

CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE

TOM 57

LWÓW, 10 MAJA 1939 R.

Nr 9

Inż. KAZIMIERZ CISŁO

(WARSZAWA)

Problemy gospodarki wodnej na ziemiach Polski.

Tematem niniejszego artykułu jest szkiecowe przedstawienie procesów występowania wody w przyrodzie i gospodarki tą wodą, ze szczególnym uwzględnieniem terenu Polski.

Woda zajmuje w przyrodzie naczelne miejsce dzięki: 1) zdolnościom fizycznym występowania w trzech stanach, tj. pary wodnej, która chroni ziemię przed zbytym promieniowaniem oraz umożliwia krążenie wody w przyrodzie; lodu, który chroni życie w okresie snu zimowego i magazynuje wielkie ilości wody potrzebnej dla budzącego się z wiosną życia i wreszcie cieczy, podtrzymującej życie świata organicznego, współdziałającej zarówno w budowie, jak i niszczeniu tego świata, 2) specyficznym własnościami przewodzenia ciepła, a mianowicie łatwości ochładzania się od góry a ogrzewania od dołu, co jest przyczyną oziębiania się powietrza po deszczach i nadawania glebom (glinom), w których występuje wysoki stan wody gruntowej, cech gleb zimnych, o czym będzie mowa poniżej.

Dążenie człowieka do opanowania sił przyrody i wprzęgnięcia ich do pracy przez niego określonej, zmusza go do dokładnego ich poznania. Jedną z wielu dróg poznania jest śledzenie naturalnego działania sił przyrody i rejestrowanie okoliczności i objawów temu działaniu towarzyszących.

Pierwszym objawem działania wody w przyrodzie był jej udział w budowie geologicznej skorupy ziemskiej.

Przejdźmy kolejno kształtowanie się form tego działania, zaczynając od zamierzonych czasów.

Geologia.

Już w okresie archaicznym powstaje masyw krystaliczny, zwany obecnie czarnomorskim i wał scytyjski, okrążający w przedłużeniu masywu od północnego wschodu obszar dzisiejszej Polski.

W okresie paleozoicznym powstaje łańcuch wypiętrzeń, oddzielający morze południowe Tetys od północnego oceanu borealnego, znaczony dziś wzniesieniami: śląsko - krakowskim, świętokrzyskim, wyżyną sandomierską, lubelską i podolską, wspartą o masyw krystaliczny. Jeszcze w okresie paleozoicznym, na skutek działań tektonicznych, niż polski to zapada się, to wynurza z morza, co sprzyja tworzeniu się skał osadowych głównie w południowo - zachodniej części Polski (osady karbońskie i permskie).

W okresie mezozoicznym, w środowisku wody, powstają dolomity i margle na linii Kraków — Śląsk, osady jurajskie — na linii Kraków — Wieluń, pomiędzy trzonem świętokrzyskim a wyżyną sandomierską, oraz pomiędzy tą ostatnią a wyżyną podolską. Z końcem tego okresu, w miarę zapadania się terenu w wodę, na skutek działań tektonicznych, narastają skały osadowe kredowe w niecce Nidy, oraz na przestrzeni, pomiędzy wyżyną sandomierską i podolską, gdzie dochodzą do miąższości 800 m i ścieląc się wzdłuż podnóża skalnego szerokim pasem, biegną po zachodniej stronie masywu krystalicznego i wału scytyjskiego w kierunku północno - zachodnim.

W okresie trzeciorzędowym (kenozoicznym) w oligocenie, morze wchodzi głęboko w ląd, pokrywając wypiętrzoną kredę, grubym pokładem skał osadowych. Zapoczątkowany jeszcze w systemie ruch górotwórczy na dnie morza Tetys, wypiętrza w systemie oligoceńskim Karpaty (działając łącznie z ruchami tektonicznymi na linii Pireneje, Alpy, Bałkany i góry Azji po Himalaje włącznie). Zapadlisko podkarpackie występujące na wschód od Krakowa, pomiędzy pasmem Karpat, a łańcuchem wzniesień świętokrzysko - podolskich, wypełnione wodą morską, załadowuje się powoli na skutek działań erozyjnych, łałami w ciągu systemu miocenińskiego, które to łałki zwane krakowieckimi dochodzą do kilkaset m miąższości.

Po załadowaniu się zapadliska, wody spływające ku niemu z otaczających wzniesień wytworzyły sobie drogę odpływu na wschód, w kierunku dzisiejszego Dniestru. Wody zaś po północnej stronie wzniesień śląsko - świętokrzysko - podolskich i zachodnich zboczy masywu krystalicznego, oraz wału scytyjskiego, spływały pradolinami: prypecko - nadbużańską, wileńsko - warszawską i innymi, by dalej prowadzić te wody ku zachodowi pradolinami w dolinie dzisiejszej Bzury, Odry oraz Noteci. Dzisiejsze Poznańskie, które było w pliocenie zanurzone w morzu, pokryło się łałami pliocenijskimi. Już w okresie trzeciorzędowym pod wpływem wód opadowych występuje na terenach jurajskich i kredowych silna krasowość, której rozwój w okresie czwartorzędowym w dyluwium został zahamowany.

Największe znaczenie dla istniejących gleb Polski ma okres czwartorzędowy, dyluwialny. Gwałtowne oziębianie północnej części Europy, którego przyczyną była prawdopodobnie częścio-

wa zmiana kierunku drogi Golfstromu na skutek działań tektonicznych, spowodowało, że masy lodu poczęły się tworzyć na Skandynawii i nasuwały się następnie ku południowi, ławą wysokości kilku tysięcy metrów, niosąc złomy skalne, żłobiąc podłoże i osadzając zwały materiału skalnego północnego i zdartych iłów, glin i kredy w postaci moren dennych, czy czołowych. Proces ten powtarzał się kilkakrotnie. Pierwszy lodowiec oparł się o Karpaty, drugi sięgał po łańcuch wzniesień śląsko-świętokrzysko-lubelsko-wołyńskich, trzeci zaś zatrzymał się na pojezierzu pomorsko-wileńskim, tylko językami spływając przez przełomy w dolinach obecnej dolnej Odry i Wisły do pradoliny. Zatrzymując się, lodowiec zamykał drogę istniejącym poprzednio kierunkom odpływu rzek, zasypując ich koryta masami materiałów dyluwalnych. Zatomowane wody, nie znajdując odpływu, rozlewały się w olbrzymie zastoiska, gromadzące materiał osadowy.

Skoro jednak znalazły nowe drogi odpływu, poczęły powoli ustępować, tworząc sobie nowe koryta, wyzyskując dla tego celu uskoki i szczeliny terenu. Jeden z takich uskoków na linii Sandomierz — Puławy ułatwił wyźłobienie koryta dla Wisły; szczelina, jaka się utworzyła wzdłuż masywu krystalicznego podczas wylewu dzisiejszych bazaltów na osi biegu Horynia, skierowała jego wody ku północy.

Po ustąpieniu złodzeń, nastąpił nowy układ spływu wód, który z małymi zmianami przetrwał do naszych czasów¹⁾.

Woda w glebach.

W miejscu zastoisk wód, które się najdłużej utrzymywały, a które okresowo zalewały żyzne wody np. Wisły, wytworzyły się z czasem czarnoziemny mułowe (Kujawy). Gdzie zaś wiatry i ubogie wody wyjałowiły grunt niekiedy do odpornej opoki kredowej, tam zastoisko nie pozostawiło bogatych czarnoziemów mułowych, lecz olbrzymie tereny torfów, jak np. na Polesiu.

Na skutek promieniowania, wyż barometryczny, istniejący na lodowcu, był źródłem stałych silnych wiatrów w kierunku odsłanianych po zejściu wód terenów, co przyspieszało ich osuszanie, wprowadzało w ruch części lżejsze (piaski i popękane zeschnięte namuły). Pylaste części namułu wiatr unosił daleko ku południowi, zaścieniając nimi płaskowiny kredowe i łagodne zbocza gór.

Z dolin i stromych zboczy gór warstwy pyłu były zmywane spływającymi wodami. Te właśnie pylaste warstwy dały nam dzisiejsze loessy. Na skłonach, gdy erodowana, spływająca z wodą glina pokryła loessy, utworzyły się loessy przeławiczone. Rozkruszone granity, których skalenie i mika zamieniły się z czasem w kaolin (o ile ten nie został wymyty), dały gliny urodzajne, jak np. ciechanowskie, tam zaś gdzie lodowiec (martwy) stopniał na miejscu, powstały gliny zwałowe (mieszanka kamieni i gliny). Występujące powszechnie w glinach, w po-

staci pyłu i cząstek galaretowatych, kleistych i plastycznych cząstki koloidalne, mają zdolność zatrzymywania wody. Tam, gdzie cząstki koloidalne są wymyte wodą, a krzemionka występuje w formie pylastej, tam mamy bielice. Gdzie przemyta krzemionka występuje w grubszych ziarnkach, mamy do czynienia z piaskiem. Piaski grubsze, wymyte nazywamy zandrami.

Jeśli zimną wodę w naczyniu przy pomocy grzejnika ogrzewamy u góry, to warstwa jej górna może wrzeć, a dolna będzie nadal zimna, gdyż ogrzane, lżejsze cząsteczki wody utrzymują się na powierzchni. Tak samo zachowuje się woda w glinach, iłach, marglach itp., gdzie występują cząstki koloidalne, które utrzymują w nich wysoki stan wody. To też gleby takie, jakkolwiek są z góry ogrzewane, są zimne i wymagają drenowania, dla obniżenia stanu wody gruntowej i ocieplenia gleby. Loessy, złożone z cząsteczek pylastych, usypanych na obszarach zatrawionych, nie mają cząstek koloidalnych, ale otworkami pozostałymi po roślinach przewodzą na zasadzie kapilarności wodę do warstw górnych w dostatecznej ilości, są więc glebami dobrymi. Na loessach utworzyły się czarnoziemny stepowe.

Na stepach następuje nagły przeskok od zimy ku latu. Masy wilgoci i ciepła wpływają na bujność porostu traw, gdy jednak wkrótce zapanują upały, trawy usychają, nie rozkładając się w gorącu pozbawionym wilgoci i ścielą grubą warstwą podłoże. Na wiosnę nowy porost traw pokrywa je, pod osłoną którego butwieją, stwarzając bogate warstwy czarnoziemny stepowego.

Na podłożu wapiennym, zbudowanym z margli, powstają rędziny w następujący sposób: cząsteczki wody, zamarzając, kruszą wapien, po czym woda rozpuszcza wapien i wyłogowuje go, zaś piasek jako produkt pozostały w połączeniu z gliną, tworzy rędzinę. Piaski przemyte są materiałem dobrze przepuszczalnym dla wody, w miarę jednak wprowadzania domieszek pyłkowych, przepuszczalność ich maleje. Jałowa woda z piasków, z powodu wielkiej przepuszczalności złoża zanika szybko, zwierciadło wody układa się prawie poziomo.

Piaski, w których stan wody gruntowej utrzymuje się wysoko, nazywamy sapami. Piaski osuszone ogrzewają się szybko, jak również szybko stygną na skutek promieniowania, co utrudnia kiełkowanie roślin. Woda w szutrowiskach, pozostająca w kontakcie z recipientem, podnosi się szybko i opada, ma jako woda cieku wysokie własności użytkowe.

Szczyty gór są pokryte rumowiskiem skalnym, lub skałami popękanymi pionowo i poziomo. Jedne i drugie nie gromadzą wody, tylko ją przesączają. Zupełnie inaczej zachowuje się skała wapienna. Skały te nie są jednolite, mają części twardsze i miękkie, które woda łatwo rozpuszcza, tworząc w ich masie soczewki i żyły, wypełniające się wodą opadową. Wspólną cechą tych naturalnych zbiorników jest trudność zbadania pojemności wody i kierunku wdzierania się jej w skały osadowe (wody krasowe).

¹⁾ Lencewicz: „Geografia Polski“. Warszawa 1938.

Woda w zastoiskach ubogich w pożywkę wychodowała największego jej pasożyta, to jest torf. Woda jałowa z opadów lub źródeł, karmi torfy wyżynne. Woda cieków bardziej zmineralizowana i żyzna nasycza bogate torfy dolinowe, przez które przepływa. Torfy przyjmują każdą ilość wody, aby nie z niej nie oddać recipientowi, zabezpieczając się od dołu przed przesiekaniem warstwą nie przepuszczalną z pyłków — zwaną gitia, która jak miska ujmuje torf.

