

Odorogenne zanieczyszczenia powietrza i biologiczne metody jego ochrony

Leszek Tymczyna, Piotr Bartecki

AR w Lublinie

Wraz z rozwojem urbanizacji, przemysłu i intensyfikacji rolnictwa narasta problem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, który bardzo często prowadzi do zmian w środowisku przyrodniczym. Atmosfera Ziemi jest swoistym płaszczem, który chroni nas od środowiska kosmosu. Niestety jest także nośnikiem wielu zanieczyszczeń, począwszy od dwutlenku węgla, metanu, tlenków i podtlenków azotu, związków siarki, aż do antropogenicznych bioaerozoli. Wiele reakcji chemicznych przebiegających w atmosferze jest niezbędnych do życia, ale działalność człowieka zakłóca równowagę tych procesów, tworząc mieszaninę związków, odbiegającą od naturalnego składu powietrza.

Procesy zanieczyszczenia środowiska są obecnie jednym z najważniejszych zagadnień ochrony naturalnych ekosystemów, a szczególnie atmosfery. Niewątpliwie bardzo ważnym aspektem kontroli stanu środowiska powinno być prawo, określające dopuszczalne ilości zanieczyszczeń nie powodujących niepożądanych zjawisk. W wielu krajach opracowano już szereg uregulowań prawnych dotyczących wydzielania odorów i substancji toksycznych do atmosfery.

W Polsce normy regulujące czystość powietrza nie zostały jeszcze w pełni opracowane. Jednak od wielu lat obserwuje się trwałą tendencję do zmniejszania ilości emitowanych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na skutek wprowadzonych na początku lat 90. instrumentów prawno-ekonomicznych, czego przykładem jest „Polityka ekologiczna państwa”, istniejąca od 1990 roku. Dziesięć lat później powstał dokument „II Polityka ekologiczna państwa”, który w 2001 roku również został zatwierdzony przez Parlament. Ustala on cele ekologiczne do 2010 i 2025 roku. W nowej polityce ekologicznej państwa przyjęto m.in.: pełną realizację Układu Europejskiego, stworzenie warunków do realizacji międzynarodowych konwencji ekologicznych oraz odbudowanie zniszczonych zaistniałych w środowisku przyrodniczym. Ważnym elementem w polskim prawie ochrony środowiska jest obowiązek przekazywania przez zakłady, do 31 stycznia każdego roku do właściwego Wydziału Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej Urzędu Wojewódzkiego, informacji o rodzaju i ilości emisji w ubiegłym roku kalendarzowym. Za każde przekroczenie dopuszczalnych norm należy uiścić opłatę.

W grudniu 2002 roku Polska ratyfikowała Protokół z Kioto, który jest porozumieniem międzynarodowym do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu (United Nations Framework Convention on Climate Chan-

ge, UNFCCC) i wyznacza krajom rozwiniętym (sygnatariuszom) wiążące cele redukcji emisji gazów cieplarnianych. Głównym założeniem Protokołu jest redukcowanie emisji GC (gazów cieplarnianych) poprzez działania wewnętrzne w krajach rozwiniętych. Państwa wymienione w załączniku 1 do Konwencji (państwa uprzemysłowione i kraje z gospodarką w okresie przejściowym) zobowiązały się do redukcji, w latach 2008-2012, emisji gazów cieplarnianych do atmosfery średnio o 5,2%. Wielkość redukcji w stosunku do roku odniesienia jest zróżnicowana. I tak, np. dla Unii Europejskiej i krajów z nią stowarzyszonych (poza Polską i Węgrami) wynosi 8%, dla Stanów Zjednoczonych – 7%, a dla Polski – 6%. Protokół z Kioto stanowi najbardziej znaczący akt w dziedzinie ochrony klimatu na świecie. Jego pełne wejście w życie umożliwi prowadzenie monitoringu i przesyłanie danych o emisji przez firmy, uczestnictwo w krajowym i międzynarodowym handlu emisjami GC, przekazywanie informacji o posiadanych pozwoleniach na emisję do krajowego rejestru oraz kontrolę poziomu emisji GC.

