

ІНСТИТУТ МЕДИЦИНИ ПРАЦІ АН та АМН
УКРАЇНИ

на правах рукопису

ЛІТВІШКОВА ОЛЕНА ІВАНІВНА

ВПЛИВ ІМПУЛЬСНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ
НА НЕРВОВУ СИСТЕМУ ПРИ КОНТАКТНІЙ
ЗВАРЦІ ВИРІВНЯНИМ СТРУМОМ

14.00.07- "ГІГІЄНА"

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата біологічних наук

Київ - 1993



00756710 (Q)

AB 29.201

Роботу виконано в лабораторії електромагнітних випромінювань Харківського науково-дослідного інституту гігієни праці та профзахворювань Міністерства охорони здоров'я України

Наукові керівники: академік АН України, доктор медичних наук, професор О.А.Навакатикян, кандидат медичних наук Л.Ф.Зюбанова.

Офіційні опоненти:

Думанський Ю.Д. - доктор медичних наук, професор.

Горбань Л.М. - кандидат медичних наук.

Ведучий заклад:

Харківський медичний інститут

Захист відбудеться " _____ " _____ 199 р. о _____
годині на засіданні Спеціалізованої ради Д.088.18.01

"Гігієна" при Київському НДІ гігієни праці та профзахворювань за адресою: 252033 Київ, вул. Саксаганського, 75

З дисертацією можна ознайомитися в науковій бібліотеці Київського НДІ гігієни праці та профзахворювань.

Автореферат розіслано " _____ " _____ 199 р.

Вчений секретар
Спеціалізованої ради,
кандидат медичних наук

О.І.Ковальова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Контактна зварка, як високопродуктивний засіб з'єднання металу, дедалі ширше використовується у промисловості. Одним з її різновидів є зварка вирівняним струмом, яка значно перевищує усі інші види техніко-економічними показниками та відкриває широкі перспективи застосування в різноманітних галузях народного господарства. Однак, незважаючи на ряд переваг цього способу, він має й істотний недолік - сприяє появі на робочих місцях обслуговуючого персоналу імпульсних магнітних полів /ІМП/ значної напруженості, які можуть негативно впливати на організм працівників.

Незважаючи на численні матеріали про біологічну дію електромагнітних полів /ЕМП/ радіочастот /З.В.Гордон, 1966, Ю.Д. Думанський, 1987, Навакатикян М.О., 1988, С.І.Герашенко, 1990, Н.В.Рубцова, 1991, Ю.О.Холодов, 1992, K. Silzinger, 1990, M. Odensgaard, 1991/, гігієнічна оцінка умов праці та вплив ІМП на організм зварників при контактній зварці випрямленим струмом не отримали достатнього висвітлення в науковій літературі. Разом з тим, згідно з даними клінічних спостережень /О.Б.Дрогичина, 1968, М.М.Садчикова, 1977, Д.К. Абрамович-Поляков, 1979, С.М.Кочергін, 1981, R. Cabanes et al., 1990/ та експериментальних досліджень на тваринах /О.О.Навакатикян, 1954, З.В.Гордон, 1966, Л.І.Мищенко, 1970, К.В.Судаков, 1973, Г.І.Бвтушенко, 1978, Ю.Д.Думанський, 1978, А.М.Волинський/, встановлена висока чутливість організму, перш за все центральної нервової системи /ЦНС/ до дії ЕМП. Крім того, в літературі дотепер немає відомостей про суть фізіологічних процесів у ЦНС /кора та підкоркові утворення/, які можливо зумовлюють порушення функції та морфології мозоку. Водночас вирішення цих питань дозволить до певної міри визначити окремі сторони механізму дії ІМП.

Враховуючи викладенне, а також відсутність науково обгрунтованих гігієнічних нормативів та розроблених рекомендацій з поліпшення умов праці зварників, спрямованих на запобігання професійної патології, можна дійти висновку, що вивчення цього питання є надто актуальним як з практичного, так і теоретичного боку.

Метою роботи було вивчити вплив імпульсного магнітного поля на центральну нервову систему при різних параметрах та режи-

мах опромінення.

Основні задачі дослідження. Для досягнення вказаної мети необхідно було вирішити такі задачі:

- оцінити умови праці зварників, що обслуговують контактнo-зварювальне обладнання, яке працює на випрямленому струмі;
- дослідити вплив ІМП на організм зварників в умовах виробництва;
- в експерименті на тваринах вивчити вплив ІМП на нервову систему /кора та підкоркові утворення/ в залежності від режимів опромінення /напруженість, величина міхімпульсного інтервалу, експозиція/;
- обґрунтувати значимість виявлених змін у ЦНС з урахуванням гігієнічного нормування.

Наукова новизна та теоретична значимість роботи полягає в тому, що вперше за матеріалами динамічних спостережень встановлена несприятлива дія ІМП на організм зварників, що обслуговують контактнo-зварювальне обладнання, яке працює на випрямленому струмі; в експерименті на тваринах виявлені особливості біологічної дії ІМП на ЦНС в залежності від його параметрів та експозиції; встановлено, що зі збільшенням напруженості поля, експозиції та зменшенням міхімпульсного інтервалу у тварин відбувалися найбільш виразні зміни в ряді фізіологічних показників /умовнорефлекторна діяльність, сумарно-пороговий показник/, електрофізіологічних та біохімічних /вуглеводно-енергетичний та азотистий обмін/ і морфологічних /порушення кровообігу, дистрофічні зміни/; встановлено, що утворення головного мозку гіпокампа та гіпоталамусу - чуйні до впливу вивчаемого фактору.