Zwierciadło wody w torfie układa się prawie poziomo i dopiero u brzegu recipienta załamuje się silnie ku niemu, a to sprawia, że nie wiele wody powierzchniowej może spłynąć do recipienta. Jedynie parowanie pozbawia torfy wody. Cieki, które tylko z torfów odprowadzają wodę, w okresie suszy, czy mrozu, nie wykazują najmniejszego ruchu wody nawet przy zlewni do 1000 km². Obniżenie poziomu wody gruntowej w torfie rowami nie powinno być duże, w żadnym przypadku nie powinna być przecięta gitia, gdyż nastąpi przesuszenie, a na przesuszonym torfie ginie nawierzchnia torfotwórcza. Świętochowski twierdzi, że gospodarka rolna na torfach wpływa przekształcająco na strukturę gleby i na wzrost intensywności procesów biochemicznych, co uwidacznia się w budowie warstwy nieprzepuszczalnej dla wody i zmniejszeniu się jej chłonności. Z naturalnych więc przyczyn torfy nadają się szczególnie na łąki i pastwiska.

Woda opadowa na Polesiu nie wystarcza do zagospodarowania torfowiska dolinowego, gdyż zapotrzebowanie jej jest 3—4 krotnie większe, musi więc istnieć możliwość doprowadzenia wody z zewnątrz przy meliorowaniu torfów.

Torf dolinowy odcięty regulacją, zwłaszcza wałami, od recipienta, pogarsza swe właściwości.

Wpływ szaty roślinnej na stan wód.

Naturalnym regulatorem wody w przyrodzie jest las i słusznym jest zapatrywanie ludu „gdzie nie ma lasu, tam nie ma wody“. Lasy łagodzą klimat terenu, który pokrywają, przybliżając go do klimatu morskiego. Wskutek wielkiego parowania utrzymują wilgotność i zmniejszają wahania temperatury powietrza. Stan ten wpływa na wzrost częstotliwości opadów. Przy niskich stanach wody, spływ z lesistej okolicy jest do 40% większy jak z bezleśnej; woda niesie mniejszy ładunek sedymentów, amplituda wahań jej spływów jest mniejsza, a profil koryta rzeki wykazuje większą stałość przy wielkich wodach.

Z bezleśnej przestrzeni ciek ma roczny bilans odpływu większy, gdyż odpływ jest bardziej przyspieszony, wykazuje znacznie większe wahania stanów wody, przy czym zmniejsza się wilgotność gleby na skutek wzrostu wiatrów przyziemnych i amplitudy wahań temperatury. W bezleśnych terenach, zwłaszcza górzystych, cieki nie są w stanie utrzymać równowagi pomiędzy profilem koryta, a ich wielkimi wodami. Równowaga jest często zachwiana, gdyż działa erozja, wzmożona ładunkiem niesionego rumowiska; ciek wgłębia się w teren coraz wię-

cej, amplituda stanów jego wody rośnie, grunt się wyjaławia, pęka, korzenie roślin stają się coraz krótsze i łatwo powstają usuwiska. Ponowne zalesienie takich terenów staje się coraz trudniejsze, gdyż kiełkowanie jest coraz trudniejsze.

Wody powierzchniowe.

Siedliskiem źródeł i początkiem nowych rzek są w Polsce cztery strefy. Na północy: a) strefa pojezierza pomorsko-prusko-wileńskiego; b) drugą strefę stanowią wzniesienia centralne, tj. prastare góry śląsko-świętokrzyskie oraz wyżyny: lubelska z Roztoczem i wołyńsko-podolska z ich krawędzią Gołogórami, Woroniakami i Miodoborami; c) w strefę trzecią wchodzi Tatry wraz z Karpatami; d) zaś czwartą strefę tworzą cieki nizinne (Nizu polskiego).

a) Strefa pierwsza jest zasiana tysiącami jezior, z których jedne morenowe są dziełem lodowca, głębokie i wydatnie zasilane w wodę pochodzącą z zasięgu większego, aniżeli ten, jaki zakreśla zlewnia jeziora; drugie nazywane rynnowe, pozostałość po wodach płynących pod lodowcem są płytsze i mają tylko retencyjne znaczenie. Jedne i drugie czynią, że cieki pojezierza wykazują małe wahania stanów wody i są zasobne w wodę przy stanach średnich. To też na obszarach, zasilanych w wodę pochodzącą z jezior pojezierza, sprawa użytkowania wody jest łatwa do rozwiązania.

b) W strefie drugiej, w której są najliczniej rozsiane młyny wodne, przeważa występowanie w podłożu wód gruntowych. Cieki, zasilane wodami z szczelin podłoża, należą do zasobniejszych w wodę przy stanach średnich i wykazują małą amplitudę wahań ich stanów wody. Nierzadko występuje tu kaptaz wody cieków słabszego na rzecz cieków silniejszych, zasobniejszych w wodę i o korycie głębiej wciętych. Inne jednak cieki tego pasma, pochodzące z rumowisk skalnych, lub z obszarów loessowych na południu, mają dużą amplitudę wahań stanów wody i wielką ich częstotliwość, poza tym cechuje je wielkie ubóstwo wody w okresie posuchy. Wody jedne i drugie posiadają dużo bogatych składników mineralnych i zawiesin, są żyzne, toteż mają wielkie znaczenie dla celów melioracyjnych (nawadnianie łąk organicznych), zwłaszcza po stronie niżu polskiego, oraz dla rozwijającego się przemysłu itd. Wody duże tych cieków, zwłaszcza wiosenne, powinny być gromadzone w zbiornikach retencyjnych.

c) Strefa trzecia obejmuje rzeki karpackie i tatrzańskie. Rzeki karpackie, spływające z fliżu, poczem po łąkach miocenijskich w zapadlisku podkarpackim, wykazują wielką amplitudę wahań stanów wody, przy dużej ich częstotliwości i bardzo małej zasobności w wodę przy stanach niskich. Wielkie przestrzenie żwirowisk u podnóża Karpat, pokrytych osadami dyluwialno-aluwialnymi, zastoiskowymi mułami, niekiedy torfami, jak błota naddniestrzańskie, zatrzymują znaczne ilości wody z rzek i przedstawiają wielką wartość gospodarczą.

Gdy pasma Karpat pokrywały lasy, grunt leśny mógł magazynować wodę opadową wskutek zdrenowania tegoż korzeniami drzew, posiadał więc liczne źródła, które wydatnie zasilają cieką. Ze zniknięciem lasów, znikły i źródła, gdy erozja pocięła głębokimi jaranami, nagie skłony, uniemożliwiając tworzenie się wodozbiórów w gruncie i przyspieszając spływy wody powierzchniowej, więc nawet krótki okres posuchy powoduje minimalne spływy tych cieków, wskutek nikłych zapasów wody gruntowej. Mała zasobność Karpat w wodę gruntową, jest poza to uwarunkowana ich budową, tj. wypiętrzaniem naprzemianległych piaskowców, wapieni i nieprzepuszczalnych łupków. W tych warunkach nie mogą się utworzyć ani rozległe warstwy przewodzące wodę, ani warstwy podtrzymujące wodę na znacznych obszarach. To też gdy lasy zanikają, maleje retencja gruntowa, wyładowująca się źródłami, a wzrasta się odpływ powierzchniowy.

Tylko wartościowym rodzajom gleb małopolskich należy zawdzięczać, że nie odczuwa się zwłaszcza w gospodarstwie rolnym braku wody.

Brak wody w strefie trzeciej nie pozwala na rozwój przemysłu i dużej żeglugi. W pewnym stopniu zaradzić temu mogą zbiorniki. Nawet Dunajce zasilany wodami krasowymi tatrzańskimi, jest zasobny w wodę tylko w niewielkim zasięgu.

d) Cieką nizinne obszarów dyluwialno-aluwialnych wykazują na ogół wielkie ubóstwo wody, bo zasób wody gruntowej tychże przy małej przepuszczalności i zasobności w wodę złóż piaszczysto-gliniastych i zmulonych szybko wyczerpuje się, oddając rzekom wody czyste, jałowe. Niekiedy amplituda wahań stanów tych wód wygląda pozornie małą, gdy płaskie tereny pozwalają na szerokie rozlewiska i gdy właściwe koryta zaledwie 5-tą część wody prowadzą. Przed zanikiem wody przy niskich stanach, gdy woda gruntowa znacznie się obniży, chroni się natura przy pomocy silnego zarastania koryta. Roślinność wodna piętrzy wodę w korycie, która pozostaje w bezruchu, co stwarza pozory obfitości wody.

W piaszczystych terenach, przy większej przepuszczalności gruntu i małym oporze dla działań erozyjnych, często zdarza się kaptawość wody cieką słabszego na rzecz silniejszego w wodę i o korycie bardziej wciętym w teren (Wisła, Bug itd.

Zachowanie się wody w różnych porach roku.

a) Wiosną mamy duże wody na rzekach nizinnych, bagiennie-nizinnych, niekiedy i na podgórskich. Duże ich wody pochodzą z gwałtownego topnienia śniegu na przemarzniętym podłożu, o ile fala ciepła zdoła bez załamania się temperatury powietrza dłuższy czas utrzymać się.

Załamaniem się temperatury in minus powoduje rozciągnięcie się fali wezbrania wody i powstanie wtórnej kulminacji fali. Wody wiosenne spływają zwykle po terenach zamrażniętych, nie są więc szkodliwe, nie erodują silnie,

a użyźniając łąki przyległe do rzek, stają się pożądane.

Zbiorniki chwytające kulminację fali tych wód, są bardzo pożądane, gdyż chronią stałość koryta, magazynują wodę dla celów melioracyjnych czy nawigacyjnych, co ma wielkie znaczenie z uwagi na to, że na rzekach nizinnych a zwłaszcza bagiennie-nizinnych nie istnieją prawie duże wody letnie.

b) W górach, zwłaszcza w Karpatach, śniegi giną później, niż na dolinach. Wilgotne wiatry zachodnie stykają się z terenem zimnym, nasycenym wodą, co powoduje często kondensację i stąd to zwykle w czerwcu mamy na rzekach karpackich duże wody świętojańskie. Wyniszczenie lasów w Karpatach i nieprzepuszczalność podłoża w zapadlisku podkarpackim sprawia, że wezbrania letnie przyjmują coraz częściej charakter wód katastrofalnych.

Wody letnie, zwłaszcza w dolnych ich biegach powodują denudację w obszarach zalewiskowych, spłukują nawierzchnię pól, ogrodów i zrywają brzegi, niosą więc bogactwo w swoich zawieszinach i szlamach, dlatego powinny być magazynowane, zwłaszcza dla celów melioracyjnych. Również cieką nizinne, zwłaszcza te, które z jezior prowadzą średnio dużo wody, gdy ich koryta silnie zarasta, występują z brzegów, ale nie działają obnażająco. Na ciekach nizinnych ubogich w wodę, zarastanie koryta, przy zaniku ruchu wody, pomaga do utrzymania się wyższych stanów wody gruntowej.

c) W jesieni mamy zwykle w górach najniższe stany wody (przymrozki). Na nizinach stan wody normalnie wzrasta, ponieważ w dorzeczu podnosi się stan wody gruntowej, na skutek zmniejszenia parowania podczas coraz krótszych dni, zwłaszcza gdy promieniowanie w ciągu nocy jest minimalne. W tych warunkach niekiedy już średnie deszcze powodują znaczne podniesienie się stanów wody rzecznej. Temperatura wody spada, a roślinność wodna kładzie się na dno.

d) Wiemy, że zamarzanie postępuje szybciej w kamieniu, jak w gruncie sypkim, a w tym ostatnim prędzej, jak w wodzie. Gdy napłyne fala zimnego powietrza, a grunt jest suchy, przemarzanie szybko postępuje w głąb i gdy dosięgnie zwierciadła wody, wtedy woda zamarza, powiększa swoją objętość i w postaci igiełek, złożonych z kolanek, jest wypychana do cieką. Igiełki lodu w granicach kolanka stanowią przyrost dobowy. Prąd wody odrywa igiełki, które unosi na swej powierzchni i zbija je w krążki, które nazywamy sryzem.

Wiemy, że cząsteczki wody powierzchniowej, stykając się z powietrzem o niskiej temperaturze, zmniejszają swą objętość, stają się cięższe i opadają na dno, na to miejsce napływają od dołu cząsteczki cieplejsze i tak drogą wymiany pionowej postępuje ochłodzenie wody do 4° C. Przy dalszym ochłodzeniu, poniżej wymienionej granicy, cząsteczki powierzchniowej wody powiększają swoją objętość, tężeją, i gdy znajdują się pomiędzy pływającymi igiełkami lodu, tworzą

blaszki lodu a następnie pokrywę lodową. Narastanie mięszu pokrywy lodowej od strony wody, postępuje na skutek promieniowania, zaś przy brzegu na skutek powiększania się powierzchni styku wody z brzegiem, w którym przemarznięcie gruntu sięga coraz głębiej. Kamień wilgotny wystawiony na mróz, pokrywa się jakby włosem, są to igiełki, powstałe z zamrożonej w skorupie kamienia wody, która powiększyła swoją objętość. Pod wpływem ocieplenia igiełki na powietrzu tają, a opadając na zimną powierzchnię kamienia zwilgacają ją, pokrywając następnie powłoką lodową.