Mimo że wiele problemów ekologicznych nie zostało do tej pory rozwiązanych, dane statystyczne dowodzą, że w ciągu ostatnich kilkunastu lat stan środowiska w naszym kraju uległ poprawie. W latach 1990-2000 roczna emisja pyłów spadła o 75%, emisja dwutlenku siarki – o ponad połowę, zaś emisja azotu – o 45% i wciąż maleje [1]. Dla przykładu, według danych GUS, w roku 2001 emisja pyłów wynosiła 162 tys. ton, a w roku 2002 – 140 tys. ton, natomiast dwutlenku siarki – odpowiednio 999 tys. ton i 926 tys. ton. Zdolność Polski do inwestowania w ochronę środowiska jest ważnym elementem członkostwa w Unii Europejskiej. Koszt wdrożenia całości ekologicznego prawa unijnego szacuje się na około 140 mld zł. Oznacza to, biorąc pod uwagę wynegocjowane okresy przejściowe, że średnie nakłady inwestycyjne na ochronę środowiska powinny wynieść ok. 12 mld zł rocznie, przy czym największe wydatki przypadną na lata 2003-2007. Według planów bieżących, dotacje udzielone przez NFOŚiGW wyniosą ponad 800 mln zł. Jeszcze kilka lat temu wydatki z tego tytułu utrzymywały się na poziomie 400-450 mln zł. W najbliższych latach coraz ważniejszym uzupełnieniem krajowych środków kierowanych na ochronę środowiska będzie pomoc z Unii Europejskiej. Pomoc ta, wynosząca około 200 mln euro rocznie, trafiająca do nas obecnie w ramach programów PHARE, ISPA i SAPARD, kierowana jest głównie na duże inwestycje o charakterze infrastrukturalnym [1].

Chociaż emisja lotnych substancji toksycznych i odorotwórczych do powietrza atmosferycznego maleje, to w porównaniu do europejskich krajów OECD nadal należy do najwyższych, a dopuszczalne normy przekroczone są w 26 okręgach miejsko-przemysłowych. Problem lotnych, odorotwórczych i toksycznych zanieczyszczeń emitowanych przez zakłady przemysłowe, aglomeracje miejskie i rolnictwo, a szczególnie fermy hodowlane, powinien stanowić istotną część zagadnień związanych z efektywną ochroną środowiska, o czym świadczą badania wykonane przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska (EPA). Na ich podstawie ustalono, że około 80% ogółu ankietowanych osób uznało właśnie substancje odorotwórcze za najbardziej uciążliwy składnik zanieczyszczeń powietrza w miejscu pracy i zamieszkania [2]. Dlatego ważne jest, aby temu problemowi jak

najszybciej przeciwdziałać, ponieważ ciągły rozwój przemysłu i rolnictwa będzie potęgował to zjawisko. Skuteczną metodą zapobiegającą jest opracowanie uregulowań prawnych, a w związku z tym jednoznaczne określenie definicji stosowanych pojęć i kryteriów uciążliwości zapachów oraz rozpowszechnienie nowoczesnych urządzeń oczyszczających.

Powietrze atmosferyczne jest mieszaniną gazów o stałym składzie ilościowym i jakościowym. Około 78% całkowicie suchego powietrza stanowi azot, a 21% niezbędny do życia tlen. Pozostały 1% to mieszanina dwutlenku węgla i innych gazów. Oprócz składników stałych powietrze zawiera jeszcze inne substancje, emitowane do atmosfery w wyniku naturalnych procesów zachodzących w przyrodzie i działalności człowieka. Jako zanieczyszczenie powietrza określa się obecność w dolnej warstwie atmosfery substancji stałych, ciekłych lub gazowych, które mogą oddziaływać w sposób szkodliwy na ludzi, zwierzęta i rośliny. Przy rozwijającym się przemyśle i rolnictwie zanieczyszczenie powietrza lotnymi substancjami stanowi duże obciążenie dla środowiska. Problem ten narasta bardzo dynamicznie i wskazane jest wdrażanie skutecznych metod, które nie byłyby drogie, biorąc pod uwagę ogólne koszty, a jednocześnie nie obciążały środowiska dodatkowymi zanieczyszczeniami.