Практична цінність роботи полягає в тому, що отримані результати використані при розробці методичних вказівок з гігієнічної оцінки магнітних полів та гранично допустимих рівнів, що забезпечують безпечні умови праці зварників. Результати досліджень знайшли своє відображення у документі "Методичні вказівки з гігієнічної оцінки основних параметрів магнітних полів, що створюються машинами контактної зварки випрямленим струмом, а також сприйняті при розробці "Гранично допустимих рівнів магнітних полів, що утворюються машинами контактної зварки випрямленим струмом". Матеріали досліджень знайшли застосування у практиці навчання слухачів інституту удосконалення ліварів міста Харкова.

Основні положення дисертації, що виносяться на захист:

1. Імпульсне магнітне поле, що створюється при контактній зварці випрямленим струмом несприятливий фактор виробничого середовища.

2. Імпульсне магнітне поле впливає на центральну нервову систему людини та тварин.

3. Ступінь виразності біологічної дії ІМП залежить від параметрів поля / напруженість, величина міжімпульсного інтервалу/ та режимів впливу /експозиція/.

Апробація роботи. Дисертація обговорена та схвалена вченою радою Харківського науково-дослідного інституту гігієни праці та профзахворювань Міністерства охорони здоров'я України.

Матеріали дисертації доповідались на конференціях "Проблеми елек тромагнітної нейробіології /інститут вищої нервової діяльності та нейрофізіології АН СРСР, 1988, 1989/; на республіканській конференції "Сучасні проблеми гігієни праці та профпатології в машинобудівній та хімічній промисловості" /Харків, 1983/; на XXI підсумковій науковій конференції професорсько-викладацького складу військово-медичного факультету Київського медичного інституту /1988/; на ІУ-УП конференціях молодих науковців та фахівців Харківського НДІ гігієни праці та профзахворювань /Харків, 1983-1988/.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 8 статей, тезисів, повідомлень.

Структура дисертації. Дисертація викладена на 243 сторінках машинопису, складається з вступу, огляду літератури, 4 глав власних досліджень, закінчення, висновків, списку літератури /304 джерела/, ілюстрована 25 малюнками та 28 таблицями.

ЗМІСТ РОБОТИ

Обсяг та методи досліджень. Вивчення впливу ІМП на організм працівників здійснювалось із застосуванням гігієнічних, фізіологічних, та клінічних методів. Гігієнічні дослідження виконувались на виробничих об'єднаннях "Моноліт", "Завод ім.Малишева", "Москвич", "АвтоКрАЗ". Обстежено 74 одиниці контактнo-зварювального обладнання, у тому числі 18 стикових машин, 21 точкових, 15 шовних, 20 рельєфних. Вимірювання рівнів напруженості магнітних полів на робочих місцях зварників провадилось у відповідності з "Методичними вказівками з гігієнічної оцінки

основних параметрів магнітних полів, що створюються машинами контактної зварки змінним струмом частотою 50 Гц", Г 3207-85 атестованими вольтметром типу В7-27, осцилографом С8-12 та мікротесламетром Г-79. Температура, відносна вологість та швидкість руху повітря визначалися аспіраційним психрометром Асмана та термоанемометром ЕА 2М. Рівень звуку вимірювався шумоміром типу "2204" фірми "Брель та К'єр". Концентрація окису заліза, міді, двоокису азоту визначалась згідно "Методичним вказівкам з визначення шкідливих речовин в зварювальному аерозолі /тверда фаза та газу/" № 2348-81 МОЗ СРСР.

Хронометраж робочого часу зварників проводили в динаміці робочого дня.

Апаратура, що використовувалась, пройшла Державну перевірку та визнана придатною для проведення гігієнічних досліджень. Всього виконано 40 000 вимірювань.

Дослідження функціонального стану центральної нервової, вегетативної та серцево-судинної систем у робітників, які обслуговують контактну-зварювальне обладнання, проводилось в умовах виробництва в динаміці робочого дня. Обстежено 102 робітники /60 зварників та 42 чоловіки контрольної групи - слюсарі та жестяники/. Стан ЦНС вивчався шляхом визначення величин латентного та моторного періодів простої слухо-моторної та диференційованої зорово-моторної реакції на звуковиї, колірний та подразник, що рухається із застосуванням телерадіорефлексометра "Центр - 2". Дослідження вегетативної нервової системи здійснювалось шляхом вимірювання температури та електричного опору шкіри в симетричних точках із застосуванням апарату Мішука. Рівень систолічного та діастолічного артеріального тиску оцінювався за методом Короткова.

Стан здоров'я працівників вивчався в умовах медсанчастини з залученням терапевта, невропатолога, окуліста та отоларинголога.

Експериментальні дослідження впливу ІМП на ЦНС тварин /1900 голів/ проводились в умовах хронічного досліду /1 місяць дії та 1 місяць післядії події/ в залежності від напруженості /3, 10 та 30 кА/м/, експозиції /1, 3 та 6 годин на добу/ та та величини міхтипульсних інтервалів /1, 3 та 10 с/. Для цього була створена експериментальна база. Джерелом ІМП служила нагромаджувальна система, яка складалась з силового трансформатора та випрямного блоку, що призначався для випромінювання

зваривального струму, який подається у вигляді серії імпульсів на соленоїди циліндричної форми, всередині яких розміщувались тварини у вільному стані. Нерівномірність поля по довжині біологічного об'єкту складала $\pm 10\%$. Рівень шуму та температура повітря в робочому об'ємі опромінюючих систем не перевищували нормативні величини згідно ДЕСТ "СБТ" 12.1.005-88, СП № 3223-85, № 4088-86. Під час виконання досліджень регулярно проводилась метрологічна перевірка апаратури й тим самим забезпечувалась надійність та стабільність виконання експерименту. Контрольні вимірювання параметрів ІМП проводились щоденно.