Przebieg zamarzania wody w gruncie jest przyczyną, że polne kamienie są wyciskane na jej powierzchnię, gdy rola pod wpływem mrozu kurczy się. Natomiast gdy koryto jest wyrobione w skale, to tą drogą powstaje lód denny. Gdy zamarzanie gruntu dotrze do skał, czy kamieni pod wodą, to pokrywa je igiełkami lodu. Część igiełek woda płynąca zrywa i spływają na jej powierzchnię. W masie swej jednak igiełki zlewają się na powierzchni kamienia, pokrywając go powłoką lodową.

Lód denny, utworzony na narzucie kamiennym poniżej jazu na Szczarze, na skutek zamknięcia swobodnego przepływu wody, spowodował wylew w porze zimowej.

Przepływ wody w ciekach nizinnych, skutkiem nacisku pokrywy lodowej (wzrostu oporów) spada do 30% przepływu obserwowanego przy stanie swobodnym.

Na ciekach górskich i podgórskich, powyższe przypadki nie zachodzą. Z powodu dużej zmienności stanów, często powstaje próżnia pod powłoką lodową, lód jest słaby i załamuje się, po czym jest zmywany silnym prądem wody. Na glebach organicznych (torfy), w których odbywają się stale procesy biochemiczne, rzadko powstaje powłoka lodowa, a ciek prawie nie zamarzają.

Podział Polski na pasy pod względem obfitości wód.

Jak z powyższych opisów widać, największą łatwość w dysponowaniu wodą znajdujemy w obrębie obszarów pojezierza pomorsko-prusko-litewskiego, co usprawiedliwia zaliczenie północnych obszarów Polski po linię Noteci, Wisły, Bugu, Narwi i Biebrzy do pasa pierwszego. Pas drugi, to tereny południowej Polski od Karpat po linię Częstochowa, Radom, Puławy, Kostopol. Pas ten jest w swej północnej części zwilżany wodami z obszarów wapiennych, (formacje kredowe i jurajskie) obfitujących w wodę, dalej na południe wodami z szutrowisk podkarpackich dolinowych i terenów źródłiskowych, zraszanych w głębi Karpat dużymi opadami, co umożliwi łatwą budowę zbiorników dla celów gospodarczych.

Pas trzeci środkowy stanowią tereny dyluwialno-aluwialne wielkiego niżu polskiego, położone pomiędzy linią Noteci, Wisły, Bugu i Narwi na północy, a linią biegnącą przez Częstochowę, Radom, Puławy, Kostopol po południowej stronie. Obszar ten, poprzecinany

w kierunku równoleżnikowym pradolinami, ma najmniejsze opady i najmniejszą ilość cieków.

Klimat.

Europa, oparta szeroko na wschodzie o Azję, klinem wciska się w Ocean Atlantycki, którego wody w basenach Morza Śródziemnego i Bałtyckiego wpływają łagodząco na klimat Europy, a tym samym i nasz. Wzdłuż północnych brzegów Europy, płynie szeroką ławą Golfstrom i chroni ją przed zimnymi prądami północy, które po obu stronach Grenlandii spływają od bieguna w kierunku południowym.

To wyjątkowe położenie Europy sprawia, że nasz kraj pozostaje stale pod działaniem silnych prądów powietrznych, przeważnie zachodnich, niosących dużo ciepła i wilgoci, co znowu sprzyja rolnictwu.

Cała Polska leży w obrębie działania klimatu przejściowego z wyjątkiem wąskiego pasa przy-morskiego, gdzie panuje wybitny klimat oceaniczny. Granice klimatu przejściowego sięgają na zachodzie po Odrę, po południowej stronie do granic państwa, na wschodzie wyginają się poza naszymi granicami ku północy. Jak charakterystyką klimatu oceanicznego jest wielka częstotliwość opadów, zwłaszcza w okresie zimy i mała amplituda wahań temperatury powietrza, zaś kontynentalnego wielka amplituda wahań temperatury z jednym min. i max. w ciągu roku, jakoteż znaczne opady w okresie letnim — tak klimat przejściowy łączy niekiedy cechy jednego i drugiego klimatu. Wyż barometryczny jest ogniskiem wiatrów, które wieją w kierunku niżu, tj. minimum ciśnienia. Dla Polski stałym siedliskiem wysokiego ciśnienia jest Ocean Atlantycki, zaś w zimie wschód (Syberia).

Gdy noce polarne zalegną biegun północny i część Syberii, następuje silne promieniowanie, a nagromadzone masy zimnego powietrza zaczynają spływać ku południowi.

Ponieważ oziębienie powietrza nad lądem szybciej postępuje jak nad wodą, dlatego już w grudniu napływa do nas od północnego wschodu fala mroźnego powietrza, która w dalszym pochodzie na południe, a szczególnie na zachód, traci wiele na swej ostrości.

Ciepły prąd Golfstromu u brzegów Morza Północnego i Bałtyku, gromadzi zasoby ciepła w sposób powolny, ale stały, wytwarzając minimum ciśnienia. Również ciepłe, wilgotne powietrze napływa od Morza Śródziemnego na kotlinę węgierską, osłoniętą od wschodu i północy łańcem Karpat, pod ochroną których powstaje drugi ośrodek min. ciśnienia. Gdy te siedliska razem złączą działać, powstaje zwykle już w styczniu, na obszarach całej Polski wielki niż barometryczny. Tymczasem powietrze nad oceanem stale oziębiane kształtuje się po zachodniej stronie Europy w wielki wyż barometryczny i wilgotne chłodne powietrze masami napływa na Polskę. O ile śniegi utrzymują się dłużej na przemarzłym gruncie, wtedy oziębia się powietrze, wiatry zachodnie przestają działać i powstaje zwykle drugorzędne maximum Karpackie.

które wkrótce zanika na rzecz silnego wyżu Syberyjskiego, co przynosi nam suchą piękną zimę w lutym, marcu i nieraz w kwietniu. Jednak nasilenie wiatrów wschodnich z czasem ustaje, gdy wiosna i coraz dłuższe nasłonecznienie od południowej Rosji postępuje ku północnemu wschodowi. W okresie letnim powstaje na wschodzie i na Syberii wielki ośrodek niżu barometrycznego, co jest przyczyną, że przez całe lato panują u nas stale wiatry zachodnie, płynące od wyżu nad oceanem, które niosą wiele wilgoci. Wiatry monsunowe północne i południowe są u nas bez większego znaczenia.

We wrześniu spływają do nas od południowego wschodu masy suchego kontynentalnego powietrza, których następstwem jest przysłowiowa piękna polska jesień.

Dla nas, jako dla kraju rolniczego, największe znaczenie ma okres wegetacji, tj. od kwietnia do października włącznie. W okresie tym, napływ na Polskę wiatrów zachodnich można porównać z dużą rzeką. Wody rzeki mają największą prędkość w nurcie, tam też nie osiada rumowisko niesione wodą. Na przeszkodach, położonych w korycie oraz na płycznach, gdzie prędkość wody jest mniejsza, osadzają się niesione wodą zawiesiny i rumosz.

Podobnie masy wilgotnego powietrza przesuują się najszybciej ponad niżem Polski, a zwłaszcza nad pradolinami, toteż tam opady są najmniejsze. Na wysokości zaś wzgórz po południowej stronie linii, idącej prawie prosto od Sudetów na Góry Świętokrzyskie ku masywowi krystalicznemu, jak również po północnej stronie linii, poczynając od gór angielskich przez nasze Pojezierze w kierunku na Mińsk, gdzie leżą nierówności i spłycenia a prędkość fali powietrza jest hamowana, tam widzimy największe opady.

Wzrost opadów zależy: 1) od wzniesienia się terenu nad poziom morza, 2) od rzeźby terenu, powodującej w górach krążenie powietrza rano ku górze, wieczorem ku dolinie, 3) od położenia względem morza, bo opad słabnie w odległości od morza, w końcu 4) od miejscowych warunków, w Karpatach w czerwcu, na Polesiu w lipcu i sierpniu (kontynentalizm).

Z powyższego — jak widać — pas trzeci środkowy jest najuboższy w opady, których wysokość może się jeszcze zmniejszyć, o ile zmniejszy się szata roślinna, zwłaszcza na błotach, oraz w miarę obniżania się wody gruntowej, co poniżej tłumacze.

Gdy w okresie wegetacji prądy wstępujące ciepłe i wilgotne z terenów dostatecznie nawadnianych, przenikają przez wilgotne i chłodniejsze masy powietrza z zachodu płynące, to ostudzają się szybko i następuje kondensacja. Prądy wstępujące suche a przy tym ciepłe z terenów o niskim poziomie wód gruntowych, podczas przenikania przez wilgotne masy morskiego powietrza, oddają mu swe ciepło, co powoduje podnoszenie się warstw płynącego powietrza, ale nie kondensację wilgoci. Wówczas z powodu

braku opadów, obniży się jeszcze bardziej poziom wody gruntowej, wody potoków znikną w piaskach, nastąpi zanik życia roślinnego, a wzmoże się tylko promieniowanie, co z kolei udaremni kiełkowanie roślin, zwłaszcza w terenie piaszczystym, który się prędko nagrzewa i prędko stygnie, gdy jest suchy.

Z powyższego widzimy, jak poważnym zagadnieniem, zwłaszcza w wschodniej części trzeciego pasa, jest sprawa nawadniania na wielką skalę, racjonalnie rozwiązana. Zapewne te potężne czynniki, decydujące o naszym klimacie (masy wód oceanu na zachodzie, a lądu na wschodzie oraz działanie golfstromu) nie dopuszczą do zmiany klimatu, ale zła gospodarka ogólnym dobrem jak lasy, nie licząca się z ich rozmieszczeniem, odpowiadającym naturalnym potrzebom i jednostronnie w terenie prowadzone prace osuszające, przyspieszają obniżenie się wody gruntowej, co może w krótkim czasie całe obszary, zwłaszcza w pasie trzecim zamienić na pustkowie, czego przykładem jest pustynia błędowska.

Amerykanie dla utrzymania wilgotności w glebie pokrywają całe przestrzenie papierem, pozostawiając otwory dla roślin, co wprawdzie dało dobre wyniki, ale okazało się, kosztowne.

Wskazania: 1) *w dziedzinie ogólnej.*

Powyższy rzut oka na naturalne rozmieszczenie wód i wartości gleb oraz na warunki klimatyczne, narzuca nam plan gospodarki wodnej, którego celem jest zachowanie w całości dóbr przyrodzonych. Plan ten w głównych zarysach przedstawia się następująco: a) w strefie trzeciej, południowej, trzeba przeprowadzić zabudowę górskich potoków, zalesić przynajmniej tereny źródłiskowe, zbocza potoków i miejsca, gdzie zaznacza się erozja; również należy zalesić nieużytki w strefie drugiej i tereny, gdzie krasowość się wzmacnia; w strefie czwartej, zwłaszcza na wschodzie, należy zalesić wydmy, gleby piaszczyste, ubogie, pozbawione warstwy nieprzepuszczalnej poniżej 1,0 m, również torfy wyżynne i gorsze przejściowe, o ile nie są odmiennie użytkowane po odpowiednim przygotowaniu. Również zalesienie planowe jest konieczne na glebach piaszczystych, aby osłabić działanie wiatrów i zapobiec szybkiemu parowaniu, gdyż za nim wzmacnia się promieniowanie gleb, co pociąga szkodliwe dla rolnika przymrozki.

b) Gromadzić wody powierzchniowe nie tylko dla celów rolniczych czy nawigacyjnych, ale i przemysłowych wraz z przeprowadzeniem wewnątrz kraju arterii wodnych w oparciu o główną oś, jaką stanowi Wisła, aby można było tnie i pewnie, nawet gdy inne przewozy zawiodą, dostarczać przyrodzone bogactwa i przetwory do miejsca użytkowania i to na czas i w potrzebnej ilości.

2) *W dziedzinie melioracji:*

Możność nawadniania, a przez to podnoszenia stanu zw. wody gruntowej, pociąga za sobą

dalej idące skutki, bo sięga w pewnej mierze w dziedzinę warunków atmosferycznych, pozwalając, oczywiście w ograniczonym stopniu na zwiększenie ilości opadu (patrz klimat).

