань встановлено, що розроблені випромінювачі мають високу повторюваність форми імпульсу та його спектрального складу.

4. Експериментальні дослідження розроблених джерел показали, що амплітуда акустичного тиску, який розвивається, досягає до 100 кПа, при діаграмі направленості 30 - 70°, в залежності від конструкції випромінювача. Акустичний ККД випромінювачів досягає 10% при ресурсі до 10⁸ розрядів. При глибинності досліджень по донним осадкам 60 ± 100 м випромінювачі дозволяють одержати вигоду досліджень не гірше 0,2 - 0,5 м.

5. При розробці електроізоляційної конструкції випромінювача визначені амплітуда перенапруги на котушці і частоти механічних коливань мембрани, проаналізовано їх сумісний вплив на вибір конструктивних розмірів ЕДР. Показано, що хвильовий характер коливань мембрани приводить до явищ кавітації і відколу в її центрі.

6. Заливка і капсулювання випромінювача проводиться епоксид-

ним компаундом з скловолоконистим наповнювачем. Визначена кількість наповнювача, достатнього для зниження температурного коефіцієнту лінійного поширення і виключення появи термопружних напруг.

Запропонована конструкція демпфіруючого шара випромінювача, який виключає появу "хвиль-супутників" при сейсмоакустичних дослідженнях.

СПИСОК

робіт за темою дисертації

1. Моделювання процесів збудження сейсмічних коливань електродинамічними джерелами /Н.О.Бекиров, А.Г.Гурин, Шейх Абубакер Алі/. Тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції "Комп'ютер, наука, техніка, технологія, здоров'я" Харків-Мішкольц /Угорщина/, 1993, с.92.

2. Результати експериментальних досліджень електродинамічного джерела для морського сейсмічного профілювання /В.Я.Гладченко, А.Г.Гурин, Шейх Абубакер Алі/. Тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції "Комп'ютер, наука, техніка, технологія, здоров'я", Харків-Мішкольц /Угорщина/, 1994, с.58.

Завданням научних робіт, котрі належать до теоретичних досліджень, є розробка математичної моделі високовольтного електродинамічного генератора з плоскою випуклою мембраною в залежності від параметрів випускаемого імпульсу і конструктивних особливостей електричної частини генератора. Обумовлено

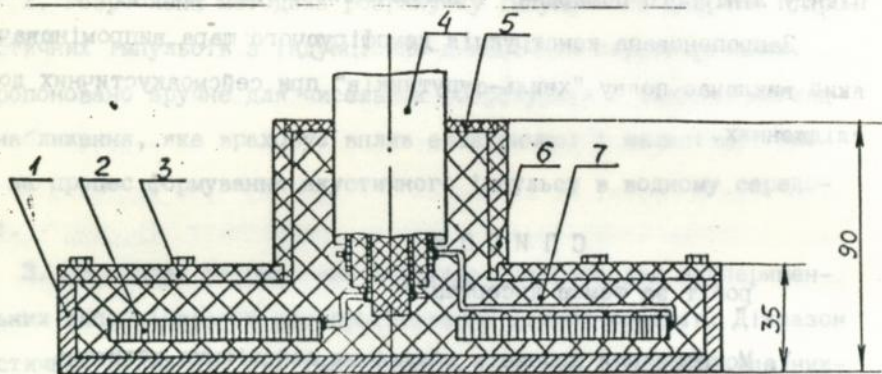
введення експериментальних об'єктів: генераторів системи акустичного профілювання;

Ключові слова:

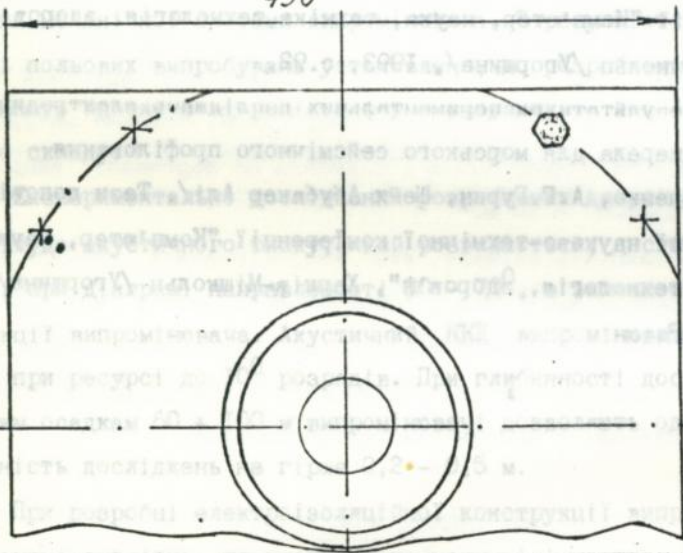
електродинаміка; випукла мембрана; імпульсний генератор;

гідроакустичний профілювач.

Конструкція випромінювача



450



- 1 - корпус випромінювача;
- 2 - плоска катушка /індуктор/;
- 3 - кришка /склотекстоліт/;
- 4 - кабельний ввід ;
- 5,6 - склоепоксидний стакан та кришка ;
- 7 - епоксидний компаунд з наповнювачем.

Shekhi Abubaker Ali. Development and research of high voltage electrodynamical radiators of hydroacoustic pulses. Thesis for Ph.D. degree (Technical Sciences) application on speciality 05.09.02- Electric Isolation and Cable Technique, Kharkov State Polytechnical University, Kharkov, 1995.

We present scientific papers that contain theoretical consideration of calculated model of high voltage electrodynamic radiator with flat radiation membrane depending upon parameters of radiated pulse and construction peculiarities of radiator electric isolation. Experimental radiator samples have been put into practice in the systems of acoustic profiling for geophysical expeditions.

Шейх Абубакер Али. Разработка и исследование высоковольтных электродинамических излучателей гидроакустических импульсов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.02 - электроизоляционная и кабельная техника, Харьковский гос. политех. ун-т, Харьков, 1995.

Защищается научных работы, которые содержат теоретические исследования расчетной модели высоковольтного электродинамического излучателя с плоской излучающей мембраной в зависимости от параметров излучающего импульса и конструктивных особенностей электрической изоляции излучателя. Осуществлено внедрение экспериментальных образцов излучателя в системы акустического профилирования геофизических экспедиций.

Ключові слова:

електродинамічний випромінювач, епоксидний компаунд, гідроакустичний імпульс.



Кандидат наук
 Харьковский политехнический университет, Харьков, 1958.
 Thesis for Ph.D. degree (Technical Sciences) application on
 voltage electrodynamic radiators of hydroacoustic pulses.
 Speciality 08.08.05 - Electric Isolation and Cable Technique.
 We present scientific papers that contain theoretical con-
 sideration of calculated and experimental results of electro-
 dynamic radiators with various parameters depending on
 parameters of radiators and conditions of their operation.
 of radiator electric isolation. Experimental radiator sampl-
 es have been put into practice in the systems of acoustic

profiling for geophysical expeditions.

Кандидат наук
 Харьковский политехнический университет, Харьков, 1958.
 Thesis for Ph.D. degree (Technical Sciences) application on
 voltage electrodynamic radiators of hydroacoustic pulses.
 Speciality 08.08.05 - Electric Isolation and Cable Technique.
 We present scientific papers that contain theoretical con-
 sideration of calculated and experimental results of electro-
 dynamic radiators with various parameters depending on
 parameters of radiators and conditions of their operation.
 of radiator electric isolation. Experimental radiator sampl-
 es have been put into practice in the systems of acoustic