Експериментальні дослідження виконувались з дотриманням основних умов: підбір тварин за масою, віком, статтю. Перед початком експерименту знімався вихідний фон.

Стан ЦНС тварин визначався методом оборонних умовних рефлексів за Олександровим І. С. та Цибінов М.Ф. /1947/, величина сумаційно-порогового показника - за О.В.Сперанським /1974/, електрична активність мозоку - методом електроенцефалографії. Відвідні електроди імплантувалися в сенсомоторну область кори та лімбічні структури головного мозоку - дорзальний гіпокамп, контрлатеральний гіпоталамус, базолатеральну групу ядер мигдалевого комплексу за атласом С. Фіфкової та Дж. Маршала /1962/. Проводився автоспектральний аналіз та досліджувався ступінь когерентності в парах: кра-мигдаліна, кора-гіпоталамус, кора-гіпокамп, мигдаліна-гіпокамп, мигдаліна-гіпоталамус, гіпокамп-гіпоталамус.

Стан вуглеводно-енергетичного та азотистого обміну оцінювали шляхом визначення змісту глюкози, глікогену та молочної кислоти за М.І.Прохоровою та З.М. Тупиковою /1965/, креатинфосфату за О.Н.Оленевіч /1967/, аміаку та глутаміну за О.І. Сілаховою зі співавт. /1962/.

Структура ЦНС /кора головного мозоку та гіпоталамічна область/ досліджувалась морфологічними методами з забарвленням гістологічних препаратів гематоксилином-еозином за Нісслем. Використовувалась світлова мікроскопія. Виконано біля 600 досліджень.

Отримані матеріали оброблені варіаційно-статистичним методом із застосуванням критерію достовірності "t" за Ст'юдентом-Фішером, а також із використанням ЕОМ М-6000. Статистично достовірними вважались зміни показників, різниця між якими

/P/ була рівною або меншою, ніж 0,05.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Гігієнічні дослідження, виконані в умовах виробництва, показали, що на виробничому об'єднанні "АвтоКрАЗ" використовуються в основному машини точкової та шовної контактної зварки, на Ю "Моноліт", "Завод ім. Малішева" та "Москвич" - стикової та рельєфної з загрузкою до 60,4 % на добу. Встановлено, що контактано-зварювальне обладнання, яке знаходиться на експлуатації не має надійних захисних екранів на елементах зварювального контура і таким чином випромінює у виробниче середовище імпульсну електромагнітну енергію. Це призводить до того, що зварювальники під час виконання трудових операцій підлягають дії ІМП значної напруженості. Рівень поля на їх робітничих місцях складав 1,5-30 кА/м і залежав від типу обладнання, його потужності, характеру виконуемого технологічного процесу та знаходження робітничого місця від джерела випромінювання.

Головним джерелом електромагнітної енергії була система струмопідвідних елементів, що забезпечували підвід зварювального струму від трансформатора до робочих електродів /струмопідвідні шини, консолі, кабелі, та зварювальні деталі/.

Проведені хронометражні спостереження показали, що зварювальники під час виконання трудових операцій на протяжі зміни підлягають впливу ІМП від 10,4 до 60,2 % робочого часу. Довжина дії ІМП залежить також від кількості зварювальних робіт, їх виду, а також типа контактано-зварювального обладнання.

Що стосується інших факторів виробничого середовища /показники мікроклімату, насиченість робочого повітря пилюшкою та газами, рівень звуку та інше, то як показали результати досліджень головним чином знаходились у межах гігієнічних нормативів згідно ДЕСТ "СБСТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны", "Санитарные нормы микроклимата производственных помещений" № 4088-86, "Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах" № 3223-85.

Встановлено також, що робота зварювальників супроводжується фізичним напруженням м'язів спини, рук і ніг внаслідок переносу виробів значної ваги /50 кг і більш/, а також нервовим напруженням /безперервний нагляд за якістю зварки/. Оцінюючи їх працю згідно "Гигиенической классификации труда по

показателями вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса" № 4137-86 вважаємо можливим по більшості показників віднести її до III класу I ступеня шкідливості /Крилов В.О., Дценкова Т.В., 1972/.

Таким чином, враховуючи, що на робочих місцях зварників різні звуки, освітленості, показники мікроклімату, концентрація хімічних речовин не перевищували нормативні значення, можна заключити, що ІМП є основним несприятливим фактором /Воронцов Е.І., 1973; Шестаков В.Г., 1987; Зубанова І.Ф., 1989/. Оскільки для ІМП, які створюються контактним-зварювальним обладнанням, яке працює на випрямленому струмі, відсутні гранично допустимі рівні, були виконані дослідження з вивчення біологічної дії даного чинника на організм в умовах виробництва та експерименту.

Щоб зв'язувати вплив ІМП на організм робітників проводились фізіологічні дослідження у динаміці робочого дня. Встановлено, що найбільш виражені зміни у стані ЦНС спостерігались в кінці робочої зміни. Це проявлялося достовірним збільшенням латентного та моторного періодів простої слухо-моторної та диференційованої зорово-моторної реакції у зварників, що становило $0,44 \pm 0,027$ с в основній групі проти $0,22 \pm 0,008$ с в контрольній / $P < 0,05$ / та $0,58 \pm 0,023$ с/основна група/ проти $0,35 \pm 0,007$ с /контрольна група/, відповідно, $P < 0,01$ /, що певно свідчить про порушення основних нервових процесів у корі головного мозку - збудження та гальмування з переважанням останнього та розвитку у зварників стомлення. Результати досліджень узгоджуються з даними М.М. Садчикової /1972/, М.Р. Воярського /1987/, В. Г. Шестакова /1987/, отриманих при дії ІМП промислових та низьких частот.