Z tego względu głównie dla pasa trzeciego, środkowego, należy opracować oddzielnie dla części zachodniej, a głównie dla wschodniej, wielki plan nawadniania, nie liczący się z granicami województw. Przedtem jednak należy zbadać przepływy cieków drogą obserwacji i pomiarów, ustalić zapotrzebowanie wody co do ilości i miejsca, a w końcu postanowić, gdzie i jakie wody będą ujęte celem zrealizowania planu.

3) W dziedzinie nawigacji :

Na tle specjalnych naszych stosunków klimatyczno-geologicznych, stosunki hydrologiczne naszych większych rzek układają się odmiennie, niż w zachodnio-europejskich, przeważnie bogatszych w wodę i płynących w korytach wyrobionych, odpornych i zapewniających trwałość trasy, odmiennie niż na wschodnio-europejskich, ułożonych w korycie spokojnie od stanów maksymalnych wiosennych do minimalnych jesiennych, a zasilanych wodami bardzo dużych dorzeczy. Gdy więc przy naszych rzekach wychodzi się z odmiennych założeń, należy stosować odrębne, własne podejścia do ich uporządkowania i stosować własne metody działania, posługując się środkami szybko działającymi, aby uniknąć zakłóceń w równowadze koryta, zwłaszcza w obrębie pasa trzeciego.

Ważniejsze nasze rzeki, jak Wisła, Bug, Styr, Warta itd. są w biegu środkowym, czy dolnym, rzekami młodymi, nie mają koryt wyrobionych, ani spadków ustalonych, płyną w złożach aluwialnych, słabo spojonych, przepuszczalnych, w piasku miążkim, ruchliwym. Łatwo unoszonym przy dużej częstotliwości stanów wody, zwłaszcza na Wiśle, co jest przyczyną, że umocnienia, wykonane według zasad ogólnie przyjętych, nie dają pożądaných wyników. Także względy gospodarcze przyległych terenów z uwagi na kaptaż wody mniejszych cieków, wypowiadają się przeciw jakimkolwiek obniżaniu zw. wody, zwłaszcza na ciekach dużych, bardziej w teren wciętych o większym spadku i prędkości ich wód.

Wisła na Mazowszu pozbawia wody szeregu cieków lewobrzeżnych, to samo Bug itd., toteż umocnienia dla koncentracji wody, nie mogą być przyczyną znacznego obniżenia się zw. wody przy stanach normalnych.

Z powyższych względów należy dążyć do 1) możliwie największego rozwinięcia trasy;

2) nie uciekać się do wielkiej koncentracji wody dla celów nawigacyjnych, aby uzyskać wielkie głębokości, bo celem jest uzyskać mniejsze głębokości, ale pewne. 3) W strefie niskich stanów wody Wisły uwidacznia się wielka zmienność objętości przepływu, uzależniona w znacznej mierze od zmiany prędkości przepływu. Ponieważ zmiany prędkości wiążą się z ruchem podłoża, wskazanym jest ich wzrost osłabić, przez stosowanie niskich umocnień regulacyjnych, które w górnych granicach niskich wód dozwolą na ich szerokie rozlanie, a tym samym zapobiegną wzrostowi prędkości przepływu.

Przeprowadzenie kanalizacji tych rzek z uwagi na słabe i przepuszczalne podłoże jest trudne do zrealizowania. Pomimo, że wszystkie ważniejsze dopływy Wisły, jak Dunajec, San, Nida, Wieprz, Pilica i Bug biorą początek ze źródeł głębszego, po części krasowego podłoża, co zapewnia Wiśle większą zasobność w wodę przy niskich stanach, to jednak w obrębie pasa trzeciego środkowego cierpią nasze główne arterie na brak wody, a sprawy tej w pełnej mierze nie rozwiążą zapewne i zbiorniki, założone na Podkarpaciu.

Aby więc większe nasze rzeki w obrębie pasa trzeciego mogły sprostać swym zadaniom, należy dla nich w obrębie tegoż pasa stworzyć źródła zasilania, przez odpowiednie magazynowanie na tej wysokości, w obranych basenach, nadmiaru wód wiosennych.

Toteż wykorzystanie naturalnych basenów i założenie zbiorników Stochodzkiego, Białskiego i w dolinie Wieprza według koncepcji Biura Projektu Melioracji Polesia, jest dla pasa trzeciego przyrodzoną potrzebą i ważnym czynnikiem dla uregulowania gospodarki wodnej tamże.

Zbiorniki wymienione zaspakająły by potrzeby — jedne meliorecji, — drugie nawigacji, zaś kanał łączący je, byłby arterią, doprowadzającą wody Styru na ubogi w wodę zachód Polesia. W połączeniu z Wieprzem kanał umożliwiłby przybliżenie i wciągnięcie w krąg interesów C. O. P-u Wołyń, bogaty w zboże, kamień i inne bogactwa.

Aby sprostać tym zadaniom należy trzymać rękę na pulsie przyrody i badać zachowanie się wód gruntowych, jak i powierzchniowych, w celu ochrony kraju przed zniszczeniem, a równocześnie w myśl wskazań przyrodzonych realizować wielki plan zalesienia, nawadniania oraz dróg żeglownych.

Warszawa, w lutym 1939 r.

Inż. I. ROSENZWEIG

Zakład Elektrotechniki Ogólnej Politechniki Lwowskiej.

Symboliczny wielowymiarowy rachunek wektorowy jako metoda analizy układów wielofazowych.

(Ciąg dalszy).

III. Rachunek wektorami zespolonymi w zastosowaniu do teorii mocy sinusoidalnych układów wielofazowych.

1. Definicje mocy w układach wielofazowych o przebiegach sinusoidalnych.

Mimo wielokrotnych usiłowań²⁴⁾ nie został dotychczas załatwiony w sposób zadawalniający problem ustalenia *definicji rozmaitych rodzajów mocy* (biernej, pozornej i t. p.) dla układów wielofazowych.

Przy oparciu się o rachunek wektorami zespolonymi uzyskuje się możliwość ustalenia tych definicji bez tworzenia jakichkolwiek sztucznych hipotez, przy czym uzyskane z tych definicji pojęcia różnych rodzajów mocy posiadają konkretne znaczenie fizyczne i wiążą się konsekwentnie z odpowiednimi mocami układów jednofazowych.

Moc pozorną układów jednofazowych (dwuprzewodowych) zdefiniowana jest — jak wiadomo — jako iloczyn skutecznej wartości napięcia U i skutecznej wartości natężenia prądu I danego układu:

$$P_a = U \cdot I. \quad (110)$$

Określona tym wzorem moc pozorną układów dwuprzewodowych rozpada się przy tym w myśl relacji:

$$P_a^2 = P_w^2 + P_b^2 \quad (111)$$

na dwa człony składowe, z których pierwszy, oznaczony przez P_w przedstawia moc czynną, znamionującą przemiany energetyczne układu, zaś drugi, oznaczony przez P_b przedstawia t. zw. moc bierną danego układu.

Definicja (110) i wzór (111) obowiązują zarówno dla sinusoidalnych, jak i dla niesinusoidalnych układów dwuprzewodowych²⁵⁾.

Określona wzorem (110) moc pozorną charakteryzuje wielkość generatora, potrzebnego do zasilania danego układu dwuprzewodowego. Wielkość P_a określa bowiem dla tego rodzaju układów największą moc czynną, jaka da się uzyskać z generatora zasilającego przy danych skutecznych wartościach U i I .

Wprowadzenie wektorów zespolonych \hat{U} i \hat{I} napięć i prądów układów wielofazowych

umożliwia utrzymanie definicji mocy pozornej (110) również dla układów wielofazowych z tym, iż dla układów tych w miejsce wartości skutecznych napięcia i prądu uwzględnic należy określoną wzorem (52) *wartość zespoloną napięć* $U = |\hat{U}|$ oraz określoną wzorem (53) *wartość zespoloną prądów* $I = |\hat{I}|$ danego układu wielofazowego.

Mocą pozorną układu wielofazowego sinusoidalnego jest zatem iloczyn wartości zespolonej napięć U , czyli bezwzględnej wartości wektora zespolonego napięć \hat{U} i wartości zespolonej prądów I , czyli bezwzględnej wartości wektora zespolonego prądów \hat{I} danego układu:

$$P_a = U \cdot I = |\hat{U}| \cdot |\hat{I}|. \quad (112)$$

Podobnie, jak określona wzorem (110) moc pozorną układów jednofazowych, charakteryzuje określona nową definicją (112) moc pozorną układów wielofazowych wielkość generatora, potrzebnego do zasilania danego urządzenia wielofazowego. *Moc pozorną P_a określa bowiem — jak to dalej wykażemy — największą moc czynną, jaką można wydobyć z danego generatora wielofazowego przy danych wartościach zespolonych U i I .*

W szczególności otrzymuje się z relacji (112) dla każdego układu o równych wartościach skutecznych n napięć zasadniczych U_f i o równych wartościach skutecznych n prądów zasadniczych I_f moc pozorną $P_a = n U_f I_f$ bez względu na przebiegi czasowe sinusoid poszczególnych prądów i napięć.

W dalszych rozważaniach wykażemy również, iż zakres stosowalności definicji (112) rozszerzyć można także na układy wielofazowe o przebiegach odkształconych.

Stosując wzór (37) do wektorów zespolonych \hat{U} i \hat{I} otrzymujemy:

$$|\hat{U}|^2 \cdot |\hat{I}|^2 = |\hat{U} \cdot \hat{I}|^2 + |\hat{U} \times \hat{I}|^2. \quad (113)$$

Relacja ta wskazuje, iż określoną wzorem (112) moc pozorną P_a traktować można jako wypadkową złożoną z dwu członów, z których pierwszy:

$$\hat{P}_s = \hat{U} \cdot \hat{I} \quad (114)$$

równy iloczynowi skalarowemu wektorów zespolonych \hat{U} i \hat{I} nazywam *mocą skalarową* danego układu wielofazowego, zaś drugi:

$$\hat{P}_v = \hat{U} \times \hat{I} \quad (115)$$

równy iloczynowi wektorowemu wektorów \hat{U} i \hat{I} nazywam *mocą wektorową* tego układu.

Bezwzględną wartość wielkości symbolicznej \hat{P}_s oznaczam symbolem P_s i nazywam *bezwzględną mocą skalarową* układu wielofazowego.

²⁴⁾ F. Buchholz: „Elektro-Journ.“ 1 (1921), zes. 9, str. 15. C. I. Budeanu: „Puisances reactives et fictives“, Wyd. Rumuńskiego Komitetu Energetycznego 1927. H. L. Curtis i F. B. Silsbee: „Electr. Eng.“ 54 (1935) str. 394. F. Emde: E. u. M. 39 (1921), str. 545, E. u. M. 55 (1937), str. 557. G. Hommel: „Arch. f. El.“ 28 (1934) str. 737, „Arch. f. El.“ 30 (1936) str. 326. W. Quade: „Arch. f. El.“ 28 (1934) str. 133, „Arch. f. El.“ 28 (1934) str. 798. E. T. Z. 58 (1937) str. 1312 i t. d.

²⁵⁾ S. Fryze: „Moc rzeczywista, urojona i pozorna w obwodach elektrycznych o przebiegach odkształconych prądu i napięcia“. P. E. 1931, zes. 7 i 8.

Bezwzględną wartość biwektora symbolicznego $\hat{\mathcal{P}}_s$ oznaczam natomiast symbolem P_v i nazywam *bezwzględną mocą wektorową* danego układu.

W myśl relacji (113) zachodzi pomiędzy wielkościami P_s i P_v a mocą pozorną P_a związek:

$$P_a^2 = P_s^2 + P_v^2, \quad (116)$$

który formalnie jest zupełnie analogiczny do związku (111) zachodzącego pomiędzy mocami P_a , P_w i P_b dla układów dwuprzewodowych.

Kładąc $\hat{U} = \sum_{i=1}^{i=n} \epsilon_i \hat{U}_i$ i $\hat{I} = \sum_{i=1}^{i=n} \epsilon_i \hat{I}_i$ i stosując zasady rachunku wektorami zespolonymi, otrzymujemy dla zdefiniowanych relacjami (112), (114) i (115) rodzajów mocy następujące wzory obliczeniowe:

a) dla mocy pozornej:

$$P_a = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{i=n} U_i^2\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^{i=n} I_i^2\right)} \quad (117)$$

b) dla mocy skalarowej:

$$\hat{P}_s = \sum_{i=1}^{i=n} \hat{U}_i \cdot \hat{I}_i; \quad (118)$$

c) dla mocy wektorowej:

$$\hat{\mathcal{P}}_v = \sum_{\substack{i, k=1 \\ k > i}}^{i, k=n} \epsilon_i \times \epsilon_k (\hat{U}_i \hat{I}_k - \hat{U}_k \hat{I}_i) \quad (119)$$

Z równania (118) na moc skalarową widzimy, iż określona wzorem (114) moc skalarowa układów wielofazowych identyczna jest ze stosowaną w dotychczasowej teorii układów sinusoidalnych *mocą symboliczną*, której bezwzględna wartość uważana była niewłaściwie przez wielu autorów za moc pozorną układów wielofazowych.