Do tradycyjnych metod oczyszczania powietrza zalicza się: dopalanie, spalanie, adsorpcję, chemisorpcję, absorpcję w wodzie, ozonowanie oraz kondensację.

Dopalanie termiczne i w paleniskach kotłowni jest stosowane w wysokich temperaturach rzędu 850-1050°C, natomiast **dopalanie katalityczne**, w którym oczyszczone gazy po podgrzaniu przechodzą przez reaktor wypełniony katalizatorem obniżającym energię aktywacji reakcji spalania, przebiega wydajnie w temperaturze 470-670°C. W **spalaniu** odpadów przemysłowych i niebezpiecznych występują temperatury rzędu 1200-1800°C, a nawet 2000°C. Temperatura 1200°C uznawana jest jako minimalna w procesie likwidacji dioksyn.

Inną metodą jest **adsorpcja**, która polega na sorpcji zanieczyszczeń gazowych przez adsorbent (sorwent). W metodzie tej wykorzystuje się materiały o dobrze rozwiniętej powierzchni i właściwościach sorpcyjnych, jak np. węgiel aktywny czy zeolity, uwodnione glinokrzemiany sodu, potasu czy wapnia. Stosowana jest do oczyszczania dużych strumieni gazów o małym stężeniu zanieczyszczeń.

Absorpcja w wodzie polega na wychwytywaniu zanieczyszczeń rozpuszczalnych w wodzie w absorberach z odpowiednią rozwiniętą powierzchnią wymiany masy oraz z odpowiednim dobrym zraszaniem. Stosowana jest wówczas, gdy stężenie zanieczyszczeń wynosi kilka procent, a w przypadku gazów rozcieńczonych – gdy są one łatwo rozpuszczalne w absorbencie.

Chemisorpcja polega na działaniu różnych reagentów chemicznych na grupy funkcyjne substancji odorotwórczych. I tak np. związki zawierające siarkę – merkaptany – są słabokwaśne i mogą być neutralizowane przez silne zasady.

Do tradycyjnych metod należy także **ozonowanie**, w którym wykorzystuje się ozon, trójwartościową odmianę tlenu, stanowiącą silny utleniacz. Proces może być prowadzony na dwa sposoby: w fazie gazowej i stałej.

Kondensacja jest metodą usuwania z gazów odlotowych substancji o niskim ciśnieniu pary. W końcowym etapie oczyszczania występuje chłodzenie gazów. Metodę tę stosuje się głównie wtedy, gdy zanieczyszczenia stanowią węglowodory i ich pochodne o wysokich temperaturach wrzenia oraz gdy odzyskujemy cenne substancje.

Tradycyjne metody w wielu przypadkach nie są skuteczne, szczególnie gdy wydalone gazy są schłodzone, ich skład jest złożony, a stężenie zanieczyszczeń niezbyt duże. Oprócz tego dużą rolę odgrywa czynnik ekonomiczny, gdyż większość urządzeń i reagentów jest droga, a procesy spalania wymagają dużej ilości energii.

Jednym z najnowszych osiągnięć w oczyszczaniu gazów z zanieczyszczeń są **metody biologiczne**, które opierają się na sorpcji zanieczyszczeń oraz ich biologicznym rozkładzie przy udziale bakterii, grzybów i drożdży. W metodzie tej gazy ulegające biodegradacji są przepuszczane przez materiał aktywny biologicznie. Substancje organiczne rozkładane są przez tlenowe bakterie cudzożywne (heterotroficzne), a końcowym produktem jest CO₂ i H₂O. Nieorganiczne substancje poddawane są działaniu bakterii samożywnych (autotroficznych). I tak, np. siarkowodor usuwany jest dzięki bakteriom z grup: *Tiobacter*, *Tiobaccillus*, *Beggiota*, *Thiotrix*, *Tioplaca*, a amoniak ulega neutralizacji dzięki bakteriom chemosyntetyzującym z grup *Nitrosomonas* i *Nitrobacter*. Nie dla każdej mieszaniny gazów proces biologicznego oczyszczania będzie efektywny. Musi ona spełniać odpowiednie warunki. Przede wszystkim tej metodzie poddaje się gazy ulegające rozkładowi biologicznemu, rozpuszczalne w wodzie lub lipidach. Optymalna temperatura powinna oscylować w przedziale 15-40°C, co gwarantuje normalny przebieg procesów metabolicznych. Mieszanina gazów nie może zawierać substancji toksycznych dla mikroorganizmów, np. metali ciężkich czy kwasów. Gazowe zanieczyszczenia nie mogą też wpływać na zachwianie pH środowiska bytowania organizmów. Preferowany przez bakterie zasięg odczynu pH wynosi 7-8, pH poniżej 11 jest dla drobnoustrojów zabójcze [3].