Поряд з викладеним у зварників наприкінці робочого дня устаткована деяка тенденція до підвищення електричного опору /окрім цього показника на кінцях рук/ та температури шкіри на $0,5-1,9$ °С; що, можливо, має зв'язок з впливом цього чинника на регуляторні центри вегетативної нервової системи, а саме, зі збудженням симпатичного її відділу /Каліда Т.В., 1959; Семпов Д.О., 1962; Федралий М.Р., 1986/. Вказані зміни були не дуже виражені і не виходили за межі фізіологічних коливань і можуть, у зв'язку з цим, розглядатися як компенсаційно-приспосовувальні.

Вивчення стану серцево-судинної системи у зварників дало змогу виявити тенденції до зниження рівня артеріального тиску також на прикінці робочого дня з $121 \pm 2,3$ мм.рт.ст. до $116 \pm 1,9$ мм.рт.ст., що згоджується з даними С.І. Смурової /1959/, Д.О. Осипова /1966/, М.В. Горбонісової /1968/, Г.І. Бугуленко /1978/ та свідчать про вплив фактора на цю систему.

Оцінюючи результати фізіологічних досліджень, вважаємо можливим заключити, що виявлені зміни у зварників зумовлені дією несприятливих умов праці /ІМП, фізичне напруження/, і, насамперед дією основного чинника виробничого середовища - ІМП, оскільки у осіб контрольної групи, що перебували у аналогічних умовах, але не контактували з ІМП, вказані зміни були практично відсутні.

Таким чином, аналіз фізіологічних досліджень підтвердив висловлене раніше припущення, що праця зварників в сучасних цехах машинобудування проходить у несприятливих умовах.

Дані фізіологічних досліджень угоджуються із результатами клінічного обстеження 124 робітників / 90 зварників та 34 чоловіка контрольної групи у віці 20-47 років зі стажем роботи 3-5 років.

При оцінці стану їх здоров'я виявлені функціональні порушення в діяльності нервової системи, які проявлялися у зміні їх самопочуття в динаміці робочого дня /головний біль у 25 % випадків, сонливість у 16 %, загальна слабкість і швидка стомлюваність - 23 %, нервозність - 29 % та переважання зрушень неврологічного статусу в основній групі робітників у порівнянні з особами контрольної - тремор пальців рук /27 і 2 %/, торпидність сухожильних рефлексів /7,7 і 0,4 %/, гіпоальгезія кінцівок рук /8,6 і 1,1 %/ та інше. Отримані скарги у зварників з підвищенням стану роботи зростали /27, 4 %/, тоді як у осіб контрольної групи вони були зафіксовані значно менше /9,2 % випадків/..

У внутрішніх органах у незначному числі випадків /6,3 %/ отримані типові зміни у стані серцево-судинної системи /уповільнення процесу ебудження, синусова брадикардія в тахікардія/. Робітники скаржились на нерівно виражені диспептичні розлади, які зростали зі стажем роботи. Однотипність зрушень у осіб, що були обстежені, в стані нервової та серцево-судинної систем, а також тенденція до зростання змін з підвищенням стану роботи, вказує на можливий їх зв'язок із несприятливим впливом даного фактора. Водночас слід підкреслити не-

велику виразність клінічних змін у собі обстежуваного контингенту робітників, які не виходили за межі фізіологічних коливань і можуть у зв'язку з цим розглядатися як компенсаційно-приспосовувальні.

Наявність виявлених змін у стані здоров'я зварників, і, в першу чергу у нервовій системі, викликала необхідність проведення експериментальних досліджень на тваринах для з'ясування характеру впливу ІМП на ЦНС. Для цього були виконані комплексні дослідження /фізіологічні, електрофізіологічні, біохімічні, морфологічні/ з вивчення впливу ІМП на ЦНС щурів /1900 голів/ в динаміці хронічного досвіду на протязі двох місяців /1 місяць дії та 1 місяць післядії/ у залежності від фізичних параметрів поля - напруженості /3, 10, 30 кА/м/, експозиції /1, 3, 6 годин/ та мікімпульсного інтервалу /1, 3, 10 с/.

У відповідності із режимами опромінення усі тварини були розділені на 8 серій, сім із яких піддавали дії ІМП таких параметрів: перша серія - напруженість поля 3 кА/м, експозиція 1 година, мікімпульсний інтервал 1 с; друга серія - відповідно 3 кА/м, 3 години, 1 с; третя серія - 3 кА/м, 6 годин, 1 с; четверта серія - 10 кА/м, 1 година, 1 с; п'ята серія - 10 кА/м, 1 година, 3 с; шоста серія - 10 кА/м, 1 година, 10 с; сьома серія - 30 кА/м, 1 година, 1 с. Восьма серія тварин слугувала контролем.