Uwzględniając identyczność mocy skalarowej \hat{P}_s z mocą symboliczną używaną w dotychczasowej teorii stwierdzamy, iż *część rzeczywista* wielkości P_s :

$$P_w = \text{Re } \hat{P}_s \quad (120)$$

przedstawia *moc czynną* danego układu wielofazowego, miarodajną dla przemian energetycznych, zachodzących w tym układzie.

Część urojona mocy skalarowej \hat{P}_s :

$$P_r = \text{Im } \hat{P}_s \quad (121)$$

nazywam *mocą reaktywną* danego układu wielofazowego.

Pomiędzy mocą czynną P_w , reaktywną P_r i bezwzględną skalarową P_s zachodzi relacja:

$$P_s^2 = P_w^2 + P_r^2, \quad (122)$$

która wynika bezpośrednio z wzorów definicyjnych (120) i (121).

²⁶⁾ Do obliczenia mocy pozornej P_a według tego wzoru potrzebna jest jedynie znajomość skutecznych wartości n napięć zasadniczych U_1, U_2, \dots, U_n oraz n prądów zasadniczych I_1, I_2, \dots, I_n danego układu. Znajomość natężenia prądu przewodu zerowego I_0 oraz napięć międzyprzewodowych jest natomiast dla obliczenia mocy P_a *zbyteczna*.

²⁷⁾ Znaki „Re“ i „Im“ oznaczają operację matematyczną, polegającą na określeniu części rzeczywistej i części urojonej liczby zespolonej. Dla liczby $\hat{A} = a_1 + j a_2$ jest zatem $\text{Re } \hat{A} = a_1$ i $\text{Im } \hat{A} = a_2$.

Uwzględniając wzór (122) w równaniu (116) otrzymujemy relację:

$$P_a^2 = P_w^2 + P_r^2 + P_v^2, \quad (123)$$

która określa związek pomiędzy mocą pozorną sinusoidalnego układu wielofazowego P_a a mocą czynną P_w , mocą reaktywną P_r i bezwzględną mocą wektorową P_v tego układu.

Określona wzorem (121) moc reaktywna traktowana była w dotychczasowej teorii jako moc bierna układów wielofazowych o przebiegach sinusoidalnych. Błędność tego stanowiska wynika z faktu, iż obok mocy reaktywnej P_r cała bezwzględna moc wektorowa P_v , występująca we wzorze (123) równorzędnie z mocą P_r , przedstawiać musi moc o charakterze biernym, albowiem cała moc czynna, określona wzorem (120) tkwi w mocy skalarowej \hat{P}_s .

Dążąc do utrzymania dla układów wielofazowych relacji:

$$P_a^2 = P_w^2 + P_b^2 \quad (124)$$

analogicznej do wzoru (111), określającego związek pomiędzy mocą czynną P_w , bierną P_b i pozorną P_a dla układów dwuprzewodowych, zmuszeni jesteśmy do ustalenia nowej definicji mocy biernej P_b układów wielofazowych o przebiegach sinusoidalnych przy pomocy wzoru:

$$P_b^2 = P_r^2 + P_v^2 \quad (125)$$

wynikającego bezpośrednio z porównania ze sobą wzorów (123) i (124).

Resumując wyniki naszych rozważań stwierdzamy, iż dla układów wielofazowych sinusoidalnych zmuszeni jesteśmy rozróżnić następujące rodzaje mocy:

a) *moc pozorną*, określoną w myśl (112) wzorem:

$$P_a = U \cdot I = |\hat{U}| |\hat{I}|;$$

b) *moc skalarową*, określoną według (114) wzorem:

$$\hat{P}_s = \hat{U} \cdot \hat{I};$$

c) *moc wektorową*, określoną według (115) relacją:

$$\hat{\mathcal{P}}_v = \hat{U} \times \hat{I};$$

d) *moc czynną*, wyrażoną w myśl (120) wzorem:

$$P_w = \text{Re } \hat{P}_s;$$

e) *moc reaktywną*, określoną według (121) jako:

$$P_r = \text{Im } \hat{P}_s$$

oraz:

f) *moc bierną*, określoną w myśl (125) wzorem:

$$P_b = \sqrt{P_r^2 + P_v^2}.$$

Na szczególnie podkreślenie zasługuje fakt, iż dla wszystkich rodzajów mocy, stanowiących w myśl wzorów (116), (122) i (123) główne składniki mocy pozornej P_a , a więc *dla mocy skalarowej \hat{P}_s , dla mocy wektorowej $\hat{\mathcal{P}}_v$, dla mocy czynnej P_w i dla mocy reaktywnej P_r obowiązują zasady zachowania w obrębie całości obwodów, zbudowanych z układów wielofazowych.*

Jak dalej wykazemy, obowiązuje mianowicie dla mocy \hat{P}_s zasada zachowania algebraiczna symboliczna, dla mocy $\hat{\mathcal{P}}_v$ zasada zachowania

geometryczna, zaś dla mocy P_w i P_r zasady zachowania algebraiczne.

2. Fizykalne znaczenie mocy pozornej P_a .

Fizykalne znaczenie mocy pozornej P_a określonej nowym wzorem definicyjnym (112) charakteryzuje następujące twierdzenie:

Określona wzorem (112) moc pozorna P_a stanowi największą wartość mocy czynnej, jaka da się uzyskać przy danych wartościach zespołowych napięć i prądów U i I badanego układu wielofazowego o przebiegach sinusoidalnych.

Dowód tego twierdzenia jest następujący:

Moc czynna P_w układu wielofazowego o sinusoidalnych napięciach zasadniczych U_{it} i sinusoidalnych prądach zasadniczych I_{it} określona jest, jak wiadomo, wzorem:

$$P_w = \sum_{i=1}^{i=n} U_i I_i \cos \varphi_i, \quad (126)$$

przy czym φ_i oznacza kąt przesunięcia fazy pomiędzy sinusoidą prądu I_{it} i sinusoidą napięcia U_{it} .

Niezależnie od doboru skutecznych wartości U_i i I_i otrzymamy największe możliwie wartości P_w , kładąc dla wszystkich faz $\cos \varphi_i = 1$, t. zn. przyjmując, iż wszystkie fazy posiadają obciążenie czysto ohmowe.

Otrzymujemy wtedy:

$$P_w = \sum_{i=1}^{i=n} U_i I_i. \quad (127)$$

Uwzględniając relacje (117) i (127) w nierówności Schwarz'a²⁸⁾:

$$\left(\sum_{i=1}^{i=n} U_i I_i \right)^2 \leq \left(\sum_{i=1}^{i=n} U_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^{i=n} I_i^2 \right) \quad (128)$$

otrzymujemy zatem:

$$P_w \leq P_a. \quad (129)$$

Znak równości obowiązuje w relacjach (128) i (129) w myśl twierdzenia o nierówności Schwarz'a wtedy, gdy skuteczne wartości U_i i I_i układu zbudowanego z oporów ohmowych, spełniają relację:

$$\frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2} = \dots = \frac{U_n}{I_n} = R. \quad (130)$$

Moc pozorna P_a stanowi zatem rzeczywiście największą moc czynną jaką można uzyskać przy danych wartościach zespołowych U i I , przy czym moc czynna staje się wtedy równa pozornej, gdy każda faza układu obciążona jest tym samym oporem ohmowym R .

Znaczenie fizykalne mocy pozornej P_a układów wielofazowych jest więc zupełnie analogiczne do znaczenia fizykalnego mocy pozornej układów dwuprzewodowych. Moc pozorna P_a , przedstawiając największą możliwą do uzyskania przy danych wartościach zespołowych U i I moc czynną, jest zatem, podobnie jak moc pozorna układów dwuprzewodowych, miarą wielkości generatora, potrzebnego do zasilenia danego układu wielofazowego.

3. Zasady zachowania mocy dla sinusoidalnych układów wielofazowych.

W obwodach elektrycznych, zbudowanych z układów wielofazowych o przebiegach sinusoidalnych obowiązuje algebraiczna (symboliczna) zasada zachowania dla mocy skalarowej \dot{P}_s oraz geometryczna (wektorjalna) zasada zachowania dla mocy wektorowej $\hat{\mathcal{P}}_v$.

Zasadę zachowania dla mocy skalarowej wyraża relacja ogólna:

$$\sum_{obw} \dot{P}_s = 0. \quad (131)$$

Relacja ta wyraża, iż suma algebraiczna wartości mocy skalarowej \dot{P}_s obliczona dla wszystkich układów wielofazowych wchodzących w skład pewnego obwodu wielofazowego, jest równa zeru.

Prawdziwość relacji (131) wynika bezpośrednio z faktu, iż moc skalarowa \dot{P}_s jest identyczna z używaną w dotychczasowej teorii obwodów sinusoidalnych mocą symboliczną.

Zasadę zachowania dla mocy wektorowej wyraża relacja:

$$\sum_{obw} \hat{\mathcal{P}}_v = 0. \quad (132)$$

Relacja ta wyraża, że suma geometryczna biwektorów symbolicznych mocy wektorowej $\hat{\mathcal{P}}_v$ obliczona dla wszystkich układów wielofazowych, wchodzących w skład pewnego obwodu wielofazowego jest równa zeru.

Dowód relacji (132) jest następujący:

W myśl wzoru (115) jest:

$$\sum_{obw} \hat{\mathcal{P}}_v = \sum_{obw} \hat{U} \times \hat{\mathcal{I}} \quad (133)$$

Dla wektorów zespołowych napięć \hat{U} w obwodach, zbudowanych z układów wielofazowych obowiązuje *zespołowe napięciowe prawo Kirchhoffa* (97). Każdy wektor zespołowy napięcia \hat{U} można zatem wyrazić jako różnicę dwu wektorów zespołowych potencjałów:

$$\hat{U} = \hat{\mathcal{B}} - \hat{\mathcal{B}}' \quad (134)$$

Podstawiając tę relację w (133) otrzymujemy:

$$\sum_{obw} \hat{\mathcal{P}}_v = \sum_{obw} (\hat{\mathcal{B}} - \hat{\mathcal{B}}') \times \hat{\mathcal{I}}. \quad (135)$$

We wzorze tym wektor zespołowy potencjałów $\hat{\mathcal{B}}$ każdego węzła wielofazowego i pomnożony jest wektorjalnie kolejno przez wektory zespołowe wszystkich prądów $\hat{\mathcal{I}}$ zbiegających się w tym węzle.

Równanie (135) można zatem wypisać w postaci:

$$\sum_{obw} \hat{\mathcal{P}}_v = \sum_{obw} [\hat{\mathcal{B}}_i \times \sum_i (\hat{\mathcal{I}})], \quad (136)$$

przy czym symbol $\sum_i (\hat{\mathcal{I}})$ oznacza sumę geometryczną wszystkich wektorów zespołowych prądów, zbiegających się w i -tym węzle.

Ze względu na *zespołowe prądowe prawo Kirchhoffa* (96) musi suma ta dla każdego z węzłów być równa zeru. Otrzymujemy zatem:

$$\sum_{obw} \hat{\mathcal{P}}_v = 0,$$

a więc relację, której prawdziwość chcieliśmy wykazać.

²⁸⁾ R. Courant i D. Hilbert, odnośnik 5.

Z relacji (131) wynika *prawo zachowania algebraicznego mocy czynnej*:

$$\sum_{obw} P_w = 0, \quad (137)$$

które obowiązuje zresztą, jak wiadomo, dla wszelkich rodzajów obwodów elektrycznych i wynika bezpośrednio z zasady zachowania energii, oraz *prawo zachowania algebraicznego mocy reaktywnej*:

$$\sum_{obw} P_r = 0. \quad (138)$$

Z relacji (132) wynika natomiast *algebraiczne (symboliczne) prawo zachowania dla każdego ze składników biwektora zespolonego $\hat{\mathcal{P}}_v$* :

$$\sum_{obw} (\hat{U}_i \hat{I}_k - \hat{U}_k \hat{I}_i) = 0 \quad (139)$$

obowiązujące dla każdej pary wartości i i k ($i, k = 1, 2, \dots, n$).

4. Kąty charakterystyczne oraz współczynnik mocy sinusoidalnych układów wielofazowych.

Stosując w odniesieniu do wektorów zespolonych \hat{U} i $\hat{\mathcal{I}}$ układu wielofazowego relacje (7), (10) i (13), trzymujemy trzy wielkości kątowe, a mianowicie t. zw. *kąt rozchylenia ψ* , *kąt fazowy φ* i *kąt rozstawu ρ* .