Do głównych instalacji stosowanych w procesie oczyszczania biologicznego należą biołuczki i biofiltry. Znane są również metody przedmuchiwanie oczyszczonych gazów przez złoża biologiczne. Głównym elementem biołuczki (bioskrubera) jest absorber oraz napowietrzany zbiornik sorbentu, stanowiący wodną zawiesinę heterotroficznych bakterii tlenowych rozkładających substancje organiczne. We wnętrzu absorbera zanieczyszczenia i tlen przechodzą do wody, czyste powietrze wprowadzane jest do atmosfery, natomiast osad czynny, obciążony zanieczyszczeniami, spływa grawitacyjnie do komory napowietrzania. Aby zwiększyć powierzchnię kontaktu gazu z sorbentem, można kolumnę sorpcyjną wypełnić jednym lub kilkoma złożami pakietowymi. W pierwszym etapie odczyn osadu czynnego regulowany jest przez zastosowanie ługu sodowego, który podwyższa pH osadu, ułatwiając pochłonięcie i neutralizację zanieczyszczeń o charakterze kwaśnym, natomiast w drugiej fazie kwas siarkowy obniża pH osadu, co ułatwia absorpcję związków o charakterze zasadowym [3].

Biofiltracja, w porównaniu z innymi metodami, jest stosunkowo nową technologią kontroli zanieczyszczenia powietrza. Lotne związki organiczne i nieorganiczne są przepusz-

czane przez biologiczny materiał filtracyjny, którym może być żyzna gleba o spulchnionej strukturze, torf i odpady torfowe, kora drzew lub odpady drzewne, kompost ze śmieci, a nawet prefermentowany obornik zwierząt hodowlanych. Historia budowy biofiltrów sięga roku 1923, w którym poddano kontroli emisję H₂S z miejsc oczyszczania ścieków. W 1957 roku w Stanach Zjednoczonych Pomeroy [4] opatentował pomysł złoża glebowego i zaprojektował pierwszą instalację w Kalifornii. W Europie, w Nuremberg (Niemcy), już w 1959 roku zainstalowano złoża glebowe do kontroli odorów pochodzących ze ścieków. W latach 60. i dalszych nastąpił rozwój tej technologii, szczególnie w Holandii i Niemczech, ale także w Japonii, Szwajcarii, Austrii i Anglii.

Głównym elementem biofiltra jest warstwa porowatego materiału składającego się z jednego lub więcej złożów, głównie mieszanki kompostu, torfu lub gleby, zasiedlonego mikroorganizmami, mającymi zdolność utleniania lotnych związków organicznych (VOCs – Volatile Organic Compounds) do dwutlenku węgla, natomiast związki nieorganiczne (VICs – Volatile Inorganic Compounds) – do form soli wapniowych. Związki wchodzące w skład gazów są transportowane i rozprowadzane w podłożu filtra za pomocą sieci perforowanych rur. Powietrze przed dostaniem się do biofiltra wprowadzane jest za pomocą dyszy do komory zraszania, gdzie jest nawilżane do około 95-100%, gdyż wysuszenie złoża prowadzi do śmierci większości mikroorganizmów. Następnie, po uzyskaniu odpowiedniej wilgotności, dostaje się przewodem do złoża biologicznego. Aby stworzyć optymalne warunki dla życia mikroorganizmów, należy wybrać odpowiedni materiał. Podstawę materiału filtracyjnego stanowi kompost i gleba. Kompost ma dużą porowatość i zawiera 50-80% częściowo shumusowanej materii, natomiast porowatość gleby wynosi 40-50% i zawiera ona tylko 1-5% materii humusowej, a więc pory w glebie są mniejsze i mniej przepuszczalne. Kompost jest najlepszym podłożem dla dużego przepływu powietrza zawierającego łatwo degradujące lotne związki organiczne. Złoża glebowe różnią się między sobą szybkością przepuszczalności powietrza. Wolno degradujące gazy potrzebują długiego czasu pobytu i większej powierzchni złoża, więc wolna przepuszczalność jest w tym przypadku lepsza. Natomiast dla gazów ulegających gwałtownej biodegradacji bardziej pożądane są gleby łatwo przepuszczalne [5]. Do innych materiałów należą porowata glina i polistyren, często dodawane w celu zwiększenia powierzchni reakcyjnej i przedłużenia wydajności materiału reakcyjnego.