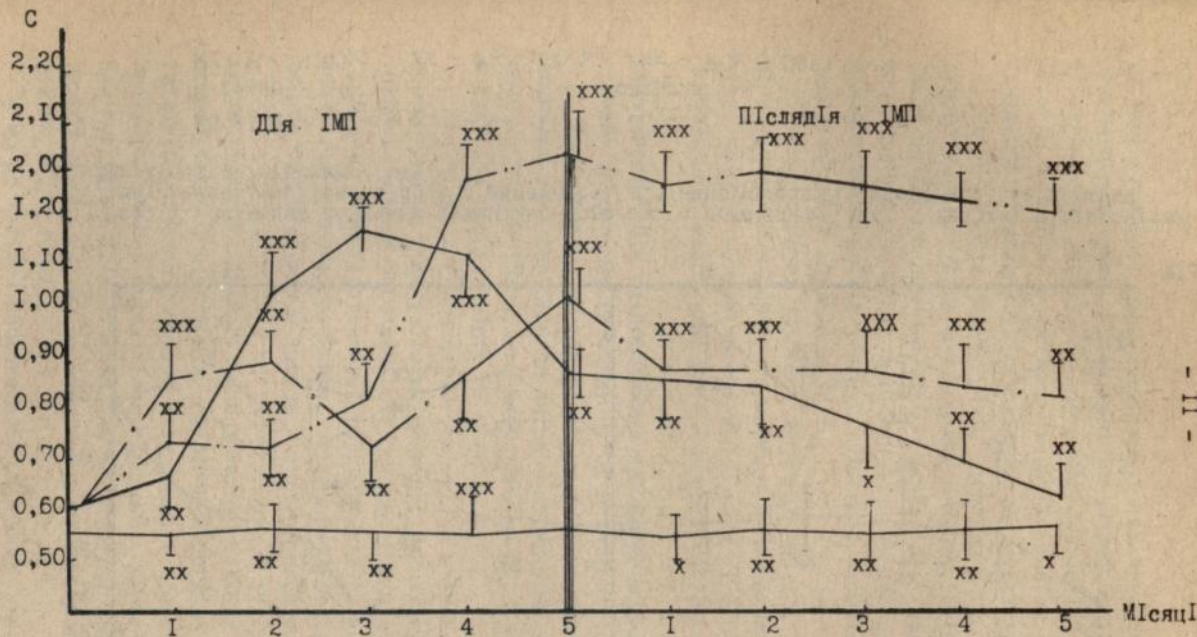
В результаті проведення фізіологічних досліджень виявлені функціональні розлади в діяльності ЦНС, що проявлялось у розвитку гальмувальних процесів /збільшення латентного періоду оборонного умовного рефлексу, зниження збудливості за даними бумажно-порогового показника/ у тварин різних серій на протязі усього періоду опромінювання та після його припинення. Порівняння виявлених зрушень при різних параметрах опромінювання дозволило встановити, що найбільш чіткі та суттєві порушення показників, що вивчались, відбувались у щурів, що зазнавали дії ІМП напруженістю 30 кА/м /восьма серія/, шестигодиною експозицією /третя серія/ та при мікімпульсному інтервалі 1 с /четверта серія/, особливо наприкінці опромінювання. Величина латентного періоду оборонного умовного рефлексу у щурів цих серій знаходилась у межах $2,03 \pm 0,0118$ с у досліді проти $0,55 \pm 0,003$ с у контролі / $P < 0,001$ /; $1,0 \pm 0,0116$ с у досліді проти $0,57 \pm 0,007$ с у контролі / $P < 0,001$ /; $1,15 \pm$

0,014 с у досліді проти $0,56 \pm 0,005$ с у контролі / $P < 0,001$ / відповідно; сумаційно-пороговий показник - $34,0 \pm 1,29$ імп. у досліді проти $12,2 \pm 0,86$ імп. у контролі / $P < 0,001$ /; $18,8 \pm 1,03$ імп. у досліді проти $12,9 \pm 0,85$ імп. у контролі / $P < 0,01$ /; $31,4 \pm 1,96$ імп. у досліді проти $10,6 \pm 0,74$ імп. у контролі / $P < 0,001$ / відповідно /див. мал. 1 і 2/.

Після припинення дії поля у тварин оборонні умовні рефлекси та сумаційно-пороговий показник не відновлювались і мали на п'ятій неділі такі величини: оборонний умовний рефлекс - $1,18 \pm 0,0108$ с у досліді проти $0,56 \pm 0,017$ с у контролі / $P < 0,001$ /; $0,71 \pm 0,068$ с у досліді проти $0,57 \pm 0,007$ с у контролі / $P < 0,06$ /; $1,15 \pm 0,0144$ с у досліді проти $0,55 \pm 0,002$ с у контролі / $P < 0,001$ / відповідно; сумаційно-пороговий показник - $24,0 \pm 0,73$ імп. у досліді проти $10,3 \pm 0,66$ імп. у контролі / $P < 0,001$ /, $11,0 \pm 0,63$ імп. у досліді проти $12,0 \pm 0,68$ імп. у контролі / $P > 0,5$ / та $21,0 \pm 1,25$ імп. у досліді проти $10,9 \pm 0,75$ імп. у контролі / $P < 0,001$ / відповідно, що свідчить про значну біологічну дію даного фактора. Оскільки у тварин вказаних серій виявлені зміни спостерігалась на протязі впливу ІМП і не відновлювались у періоді післядії /за виключенням СШ при шестигодинній експозиції/, їх можна, очевидно, розцінити як порогові патологічної дії.

Аналогічна, але менш виражена направленість змін, яка в окремих випадках зберігалася і в періоді післядії, спостерігалась у щурів при дії ІМП 10 кА/м^2 /5 серія/, тригодинній експозиції /2 серія/, що дозволило ці величини визнати пороговими. Що ж до дії ІМП напруженістю 3 кА/м^2 , однострумкової експозиції /1 серія/, інтервалу 10 с /6 серія/, то у цих випадках істотної різниці у величинах досліджуваних показників у еспериментальних та контрольних тварин не виявлено. Отримані зрушення були у межах фізіологічних коливань та відновлювались після припинення дії поля.