Kąt rozchylenia ψ układu wielofazowego o wektorach zespolonych \hat{U} i $\hat{\mathcal{I}}$ określony jest w myśl wzoru (7) równaniem:

$$\cos \psi = \frac{|\hat{U} \cdot \hat{\mathcal{I}}|}{|\hat{U}| \cdot |\hat{\mathcal{I}}|}. \quad (140)$$

Uwzględniając w tym równaniu podane poprzednio definicje różnych rodzajów mocy otrzymujemy relacje:

$$\cos \psi = \frac{P_s}{P_a}, \quad \sin \psi = \frac{P_v}{P_a}, \quad \operatorname{tg} \psi = \frac{P_r}{P_s} \quad (141)$$

określające związek kąta rozchylenia ψ z mocami P_s , P_v i P_a danego układu wielofazowego.

Kąt fazowy φ układu wielofazowego o wektorach zespolonych \hat{U} i $\hat{\mathcal{I}}$ określony jest w myśl wzoru (10) relacją:

$$|\varphi = e^{j\varphi} = \frac{\hat{U} \cdot \hat{\mathcal{I}}}{|\hat{U} \cdot \hat{\mathcal{I}}|}. \quad (142)$$

Uwzględniając tu nowe definicje mocy otrzymuje się wzory:

$$|\varphi = \frac{\hat{P}_s}{P_s}, \quad \cos \varphi = \frac{P_w}{P_s}, \quad \sin \varphi = \frac{P_r}{P_s}, \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{P_r}{P_w} \quad (143)$$

określające związek kąta fazowego φ z mocami P_w , P_r , P_s i \hat{P}_s danego układu wielofazowego.

Kąt rozstawu ρ układu wielofazowego o wektorach zespolonych \hat{U} i $\hat{\mathcal{I}}$ określony jest w myśl wzoru (13) relacją:

$$\cos \rho = \frac{|\hat{U} \cdot \hat{\mathcal{I}} + \hat{\mathcal{I}} \cdot \hat{U}|}{2|\hat{U}| \cdot |\hat{\mathcal{I}}|}. \quad (144)$$

Po uwzględnieniu wzorów na moce otrzymamy na podstawie tej relacji wzory:

$$\cos \rho = \frac{P_w}{P_a}, \quad \sin \rho = \frac{P_b}{P_a}, \quad \operatorname{tg} \rho = \frac{P_b}{P_w}. \quad (145)$$

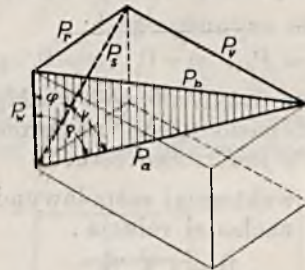
które określają związek kąta rozstawu ρ z mocami P_w , P_b i P_a danego układu wielofazowego.

Wielkość:

$$\lambda = \cos \rho = \frac{P_w}{P_a} \quad (146)$$

stanowiącą stosunek mocy czynnej do mocy pozornej danego układu wielofazowego nazywam *współczynnikiem mocy* tego układu. *Współczynnik ten jest zawsze — podobnie jak w układach 2-przewodowych — mniejszy, lub co najwyżej równy jedności.*

Z wzorów (141), (143) i (145) wynika, przy uwzględnieniu relacji (116), (122), (123) i (124), bardzo charakterystyczny wykres (3-wymiarowy) mocy sinusoidalnych układów wielofazowych, przedstawiony na ryc. 14. Wykres ten,



Ryc. 14.

który nazywam *czworoscianem mocy* stanowi uogólnienie t. zw. *trójkąta mocy*, używanego w teorii układów 2-przewodowych.

5. Rozkład układów wielofazowych na układy częściowe odpowiadające rozmaitym rodzajom mocy.

Każdy układ wielofazowy rozłożyć można na układy częściowe, odpowiadające poszczególnym, określonym poprzednio rodzajom mocy.

Rozkład ten przeprowadzamy, opierając się na następujących definicjach:

a) *Układem wielofazowym skalarowym nazywam układ wielofazowy, którego moc wektorowa $\hat{\mathcal{P}}_v$ jest równa zero, czyli dla którego jest:*

$$\hat{U} \times \hat{\mathcal{I}} = 0. \quad (147)$$

Wektor zespolony prądów $\hat{\mathcal{I}}$ takiego układu jest zatem *równoległy* do wektora zespolonego napięć \hat{U} . Wektory te spełniają więc, w myśl relacji równoległości (8) wzór:

$$\hat{U} = \hat{Z} \cdot \hat{\mathcal{I}}, \quad (148)$$

przyczem \hat{Z} jest dowolną *wartością skalarową* (symboliczną).

Relacja (148) wskazuje, iż układ skalarowy może być zrealizowany zawsze w formie gwiazdy, zbudowanej z n równych impedancji \hat{Z} .

Dla układów skalarowych jest:

$$P_s = P_a, \quad \psi = 0. \quad (149)$$

b) *Układem wielofazowym wektorowym nazywam układ wielofazowy, którego moc skalarowa \hat{P}_s jest równa zero, czyli dla którego jest:*

$$\hat{U} \cdot \hat{\mathcal{I}} = 0. \quad (150)$$

Wektor zespolony prądów $\hat{\mathcal{I}}$ takiego układu jest *prostopadły* do wektora zespolonego napięć \hat{U}

Dla układów wektorowych jest:

$$P_v = P_b = P_a, \quad \psi = 90^\circ, \quad \varphi = 90^\circ. \quad (151)$$

c) *Układem wielofazowym czynnym nazywam układ wielofazowy skalarowy, którego moc reaktywna P_r jest równa zeru.*

Pomiędzy wektorami zespolonymi \hat{U} i \hat{S} takiego układu zachodzi relacja:

$$\hat{U} = R \cdot \hat{S}, \quad (152)$$

przy czym R jest *wartością skalarową rzeczywistą.*

Układ czynny może zatem być zawsze zrealizowany w formie gwiazdy, złożonej z n równych oporów ohmowych R .

Dla układu czynnego jest:

$$P_w = P_s = P_a, \quad \psi = 0, \quad \varphi = 0, \quad \rho = 0. \quad (153)$$

d) *Układem wielofazowym reaktywnym nazywam układ wielofazowy skalarowy, którego moc czynna P_w jest równa zeru.*

Pomiędzy wektorami zespolonymi \hat{U} i \hat{S} takiego układu zachodzi relacja:

$$\hat{U} = j X \cdot \hat{S}, \quad (154)$$

przy czym $j X$ jest *wartością skalarową urojoną.*

Układ reaktywny może zatem być zawsze zrealizowany w formie gwiazdy, złożonej z n równych reaktancji X .

Dla układu reaktywnego jest:

$$P_r = P_s = P_b = P_a, \quad \psi = 0, \quad \varphi = \pm 90^\circ, \quad \rho = 90^\circ. \quad (155)$$

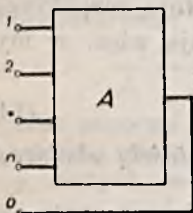
Układy reaktywne o $\varphi = +90^\circ$ nazywam *układami indukcyjnymi*, zaś układy reaktywne o $\varphi = -90^\circ$ *układami pojemnościowymi.*

e) *Układem wielofazowym biernym nazywam każdy układ wielofazowy, którego moc czynna P_w jest równa zeru.*

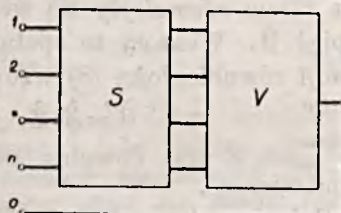
Dla układu takiego jest:

$$P_b = P_a, \quad \rho = 90^\circ. \quad (156)$$

Zdefiniowane poprzednio *układy wektorowe* i *układy reaktywne* stanowią szczególnie przypadki układów wielofazowych biernych.



Ryc. 15.



Ryc. 16.

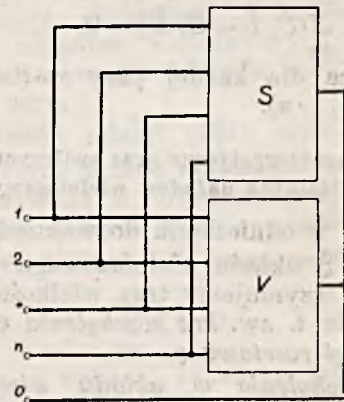
Dla rozkładu dowolnego układu wielofazowego na układy częściowe, odpowiadające podanym wyżej definicjom, obowiązują następujące twierdzenia:

A) *Każdy układ wielofazowy „A” (ryc. 15) można rozłożyć w sposób jednoznaczny na układ częściowy skalarowy „S”, połączony szeregowo (ryc. 16) lub równoległe (ryc. 17) z układem częściowym wektorowym „V”.*

Układ częściowy skalarowy „S” pobiera przy tym całą moc skalarową \hat{P}_s , zaś układ

częściowy wektorowy „V” pobiera całą moc wektorową \hat{P}_v danego układu pierwotnego „A”.

Przy rozkładzie szeregowym (ryc. 16) jest wektor zespolony napięcie \hat{U} , układu częściowego skalarowego „S” równy *składowej wektora zespolonego napięcie \hat{U} danego układu „A”, równoległej do wektora zespolonego prądów \hat{S} układu „A”.* Wektor zespolony napięcie \hat{U}_v , układu częściowego wektorowego „V” jest natomiast równy *składowej wektora zespolonego \hat{U} normalnej do \hat{S} .*



Ryc. 17.

W myśl wzorów (17) i (18) jest zatem:

$$\hat{U}_v = \hat{S} \frac{\hat{U} \cdot \hat{S}}{|\hat{S}|^2} = \hat{S} \frac{\hat{P}_s}{I^2} \quad (157)$$

oraz

$$\hat{U}_s = \hat{U} - \hat{U}_v = \hat{U} - \hat{S} \frac{\hat{P}_s}{I^2}. \quad (158)$$

Przy rozkładzie równoległym (ryc. 17) jest wektor zespolony prądów \hat{S}_s układu częściowego skalarowego „S” równy *składowej wektora \hat{S} równoległej do \hat{U}* , zaś wektor zespolony prądów \hat{S}_v układu częściowego wektorowego „V” równy *składowej wektora \hat{S} , normalnej do \hat{U} .*

W myśl relacji (17) i (18) jest więc:

$$\hat{S}_s = \hat{U} \frac{\hat{S} \cdot \hat{U}}{|\hat{U}|^2} = \hat{U} \frac{\hat{P}_s}{U^2} \quad (159)$$

oraz

$$\hat{S}_v = \hat{S} - \hat{S}_s = \hat{S} - \hat{U} \frac{\hat{P}_s}{U^2} \quad (160)$$

B) *Układ częściowy skalarowy „S”, uzyskany przez podany wyżej rozkład, można w dalszym ciągu rozłożyć w sposób jednoznaczny na dwa układy częściowe, połączone szeregowo lub równoległe, a mianowicie na układ czynny „W” i układ reaktywny „R”. Uzyskuje się w ten sposób możliwość rozkładu dowolnego układu wielofazowego „A” na trzy układy częściowe, a mianowicie na układ czynny „W”, układ reaktywny „R” i układ wektorowy „V”, połączone ze sobą szeregowo (ryc. 18) lub równoległe (ryc. 19).*

Układ częściowy czynny „W” pobiera przy tym całą moc czynną P_w , układ reaktywny „R”

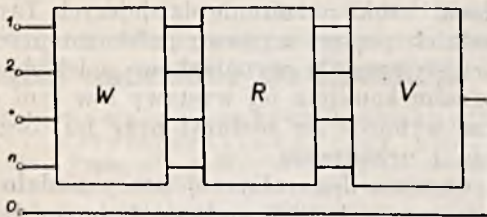
całą moc reaktywną P_r , zaś układ wektorowy „ V ” całą moc wektorową \hat{S}_v pierwotnego układu wielofazowego „ A ”.

Przy rozdziale szeregowym (ryc. 18) są wektory zespolone napięć układu częściowego czynnego \hat{U}_w reaktywnego \hat{U}_r i wektorowego \hat{U}_v określone wzorami:

$$\hat{U}_w = \hat{S} \frac{P_w}{I^2} \quad (161)$$

$$\hat{U}_r = \hat{S} \frac{j P_r}{I^2} \quad (162)$$

$$\hat{U}_v = \hat{U} - \hat{S} \frac{\hat{P}_s}{I^2} \quad (163)$$



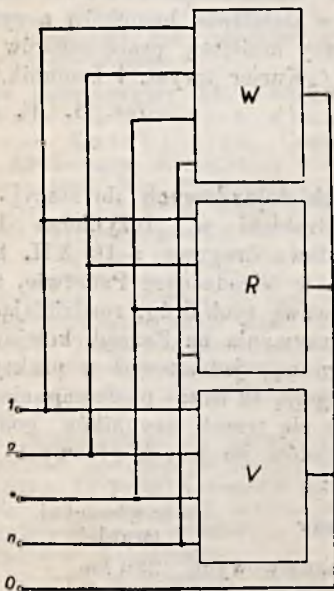
Ryc. 18.