Do mikroorganizmów biorących udział w rozkładzie zanieczyszczeń gazowych należą bakterie i grzyby. W biofiltracji dominują heterotroficzne organizmy utleniające organiczne związki do dwutlenku węgla i wody. Do pospolitych gatunków bakterii rozkładających organiczne związki zaliczamy: *Pseudomonas*, *Nocardia*, *Flavobacteria*, mogące przystosować się do utleniania takich związków jak pentachlorofenol [2]. Grzyby (*Aspergillus fumigatus*, *Candida utilis*, *Exophiala lecaniicorni*, *Scedosporium apiospermum*) mogą przy udziale enzymów rozkładać bardziej skomplikowane związki, np. wielopierścieniowe polimery. Mikroorganizmy pochodzące z hodowli laboratoryjnych są lepiej przystosowane do degradacji lotnych związków organicznych i bardzo szybko dostosowują się do istniejących warunków [4, 5].

Według Ottengraffa i wsp. [6], mikroorganizmy zasiedlają biologicznie czynną, wilgotną warstwę, zwaną „biofilmem”, otaczającą molekule złoża filtracyjnego [6]. Aktywność metaboliczna mikrobów w filtrze zależy głównie od zawartości rozproszonego tlenu, nieobecności związków toksycznych, dostępności substancji odżywczych, dostatecznej wilgotności, temperatury i pH. Wilgotność jest jednym z ważniejszych parametrów prawidłowego funkcjonowania biofiltra, gdyż jest niezbędna do przeżycia i metabolizmu egzystujących w biofiltrze mikroorganizmów. Optymalna wilgotność to 40-60%. Niewłaściwa wilgotność w rezultacie doprowadza do niezupełnego wykorzystania gazu i tworzenia beztlenowych stref, z których są emitowane związki odorowe [7]. Optymalna temperatura złoża powinna się wahać pomiędzy 15 a 40°C. Niska temperatura złoża powoduje niską aktywność mikroorganizmów. Spadek temperatury poniżej 10°C obniża efekty oczyszczania. Granica wyższych temperatur wynosi 55°C, a aktywność mikroorganizmów drastycznie spada powyżej 65°C. Optymalny odczyn pH w procesie biologicznego rozkładu powinien wynosić 7-8, gdyż wtedy mikroorganizmy są najbardziej aktywne. Utlenianie związków zawierających S, H oraz organicznych związków Cl powoduje spadek pH i może doprowadzić do zmniejszenia lub nawet zniszczenia mikroorganizmów [2]. W celu uniknięcia zakwaszenia złoża często dodaje się bufony chemiczne, które pozwalają na utrzymanie stałej wartości pH. Nie wszystkie związki ulegają degradacji w jednakowym stopniu i czasie. Jedne ulegają gwałtownej degradacji, np. alkohole, aldehydy, ketony, eter, tiole, inne zaś potrzebują długiego czasu pobytu w złożu, np. trichloroetylen, trichloroetan, pentachlorofenol, ponieważ ich rozkład w warunkach tlenowych jest bardzo powolny [7].

W zależności od budowy można wyróżnić biofiltry otwarte i zamknięte. Otwarte narażone są na zmienne warunki pogody, co powoduje, że nie osiągają wysokiej sprawności, bo tylko 75-90%. System biofiltrów zamkniętych, chociaż ich konstrukcja jest droższa, zapewnia wyższą skuteczność, nawet 99%.