Для поглибленого вивчення змін, які були виявлені у ЦНС, були проведені дослідження, щоб в'ясувати вплив ІМП різних режимів на біоелектричну активність мозку тварин /кора та підкоркові утворення/ в залежності від напруженості /3, 10, 30 кА/м^2 /, експозиції /1, 3, 6 години/ та імпульсного інтервалу /1, 3, 10 с/. Проводились автоспектральний та крос-когерентний аналізи електроенцефалограм з високим ступенем дискретизації попарно у таких структурах як кора-гіпокамп,

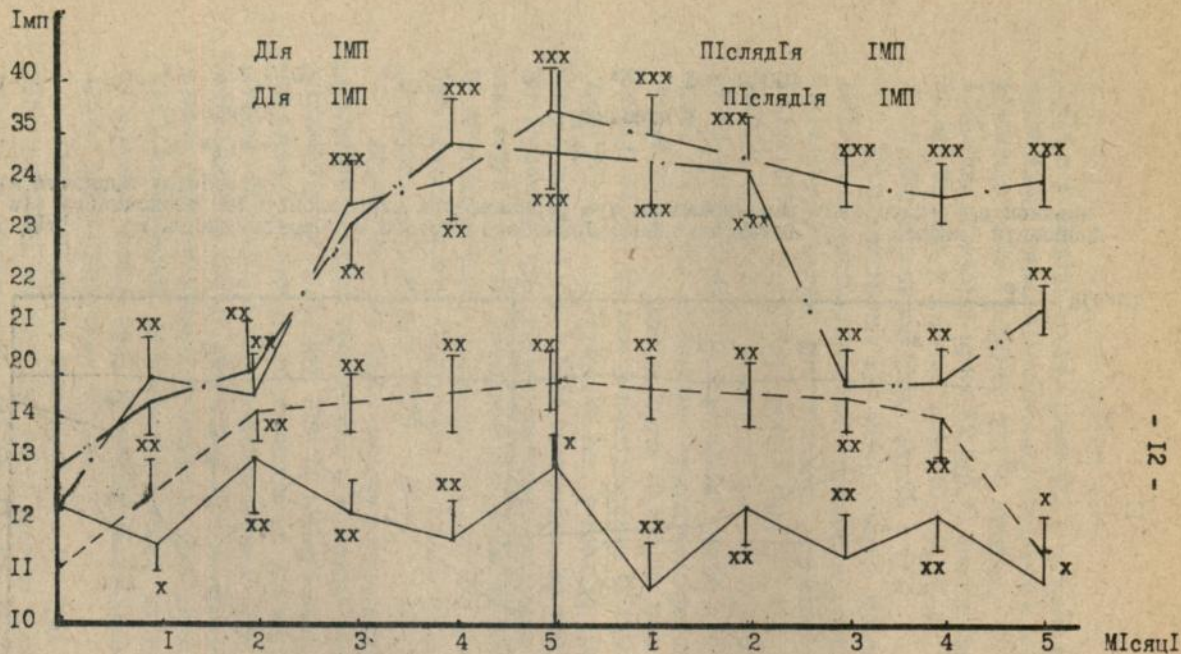


Мал. 1. Змінення латентного періоду оборонноумовного рефлексу (С) у тварин, підвергнутих дії Імпульсного магнітного поля в залежності від напруженості, експозиції та довжини міжімпульсного інтервалу ($M \pm m$)

30 кА/м - - - - - І с - - - - -

6 годин - - - - - Контроль -

x - $P < 0,05$; xx - $P < 0,01$; xxx - $P < 0,001$



Мал. 2. Змінення величини сумарно-порогового показника (Імп) у тварин, підвергнутих дії Імпульсного магнітного поля в залежності від напруженості, експозиції та довжини міжімпульсного інтервалу ($M \pm m$)

30 кА/м - - - - - І с - - - - -
 6 годин - - - - - Контроль -
 x - $P < 0,05$; xx - $P < 0,01$; xxx - $P < 0,001$

кора-гіпоталамус, кора-мигдалина, мигдалина-гіпокамп, мигдалина-гіпоталамус, гіпокамп-гіпоталамус. На основі даних спектрального аналізу ЕЕГ встановлено, що ІМП напруженістю 30 кА/м /7 серія/ спричиняло найбільш значну та стійку реорганізацію ритмики кори та підкоркових структур головного мозку тварин у всіх відведеннях, особливо у гіпокампових та гіпоталамічних /зниження амплитуди хвиль, зміщення спектру ЕЕГ в низькочастотну область у період дії поля та збільшення амплитуди коливань, зміщення спектру ЕЕГ праворуч до високочастотних ритмів у період післядії також в основному у гіпоталамічних відведеннях/.

Менш виразні зрушення виявлені при дії ІМП напруженістю 10 кА/м /4 серія/ та шестигодинній експозиції /3 серія/. Що ж до напруженості ІМП 3 кА/м /1 серія/, трьох- та односторонньої експозиції /1 та 2 серії/, міжімпульсному інтервалу 3 та 10 с /5 та 6 серії/, то в цих випадках істотних відмінностей між піддослідними та контрольними тваринами на протязі всього експерименту не було виявлено.

Таким чином, на основі даних спектрального аналізу ЕЕГ вважаємо можливим визнати зміни в структурах мозку наближеними до патологічних лише у тварин, що перебували в умовах впливу ІМП напруженістю 30 кА/м.