Przy rozkładzie równoległym (ryc. 19) są wektory zespolone prądów układu częściowego czynnego \hat{S}_w , reaktywnego \hat{S}_r i wektorowego \hat{S}_v określone wzorami:

$$\hat{S}_w = \hat{U} \frac{P_w}{U^2} \quad (164)$$

$$\hat{S}_r = \hat{U} \frac{-j P_r}{U^2} \quad (165)$$

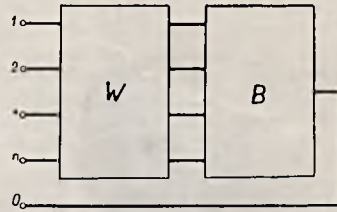
$$\hat{S}_v = \hat{S} - \hat{U} \frac{\hat{P}_s}{U^2} \quad (166)$$



Ryc. 19.

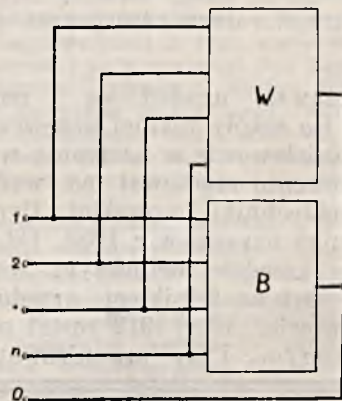
C) Reaktywne i wektorowe układy częściowe, uzyskane przez podany wyżej rozkład, połączyć

można w jeden układ częściowy bierny „ B ”. Uzyskuje się w ten sposób możliwość rozkładu dowolnego układu wielofazowego „ A ” w sposób jednoznaczny na dwa układy częściowe, a mianowicie na układ czynny „ W ” i układ bierny „ B ”, połączone ze sobą albo szeregowo (ryc. 20) albo też równoległe (ryc. 21).



Ryc. 20.

Układ częściowy czynny „ W ” pobiera przy tym całą moc P_w , zaś układ częściowy bierny „ B ” całą moc bierną P_b pierwotnego układu „ A ”



Ryc. 21.

Przy rozkładzie szeregowym (ryc. 20) są wektory zespolone napięć układu częściowego czynnego \hat{U}_w i biernego \hat{U}_b określone wzorami:

$$\hat{U}_w = \hat{S} \frac{P_w}{I^2} \quad (167)$$

$$\hat{U}_b = \hat{U} - \hat{U}_w = \hat{U} - \hat{S} \frac{P_w}{I^2} \quad (168)$$

Przy rozkładzie równoległym (ryc. 21) są wektory zespolone prądów układu częściowego czynnego \hat{S}_w i biernego \hat{S}_b określone wzorami:

$$\hat{S}_w = \hat{U} \frac{P_w}{U^2} \quad (169)$$

$$\hat{S}_b = \hat{S} - \hat{S}_w = \hat{S} - \hat{U} \frac{P_w}{U^2} \quad (170)$$

Określony wzorami (167) ... (170) rozkład układów wielofazowych na układy częściowe czynne i biernie połączone ze sobą szeregowo lub równoległe odpowiada w zupełności rozkładowi na elementy czynne i biernie układów dwuprzewodowych²⁸⁾. (C. d. n.).

²⁸⁾ Patrz S. Fryze, odnośnik 25).

Wspomnienie pośmiertne

Jak donieśliśmy w Nr 8 „Czasopisma Technicznego“ z b. r. straciło P. T. P. przez zgon ś. p. Inż. Stanisława Paprzycy Świeżawskiego jednego ze swych członków honorowych.



* 1. X. 1864 INŻ. ST. PAPRZYCA ŚWIEŻAWSKI † 18. IV. 1939

S. Świeżawski urodził się 1 października 1864 roku. Do szkoły realnej uczęszczał początkowo w Stanisławowie a następnie we Lwowie. Po jej ukończeniu studiował na wydziale chemicznym Politechniki Lwowskiej. Dyplom inżyniera - chemika uzyskał w r. 1888. Od roku 1890 pracował w urzędzie menniczym we Wiedniu a następnie był naczelnikiem urzędu probierczego we Lwowie. W r. 1912 został mianowany Radcą górnictwem. Przy organizowaniu władz

mennicznych polskich współpracował w układaniu projektów dotyczących ustaw.

W czasie obrony Lwowa był członkiem M. S. O.

Na stanowisku naczelnika Okr. Urzędu Probierczego we Lwowie pozostawał do r. 1925, tj. do czasu, gdy przeszedł na własne żądanie w stan spoczynku.

Członkiem P. T. P. był ś. p. Zmarły od roku 1888. Pracował w naszym Towarzystwie bardzo wydatnie i nadzwyczaj owocnie. Był kolejno wieloletnim członkiem Wydziału Głównego, administratorem, a potem w latach 1902—1907 redaktorem „Czasopisma Technicznego“. Gdy w r. 1902 obchodziło P. Tow. Politechniczne jubileusz 25-letniego swego istnienia i urządziło w Pałacu Sztuki na terenie dzisiejszych Targów Wschodnich piękną wystawę polskiego przemysłu artystycznego i wynalazków polskich, był sekretarzem komitetu tej wystawy i w tym charakterze wybitnie się zasłużył przy jej zorganizowaniu i urządzeniu.

W uznaniu Jego ofiarnej pracy nadało Mu Towarzystwo w r. 1909 godność Członka Honorowego.

Stanowisko zawodowe ś. p. inż. Świeżawskiego wpłynęło na Jego zamiłowania numizmatyczne, dzięki którym stworzył bogaty systematyczny zbiór monet polskich ofiarowany następnie jednemu z miast kresowych.

Do końca życia brał Zmarły żywy udział w życiu narodowym i społecznym a w szczególności interesował się rozwojem techniki polskiej.

Cześć Jego pamięci!

Przegląd czasopism

Komunikacja

Komunikacja na autostradach a gościńcach.

W Niemczech zarządzono porównawcze jazdy na dwóch, mniej więcej równoległe do siebie idących, odcinkach dróg samochodowych, mianowicie na drodze państwowej i na autostradzie. Konstrukcja budowlana autostrady umożliwiła skrócenie trasy o 9%. Droga państwowa przecina 35 miejscowości, autostrada nie przecina żadnej, lecz biegnie obok. Na 100 km odległości miał samochód na drodze państwowej 136 krzywizn do pokonania, autostrada niema żadnej, droga państwowa miała 7 przejazdów kolejowych, autostrada ani jednego. Na 100 km odległości miała droga państwowa dróg bocznych dojazdowych i przecznic 463, autostrada 8, spotkano 218 samochodów, motocykli i innych pojazdów, na autostradzie ani jednego, gdyż tutaj ruch przeciwnokierunkowy ma osobne jezdnie. Na ogół ruch komunikacyjny jest pod względem bezpieczeństwa jazdy o 88% korzystniejszy niż na drodze publicznej.

Jeżeli rozchodzi się o szybkość jazdy wykorzystuje samochód na autostradzie 92% swego maksimum szybkości, na drodze państwowej tylko 56%. Przy równej szybkości jazdy zużył samochód na autostradzie o 42% mniej paliwa, niż na drodze. Poruszenia przy kierownicy były 570 razy częstsze na drodze i korzystano 63 razy z przekładni, gdy na autostradzie tylko 3. Również za-

ważono na autostradzie niemal stuprocentową oszczędność w działaniu hamulców a cyfrowo obliczono 956 razy mniejszą pracę resorów wozów na autostradzie („Kurjer turyst. i komunik.“ 16/1939).

Inż. A. W. Krüger.

Drogi

O drogach dojazdowych do stacyj kolejowych pisze inż. Grobicki w „Inżynierze Kolejowym“ (3/1939). Ustawa drogowa z 10 XII. 1920, jedna z pierwszych w odrodzonym Państwie, zdawała się regulować sprawę tych dróg, rozdzielając ich kosztą budowy i utrzymania na Zarząd kolejowy, Zarząd drogowy i gminę, jednakowoż w praktyce okazało się, że występują tu liczne niedomagania ze względu na zetknięcie się trzech czynników gospodarczych. Długość dojazdów na trzech głównych kategoriach dróg wynosi:

Dojazdy	o nawierzchni twardej	o nawierzchni gruntowej
Na drogach państwowych	236 km	19 km
„ „ wojewódzkich	96 „	4 „
„ „ powiatowych	96 „	5 „
Razem	428 km	28 km

Długość zaś dojazdów na drogach gminnych jest kilkakrotnie większa.

Wyloniła się ważna kwestja, co należy rozumieć pod „dojazdem“ do kolei. Obszerny okólnik

Ministerstwa Komunikacji z 26. V. 1937, nie rozwiązał jeszcze zagadnienia. Autor omawia jego słabe strony w ustępach I do VII i dochodzi do dodatkowych definicji w sprawach drogowych, zastrzegając się, iż trudno obecnie przewidzieć, jaki będzie jeszcze dalszy rozwój tego zagadnienia.

Autostrady na terenach byłej Austrii. Rozpoczęto budowę siedmiu autostrad na terenach Austrii, a mianowicie: Wiedeń - Salzburg, Salzburg - Linz, Graz - Celowiec, Wiedeń - Graz, Graz - Linz, Graz - Salzburg i Wiedeń - Wrocław z kilkoma tunelami. Nadzór wykonują 3 dyrekcje we Wiedniu, Linzu i Monachium. Obecnie jest w budowie 290 km, zatrudnia się 18.000 robotników. („Kurjer komunik. i tur.“ 17/1939). Przy budowie autostrad zatrudniają Niemcy przeszło ćwierć miliona robotników.

Inż. A. W. Krüger.

Książki nadesłane do Redakcji

Wzorcownia Urządzeń Ochronnych i Poradni Bezpieczeństwa Pracy przy Muzeum Techniki i Przemysłu w Warszawie wydała ostatnio 2 serie kart bezpieczeństwa, mianowicie: serię kart dotyczących młynów, oraz serię kart dotyczących obsługi szlifierek.

Seria „Młyny“ obejmuje: Ślimacznice korytkowe; Podnośniki kubekowe (olewatory); Obsługa kamieni młyńskich, środki ochrony przy nakuwaniu kamieni młyńskich; Łuszcarka do czyszczenia zboża.

Seria „Szlifierki“ podaje: Wiadomości wstępne; Osadzenie krążków szlifierskich na wale; Urządzenie poitpórki; Próby na wytrzymałość i normy szybkości obwodowej; Osłony i zabezpieczenia; Przepisy, dotyczące bezp. pracy na szlifierkach, oraz odp. literatura polska i obca.

Kronika

Nekrologia. Dnia 29 kwietnia 1939 r. zmarł we Lwowie w 80 roku życia ś.p. Inż. Julian Gomoliński, b. Dyrektor Wydziału Drogowego Lwowskiej Dyrekcji P. K. P. i em. Naczelnik Wydziału Okręgowej Izby Kontroli we Lwowie, odznaczony Krzyżem Oficerskim Orderu Odrodzenia Polski i „Orłętami“.

Inż. J. Gomoliński był członkiem P. T. P. od lat 55-ciu. Cześć Jego pamięci!

Buletyn informacyjny XI. Targów katowickich.

Uprawnienia polskich wynalazców na XI Targach Katowickich. Udział wynalazców polskich w XI Targach Katowickich nie będzie — po myśli rozporządzenia Min. Przemysłu i Handlu z dnia 9 marca br. (Dz. U. R. P. nr 22, z dnia 23 marca 1939 r. — przeszkodą do uzyskania patentu lub do zarejestrowania wzoru, jeżeli nastąpił po wystawieniu, zaś zgłoszenie wynalazku lub wzoru w Urzędzie Patentowym R. P. nastąpiło przed upływem 6 miesięcy od daty wystawienia.

Pod tymi warunkami samo wystawienie wynalazku lub wzoru na XI Targach Katowickich ani inne zgłoszenie, dokonane w urzędzie patentowym po dacie wystawienia nie będzie przeszkodą do uzyskania patentu lub zarejestrowania wzoru.

Zniżki kolejowe na XI Targi Katowickie. Na mające się odbyć w okresie od 20 maja do 4 czerwca 1939 r. XI Targi Katowickie przyznana została przez Ministerstwo Komunikacji znaczna zniżka kolejowa dla osób, udających się na tę doroczną śląską rewię przemysłu i handlu w Katowicach.