Przy obecnym rozwoju wielu gałęzi przemysłu i rolnictwa ogromnym problemem stała się emisja szeregu substancji toksycznych i odorotwórczych do atmosfery. Tradycyjne metody oczyszczania, w porównaniu do metod biologicznych, w większości przypadków są droższe, gdyż wymagają drogich i niekiedy silnie żrących reagentów oraz kosztownych urządzeń. Dlatego na ich miejsce wprowadza się metody tańsze i mniej uciążliwe dla środowiska. W porównaniu do metod tradycyjnych, biofiltry wykazują nieuciążliwy charakter pracy dla otoczenia, nie używa się w nich agresywnych i kosztownych reagentów. Korzystne jest także to, że urządzenia te mogą pracować przez bardzo długi okres bez częstych konserwacji czy regularnego dozoru. Materiał filtracyjny użyty do ich budowy jest trwały przez wiele lat, a zużyty może być wykorzystywany jako nawóz. Metody biologiczne bardzo dobrze sprawdzają się podczas kontroli lotnych związków organicznych emitowanych zarówno z dużych źródeł zanieczyszczeń, np. rafinerie, jak i mniejszych stacjonarnych systemów wentylacji, gdzie wiele związków gazowych dostających się do atmosfery może być biodegradowanych. Należy także dodać, że biofiltracja stanowi doskonałą alternatywę do oczyszczania powietrza na fermach hodowlanych, które są

jednym z większych emiterów substancji odorotwórczych [8]. Oprócz tego wiele potencjalnych kancerogennych związków organicznych, takich jak: BTX, formaldehydy, związki siarkoorganiczne i merkaptany, chlorek metylenu i inne, jest skutecznie usuwanych w biofiltrach. Także nieorganiczne, toksyczne gazy, tj. H₂S i NH₃, są skutecznie usuwane [9]. Wprowadzenie biologicznych metod dezaktywacji gazów sprawiło, że często są nimi zastępowane metody tradycyjne. Biologiczne metody wykazują szczególną korzyść, gdyż charakteryzują się oszczędnymi kosztami działania i niskim zużyciem energii, a ich atrakcyjność wzrasta w przypadku gazów o małej koncentracji zanieczyszczeń.

Literatura: 1. Berkowska E., Gwiazdowicz M., Sobolewski M., 2003 – Finansowanie ochrony środowiska w Polsce. Raport nr 211. 2. Benforado D.M., Rotello W.J., Horton D.L., 1969 – J. Airpollut. Control Ass. 19, nr 2, 101. 4. Tymczyna L., Chmielowiec-Korzeniowska A., 2002 – Higiena środowiska wiejskiego. AR w Lublinie. 4. Pomeroy R.D., 1957 – U.S. patent 2,793,096. 5. Eintner O., Gethke H.G., 1987 – Design Construction and Operation of Bio-filters for Odour Control in Sewage Treatment Plants. Annual Meeting of APCA, New York. 6. Ottengraff S.P.P., Rehm H.J., Reed G., 1986 – Exhaust gas purification. Biotechnology, Vol. 8; VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim. 7. Bohn H., 1992 – Consider Biofiltration for Decontaminating Gases. Chemical Engineering Progress. 8. Luo J., Agnew M.P., 2001 – Environ Technol. 22 (9), 1091-1103. 9. Leson G., Winer A.M., 1991 – Biofiltration: An Innovative Air Pollution Control Technology For VOC Emissions. Air Waste Manage Assoc., Vol. 41, No 8, 1045-1054.

Wspomnienie o Doktorze Benedykcie Musiale



W wieku 89 lat, 7 marca 2004 roku, zmarł długoletni dyrektor Okręgowej Stacji Hodowli Zwierząt w Bydgoszczy, ceniony pracownik i hodowca

dr inż. Benedykt Musiał – weteran wojny obronnej 1939 roku i zasłużony żołnierz Armii Krajowej, używający pseudonimu Karol Orłański.