Вивчення когерентограм тварин, що вказали дії ІМП різних параметрів та режимів опромінювання, показало, що найбільш істотні зміни в узгодженості пар, що досліджувались - кора-гіпокамп, кора-гіпоталамус, кора-мигдалина, мигдалина-гіпокамп, мигдалина-гіпоталамус, гіпокамп-гіпоталамус - відзначались також тільки у тварин 7 серії /напруженість ІМП 30 кА/м/ та проявлялись у значному зниженні узгодженості мозкових утворень до 20-30 % на вузьких ділянках низько- та високочастотного діапазонів, зміні та порушенні конструкції зв'язків мозкових структур, нетривкості або повному їх розпаді, особливо в парах: кора-гіпокамп, кора-гіпоталамус. Однак при цьому слід відзначити, що найбільш низький ступінь взаємозв'язку /до 15 %/ виявлено у гіпокампально-гіпоталамічних відведеннях.

Що до дії ІМП напруженістю 10 кА/м /4 серія/, то у цьому випадку у щурів не виявлено істотних змін у електричній активності мозку у всіх досліджуваних структурах. Однак деяке зниження когерентності /до 50-60 %/ у парах: кора-гіпокамп,

кора-гіпоталамус та гіпокамп-гіпоталамус спостерігалось у період дії поля. Це дозволяє зробити припущення про менш значну дію даного режиму враження, а отримані зміни роздивлятися як адаптаційні /первинна активація гіпоталамусу як одного з основних утворень адаптації, вторинне включення гіпокампу як органу настройки внутрішньомозкових процесів/. ІМП напруженністю 3 кА/м, одно- та трьохгодинній експозиції та міжімпульсного інтервалу 3 і 10 с /1, 2, 5 та 6 серії/ змін в узгодженості пар не викликало на протязі всього експерименту.

Таким чином, на основі проведених досліджень що до вивчення біоелектричної активності мозку тварин, за даними спектрального аналізу ЕЕГ та функції когерентності встановлено, що вплив ІМП 30 кА/м викликав істотну перебудову ритміки, яка проявлялась в зміні амплитуди хвиль, зміщенні спектру ЕЕГ в бік високочастотних чи низькочастотних осциляцій, зменшенні когерентності до 20-30 %, особливо у гіпокампально-гіпоталамічних відведеннях.

Біологічна активність ІМП в залежності від його параметрів підтверджується і результатами біохімічних досліджень, які допомогли виявити ступінь їх дискоординації у нервовій тканині шурів. На основі аналізу спрямованості, ступеня виразності метаболічних зрушень та їх функціонально-біохімічної значимості встановлено, що лише дія ІМП напруженністю 30 кА/м /7 серія/ викликала патохімічні зміни у головному мозку тварин за даними вуглеводно-енергетичного та азотистого обміну, які проявились істотним накопиченням глюкози, глікогену, молочної кислоти та креатинфосфату /7 серія/, або їх зменшенням /3 серія/, що є можливою наслідком збудження або гальмування у структурах мозку.

Водночас параметри ІМП 10 та 3 кА/м, експозиція 3 та 1 година, інтервал 10 та 3 с, як показали дослідження, істотно не впливали на хід біохімічних процесів у нервовій тканині /1 та 6 серії/ або проявлялися фазними змінами - зменшення вуглеводів, макроергів та преформованого аміаку у процесі опромінювання та підвищення їх після його припинення /4 серія/.

Виявлені функціональні відхилення у стані ЦНС знаходять підтвердження і в результатах морфологічних досліджень, якими встановлені структурні зміни у ЦНС в залежності від параметрів ІМП та режимів опромінювання. Встановлено, що найбільш

льш істотні зрушення в корі та гіпоталамічній області спостерігались лише при напруженості 30 кА/м. Вони проявлялися пошкодженням капілярної мережі, розширенням судин із стазами, порушенням проникності мембран, явищами периваскулярного та перигангліонарного набряку. У корі відмічалось набухання нейронів, появлялись гіперхромні та зморщені клітини, а в гіпоталамічній області зміни набували дистрофічного характеру, що дозволяє віднести їх до порогу патологічної дії. За невеликих рівнів дії поля / 10 кА/м / відзначались менш ціткі зрушення в нервовій тканині, що дає можливість розглядати їх як порогові, а напруженість ІМП 3 кА/м - підпороговими, зв'язку з тим, що вони практично не впливали на структуру мозку.

Підсумовуючи проведені комплексні експериментальні дослідження /фізіологічні, електрофізіологічні, біохімічні, морфологічні / правомірно визначити напруженість ІМП 30 кА/м, 6-годинну експозицію та міжімпульсний інтервал 1 с біологічно активними і спроможними при хронічній дії даного фактору викликати у організмі достатньо виразні зміни, котрі можна, скоріш за все, роздивлятися як величини близькі до патологічних. ІМП напруженість 10 кА/м, 3-годинну експозицію і інтервал 3 с - пороговими, а параметри поля - 3 кА/м, однегодинну експозицію та інтервал 10 с - підпороговими.

Грунтуючись на порогових величинах /10 кА/м / та застосувавши коефіцієнт для гігієнічного нормування рівний п'яти, вважаємо можливим рекомендувати напруженість ІМП 2 кА/м як гранично допустимий рівень напруженості для обслуговувачого персоналу на робочих місцях та в місцях можливого їх перебування на протязі робочої доби.

Виходячи з того, що у виробничих умовах на робочих місцях зварників реєструється ІМП значної напруженості, які перевищують запропоновані гігієнічні нормативи, для осіб цієї професії були розроблені засоби захисту від електромагнітного опромінення. При цьому встановлено, що у кожному конкретному випадку спосіб захисту повинен визначатися з урахуванням конструктивних особливостей обладнання та реальних умов його експлуатації шляхом:

- автоматизації виробничого процесу або дистанційного управління обладнанням;
- обмеження часу перебування обслуговувачого персоналу в зоні дії ІМП, що перевищують гранично допустимі рівні /за-

хист часом/.