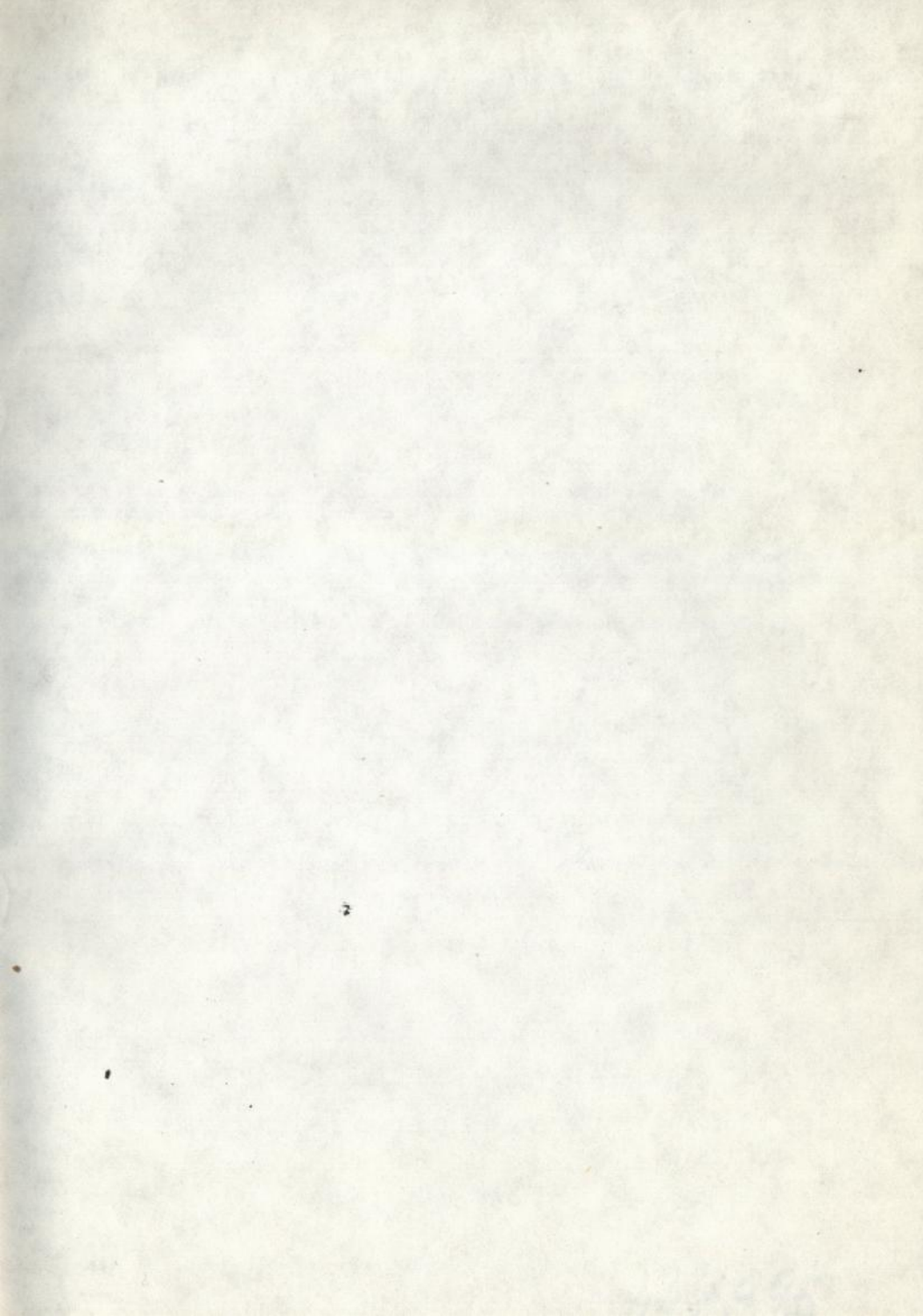
1958

Кандидат наук
 Харьковский политехнический университет, Харьков, 1958.
 Thesis for Ph.D. degree (Technical Sciences) application on
 voltage electrodynamic radiators of hydroacoustic pulses.
 Speciality 08.08.05 - Electric Isolation and Cable Technique.
 We present scientific papers that contain theoretical con-
 sideration of calculated and experimental results of electro-
 dynamic radiators with various parameters depending on
 parameters of radiators and conditions of their operation.
 of radiator electric isolation. Experimental radiator sampl-
 es have been put into practice in the systems of acoustic

Підписано до друку 20.02.95 р.

Усл. друк. л. Тираж 100 прим. Замовл. № 109

Надруковано на ротарпінті Харківського тракторного заводу
 ім. Орджонікідзе. ЗІ0007, Харків, пр. Московський, 225.ХТЗ.
 Ротарпінт.



447995

AB 32.097