Benedykt Musiał urodził się 16 września 1915 roku we wsi Broniewo w powiecie Wyrzysk, jako syn rolników Władysława i Marianny z domu Mreła. Po ukończeniu szkoły powszechnej uczęszczał do Państwowego Gimnazjum i Liceum w Nakle nad Notecią. Egzamin dojrzałości zdał w maju 1935 roku, a już we wrześniu tego roku został powołany do odbycia służby wojskowej w Grudziądzu. Służbę tę ukończył jako plutonowy podchorąży rezerwy. W 1938 roku rozpoczął studia na Wydziale Rolniczo-Leśnym Uniwersytetu Poznańskiego, które przerwała druga wojna światowa. Został powołany na ćwiczenia wojskowe do 65 p.p. w Grudziądzu 15 lipca 1939 roku. W pierwszej fazie wojny, jako dowódca plutonu karabinów maszynowych, bronił mostu na Wiśle pod Grudziądziem, a następnie, walcząc, dotarł aż w okolice Łowicza, gdzie 19 września 1939 roku dostał się do niewoli niemieckiej. Po krótkim pobycie w lagrze udało mu się zbiec i powrócić do domu. Po wysiedleniu rodziców z rodzinnego gospodarstwa, okres okupacji spędził w Nakle, wykonując przymusowo różne prace w rolnictwie i innych przedsiębiorstwach niemieckich.

Pracę konspiracyjną w Armii Krajowej rozpoczął w marcu 1943 roku. Po przysiędze został skierowany przez Inspektora Bydgoskiej Armii Krajowej na dowódcę placówki AK w Nakle nad Notecią. Dodatkowo pełnił też funkcję szefa wyszkolenia

wojskowego w obwodach AK: Wyrzysk, Łobżenica, Wysoka i Miasteczko Krajeńskie. Obie te funkcje pełnił do chwili wyzwolenia Nakła, tj. do końca stycznia 1945 roku. W tym samym roku zawarł związek małżeński z Elżbietą Izabelą Koczorowską. Po ujawnieniu swej działalności konspiracyjnej podjął w Poznaniu przerwane przez wojnę studia rolnicze, które ukończył 16 grudnia 1948 roku, uzyskując tytuł magistra inżyniera nauk rolniczych. Po ukończeniu studiów pracował we własnym gospodarstwie

w Kazimierzewie, otrzymanym od dziadka Wojciecha Mreły. Na skutek szykan ze strony władz gminnych i Powiatowego Urzędu Bezpieczeństwa Publicznego oddał w 1954 roku gospodarstwo rolne w bezpłatną dzierżawę. W późniejszych latach odzyskał je brat Czesław.

W styczniu 1955 roku rozpoczął pracę naukową w zakładach doświadczalnych Instytutu Zootechniki, kolejno w Kołudzie Wielkiej (powiat Inowrocław), Ciołkowie (powiat Gostyń) i Melnie (powiat Grudziądz). Opublikował kilkanaście prac z zakresu hodowli i żywienia bydła. Jedną z tych prac przedłożył w Wyższej Szkole Rolniczej we Wrocławiu jako dyseratację doktorską. Promotorem był wybitny specjalista hodowli zwierząt prof. Tadeusz Konopiński.

Począwszy od 1 maja 1967 roku przeszedł do pracy w administracji rolnej, najpierw jako główny hodowca w Wojewódzkim Państwowym Zakładzie Unasienniania Zwierząt w Bydgoszczy, a od 1 lipca 1968 roku jako kierownik Wojewódzkiej Stacji Oceny Zwierząt Gospodarskich w Bydgoszczy. Po nowym podziale administracyjnym kraju, w sierpniu 1975 roku, został mianowany przez Ministra Rolnictwa dyrektorem i organizatorem nowo powstałej jednostki – Okręgowej Stacji Hodowli Zwierząt w Bydgoszczy, która swym zasięgiem obejmowała trzy województwa: bydgoskie, toruńskie i wrocławskie. Zakres prac OSHZ był szeroki i dotyczył oceny wartości użytkowej i hodowlanej wszystkich gatunków zwierząt gospodarskich. Do OSHZ włączono także państwowe zakłady unasienniania zwierząt.