Проведення цих заходів у поєднанні з лікувально-профілактичними /наказ МОЗ СРСР № 555 від 29 вересня 1989 року/ дозволить значно поліпшити умови праці та підвищити її продуктивність у зварників, зайнятих обслуговуванням контактнo-зварювального обладнання.

В И С Н О В К И :

1. Умови праці зварників при виконанні технологічних процесів та трудових операцій характеризуються несприятливим впливом на їх організм основного чинника виробничого середовища - імпульсного магнітного поля.

2. Головними джерелами виробіювання електромагнітної енергії являються елементи зварювального контура /електроди, кабелі, струмопідвідні шини/ та зварювальні деталі.

3. Дослідження, проведені в умовах виробництва, дали змогу виявити неблагоприємну дію ІМП на організм зварників, що проявлялось у порушенні функціонального стану ЦНС /подовження латентного та моторного періодів простої слухо-моторної та диференційованої зорово-моторної реакції/ і злагоджується з даними поліклінічного обстеження працюючих.

4. Виконанні експериментальні дослідження на тваринах дали змогу розчлунити деякі закономірності поміж фізичними параметрами поля та ступінню їх біологічної активності.

5. Встановлено, що ІМП напруженністю 30 кА/м, 6-годинної експозиції і довжині міжімпульсного інтервалу 1 с викликало найбільш виразні зміни у стані фізіологічних показників /умовнорефлекторна діяльність, сумацийно-пороговий показник/, електрофізіологічних /за даними спектарльного аналізу та вивчення функції когерентності/, біохімічних /вуглеводно-енергетичний та азотистий обмін/ і морфологічних /кора та гіпоталамічна область/ які свідчать про те, що данні параметри поля близькі до порогу патологічної дії.

6. При дії ІМП напруженністю 10 кА/м, 3-годинній експозиції і довжині міжімпульсного інтервалу 3 с отримані менш виразні зміни у стані ЦНС тварин, що дає змогу розчлунити ці різні як порогові, а параметри ІМП 3 кА/м, 1-годинну експозицію та інтервал 10 с - підпороговими, у зв'язку з тим, що зміни, отримані у данному випадку, знаходились у межах фізіологічних коливань і вертались до норми у періоді післядії.

7. Результати комплексних експериментальних досліджень дали змогу науково обґрунтувати обмежено доступіві рівні ІМП / 2 кА/м / і рекомендувати їх для застосування у гігієнічну практику.

8. Основним критерієм поліпшення умов праці робітників, що обслуговують контактну-зварювальне обладнання різних типів та призначення, є додержання науково обґрунтованих гігієнічних нормативів, при розробці яких враховувались фізичні параметри поля /напруженість, експозиція, мікзімпульсний інтервал/, що є також основним засобом профілактики професійної захворюваності.

ВІРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ В ПРАКТИКУ

1. Результати досліджень використані при розробці "Гранично допустимих рівнів магнітних полів, що створюються машинами контактної зварки випрямленим струмом" - Харків - 1989.

2. Отримані матеріали увійшли у "Методичні вказівки з гігієнічної оцінки магнітних полів, що створюються машинами контактної зварки випрямленим струмом" - Харків - 1989.

3. Матеріали досліджень включені в практику навчання слухачів Інституту удосконалення лікарів м. Харкова /довідка від 18 липня 1991 року/.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Влияние импульсного магнитного поля на высшую нервную деятельность животных //Проблемы электромагнитной нейробиологии. - М., 1988. - С. 21-24 /у співавторстві із Зубановою Л.Ф.

2. Биологическое действие электрических составляющих электромагнитного поля очень низкой частоты //Гигиена труда. - 1990. - № 26. - С. 21-25. /у співавт. з Зубановою Л.Ф., Карамішевим Е.Б. та ін./.

3. Влияние импульсного магнитного поля сверхнизкой частоты на центральную нервную систему животных //Современное состояние биологии. - Запорожье. - 1992. - С. 25.

4. Изучение физиологических эффектов импульсных магнитных полей по данным электроэнцефалографии //Матер. XXI итоговой науч. конф. профессорско-преподавательского состава военно-мед. ф-та Куйбышевского мед. ин-та. - Куйбышев, 1988. - С.

460827

132-133. / У співавт. з Зубановою Л.В., Вухариним В.А./.

5. Методические подходы к нормированию магнитных полей при локальном воздействии // Механизмы биологического действия электромагнитных излучений. - Пуцуню, 1987. - С. 146-147 / У співавторстві з Бутушенко Г.І., Болдрєвським М.Р. та інш./.

6. Автоматическая установка нового типа для изучения условных реакций у животных // Современные проблемы гигиены труда в машиностроит. и хим. пром.-ти. - Харьков, 1983. - с. 148-149. / У співавторстві із Абашиним В.М. /.

7. Итоги комплексных исследований по гигиене труда и биологическому действию магнитных полей промышленной частоты // Современные проблемы гигиены труда в машиностроит. и хим. пром.-ти. - Харьков, 1983. - С. 55-56. / У співроб. з Бутушенко Г.І., Карамішевим В.В. та іншими/.

8. Влияние импульсного магнитного поля на некоторые функции организма животных в условиях эксперимента // Гигиена физических факторов окружающей и производственной среды: I Международный симпозиум, 16-18 ноября 1980 г. - Киев. - С. 25-26 (У співавторстві із Зубановою Л.В., Меньшикєвєм Л.М.)

Відповідальний за випуск Кашін Л.М.
Підпис до друку 21.12.93г. Замов.№1
Тираж 50екз.

Надруковано в інституті ХІЕНДІП,
пл. Свободи, 8.