Zniżki kolejowe w wysokości 75% stosowane będą w drodze powrotnej do miejsca zamieszkania, na podstawie indywidualnych kart uczestnictwa Ligi Popierania Turystyki, które w pierwszych dniach maja br. będzie można otrzymać w kasach kolejowych, biurach podróży oraz delegaturach i oddziałach Ligi Popierania Turystyki na terenie całej Polski.

Wystawcy na XI Targach Katowickich korzystają z ulg kolejowych. Na skutek starań Zarządu Targów Katowickich przyznało Min. Komunikacji ulgi kolejowe na przewóz eksponatów wystawcom,

biorącym udział w XI Targach Katowickich. Ulgi te polegają na bezpłatnym powrotnym przewozie eksponatów wystawowych, nadesłanych bezpośrednio na XI Targi Katowickie do miejsca nadania.

Ponadto Min. Komunikacji zezwoliło na stosowanie w drodze wyjątku 50% ulgi na przewóz eksponatów, wysyłanych z dowolnej stacji P. K. P. na Targi Poznańskie, zaś stamtąd na Targi Katowickie i wreszcie z Katowic do pierwotnych stacji nadania. W ostatnim wypadku ulga taryfowa będzie stosowana od razu przy nadaniu, pod warunkiem przedstawienia pierwotnych listów przewozowych i odpowiednich zaświadczeń Zarządów Targów Poznańskich i Katowickich, za odległość zaś pierwotnego przewozu do Poznania w drodze zwrotu 50% opłaconej należności taryfowej, po udowodnieniu całości drogi, odbytej przez eksponaty.

Rozstrzygnięcie konkursu na budowę siewniczka nawozowego dla gospodarstw małorolnych, ogłoszonego przez Zjednoczone Fabryki Związków Azotowych w Mościcach i w Chorzowie. W dniu 8 lutego i 12 kwietnia br. odbyły się w Chorzowie posiedzenia Sądu Konkursowego.

Z ogólnej ilości nadesłanych na Konkurs 64 projektów Sąd Konkursowy na pierwszym posiedzeniu w dniu 8 lutego br. zakwalifikował do ściślejszych badań technicznych i prób polowych ogółem 12 modeli, i to 7 modeli siewniczków typu plecakowego i 5 modeli typu taczkowego. Przeprowadzenie z tymi modelami dokładnych badań, pomiarów i prób powierzył Sąd Konkursowy Stacji Doświadczalnej Narzędzi i Maszyn Rolniczych przy Politechnice Lwowskiej w Dublanach (w odniesieniu do modeli typu taczkowego) oraz Zakładowi Maszynoznawstwa Rolniczego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (w odniesieniu do modeli typu plecakowego).

Sąd Konkursowy uznał, że żaden z modeli nie może być nagrodzony nagrodą pierwszą.

Za najbardziej zbliżone do typu siewniczka określonego warunkami konkursu, Sąd uznał model siewniczka plecakowego „Kuklanka“ i model siewniczka taczkowego „Azotniak“, aczkolwiek modele te wymagają dalszego opracowania konstrukcyjnego i poczynienia w nich dość licznych nawet i zasadniczych zmian i ulepszeń.

W tych warunkach Sąd Konkursowy postanowił nagrodę drugą w wysokości zł 3.000 i trzecią w wysokości zł 1.500 podzielić razem i podzielić kwotę zł 4.500 na dwie równe nagrody po zł 2.250, przyznając je projektodawcom modeli „Kuklanka“ i „Azotniak“.

Po otwarciu kopert z nazwiskami projektodawców okazało się, że konstruktorem projektu oznaczonego hasłem „Kuklanka“ jest p. Jan Kukla z Kisielowa 27, pta Skoczów (woj. Śląskie), a projektodawcą modelu oznaczonego hasłem „Azotniak“ — p. Piotr Wiora z Wierzbia, pta Sadów (pow. lubliniecki w woj. Śląskim).

Zjazd Mierniczych Przysięgłych. W dniach 13—16 kwietnia r. b. odbył się w Poznaniu VI Zjazd Delegatów Stowarzyszenia Mierniczych Przysięgłych R. P. W otwarciu Zjazdu wzięli udział przedstawiciele zainteresowanych Ministerstw, władz państwowych, samorządowych, nauki, organizacji rolniczych, stowarzyszeń itp.

W części oficjalnej wygłoszone zostały następujące referaty: „Dorobek zawodu mierniczego przysięgłego w służbie rolnictwa“ — Wacław Krzyszkowski, mierniczy przysięgły, redaktor Przeglądu Mierniczego. Referent szczegółowo zanalizował rolę mierniczego przysięgłego przy pracach wykonywanych dla rolnictwa, podał charakterystykę jego czynności i uprawnień, wreszcie dorobek zawodu mierniczego przysięgłego w służbie rolnictwa. Z referatu wynika, że obecnie przy przebudowie ustroju rolnego pracuje około 2000 sił mierniczych. W okresie 1918—1938 mierniczy przysięgli wykonali około 90% wszystkich prac pomiarowych dla rolnictwa, z czego ok 80% prac związanych z przebudową ustroju rolnego.

Ogółem w latach 1918—1938 włącznie wykonane w zakresie scalenia gruntów wiejskich — 5.423.335 ha, w zakresie parcelacji — 2.654.864 ha, znoszenia służebności gruntowych — 595.380 ha podziału wspólnot — 53.300 ha, zamiany gruntów — 25.083 ha. W końcu referent przedstawił dorobek społeczny mierniczych przysięgłych dla rolnictwa.

Drugi z kolei referat wygłosił prof. inż. Lucjan Kosmowski, mierniczy przysięgły, na temat: „Współpraca

zawodu mierniczego przysięgłego z rolnictwem" i zgłosił następujący wniosek, który został przez Zjazd jednogłośnie przyjęty:

„Biorąc pod uwagę tę okoliczność, że zawód mierniczego przysięgłego prawie w 80% pracuje dla rolnictwa, VI Zjazd Delegatów Stowarzyszenia Mierniczych Przysięgłych R. P. stwierdza, że dla usprawnienia prac urzędniowych dla wsi, dla pogłębienia współpracy zawodu mierniczego przysięgłego z organizacjami świata rolniczego, w szczególności z izbami rolniczymi, z którymi zawód mierniczego przysięgłego współpracuje i jest w stałym kontakcie, koniecznym jest powołanie samorządowych instytucji — izb mierniczych, które by współpracę tę unormowały i pogłębiły dla ogólnego dobra podniesienia rolnictwa. W związku z tym VI Zjazd Delegatów zwraca się z apelem do organizacji i izb rolniczych o poparcie poczynań Stowarzyszenia Mierniczych Przysięgłych, idących w kierunku powołania izb mierniczych. Jednocześnie VI Zjazd Delegatów apeluje do Rządu, Sejmu i Senatu o przychylnie potraktowanie zagadnienia samorządu zawodowego dla mierniczych przysięgłych, którego brak uniemożliwia uporządkowanie stosunków w zawodzie mierniczym i usprawnienie prac urzędniowych wiejskich, mających doniosłe znaczenie dla wzmoczonej wydajności gospodarczej wsi”.

Ostatni referat w części oficjalnej wygłosił inż. Fryderyk Zoll, Przewodniczący Głównej Komisji Klasyfikacyjnej p. t. „Kataster a potrzeby rolnictwa”. W związku z tym referatem Zjazd podjął następującą uchwałę:

„VI Zjazd Delegatów Stowarzyszenia Mierniczych Przysięgłych R. P. stwierdza, że rolnictwo polskie odczuwa brak powszechnego katastru, określającego na jednolitych zasadach położenie poszczególnych nieruchomości, ich granice, powierzchnie i rolniczą wartość produkcyjną. Kataster taki winien być zespolony z hipoteką”.

Poza tym w części obrad wewnętrznych wygłoszono następujące referaty:

St. Smolski, Kierownik Oddziału Pomiarów Rolnych Wołyńskiego Urzędu Wojewódzkiego: „Ważniejsze zagadnienia z dziedziny techniki scalenia gospodarstw wiejskich”.

T. Michalski, mierniczy przysięgły: „Technika katastru województw zachodnich”.

Duże zainteresowanie wśród uczestników Zjazdu i zaproszonych gości wywołał wyświetlony na Zjeździe film z zakresu prac fotogrametrycznych.

Z okazji tego Zjazdu w związku z obecną sytuacją polityczną wręczono Dowódcy D. O. K. Poznań generałowi Knollowi-Kownackiemu 2 czeki na ogólną sumę 14.300 zł, jako dar od Stowarzyszenia Mierniczych Przysięgłych R. P. dla Armii na F. O. N.

Zjazd powziął szereg uchwał, a między innymi polecił Zarządowi Głównemu poczynienie starań w Min. Rolnictwa, by mierniczowie przysięgli nie byli pomijani w decyzjach zatwierdzających projekty scalenia i by interweniował w urzędach państwowych i samorządowych w wypadkach nieprzebrzegania ustawy z dnia 15 lipca 1925 o mierniczych przysięgłych.

Z Sali odczytowej

Staraniem Oddziału Lwowskiego SIMP i Sekcji Mechaników PTP odbył się dnia 27 marca 1939 r. odczyt p. inż. Józefa Koszutskiego na temat: „Wrażenia z wycieczki Inżynierów Bezpieczeństwa do Anglii, Belgii i Niemiec”.

Akcja bezpieczeństwa pracy polegająca na powołaniu do pracy nad podniesieniem warunków zdrowotnych i stanu bezpieczeństwa pracy ogółu pracowników, rozwija się w Polsce od kilku lat intensywnie, lecz jest jeszcze b. młoda w porównaniu z utrwaloną już od wielu lat odnośną akcją w innych krajach uprzemysłowionych. Organizatorom wycieczki chodziło więc o porównanie naszych osiągnięć w tej dziedzinie ze stanem bezpieczeństwa pracy za granicą. Objęcie programem wycieczki właśnie tych 3-ch krajów, Anglii, Belgii i Niemiec, było bardzo trafnym, są to bowiem najbardziej uprzemysłowane kraje Europy, a przy tym w każdym z tych krajów sposób ujęcia akcji bezpieczeństwa jest zupełnie swoisty.

W Anglii akcja bezpieczeństwa posiadająca wieloletnią tradycję jest uznana za czynnik sam przez się zrozumiały, nieodłączny od produkcji przemysłowej. Z urzędu czuwa nad nią posiadający duże uprawnienia, wysokie kwalifikacje i sprawnie funkcjonujący aparat wykonawczy. Prócz tego istnieją prywatne stowarzyszenia, podtrzymywane przez przemysł, prowadzące propagandę bezpieczeństwa zarówno przy pracy, jak i w życiu pozafabrycznym. Ważnym czynnikiem zdrowotności robotników angielskich jest niewątpliwie ich stosunkowo wysoka stopa życiowa i dobre warunki mieszkaniowe (tak np. mieszkania na kolonii fabrycznej robotników wielkiej cegielni w Bedford składają się z 4—6 pokoi). Z wielu zwiedzonych w Anglii obiektów przemysłowych najciekawszymi były fabryki obrabiarek Herberta w Coventry, olbrzymia fabryka cegieł Stewarthy w Bedford oraz Zakłady Forda w Dagenham.

W związku z sytuacją polityczną Europy (październik 1938 r.) widać było w Anglii gorączkowe przygotowania do obrony przeciwlotniczej.

W Belgii nie ma przymusu ubezpieczenia od wypadków w przemyśle. Akcją bezpieczeństwa pracy prowadzi stowarzyszenia prywatne, przede wszystkim Stow. Przemysłowców Belgijskich (A. I. B.), które rozporządza szerokim aparatem propagandowym i instrukcyjnym, oraz posiada specjalne laboratoria badawcze.

W zwiedzanych zakładach przemysłowych spotkali się uczestnicy wycieczki z wprost komfortowymi urządzeniami higienicznymi dla robotników. Duże zainteresowanie wzbudziła Stacja Psychotechniczna Tramwajów w Brukseli.

W Niemczech bezpieczeństwo pracy jest postawione na wysokim poziomie zarówno pod względem zabezpieczeń, jak i akcji propagandowej, przy czym wprowadzono tam przymus wciągania robotników do akcji przeciw wypadkowej. Urzędowymi organami kontroli bezpieczeństwa pracy są zarówno liczne inspekcje, jak władze policyjne. Poza tym akcja bezp. i higieny pracy jest objęta programem szeregu potężnych organizacji o wyraźnym zabarwieniu politycznym, mającym wpływ na całokształt życia świata pracy w Niemczech. W związku z tym akcja bezp. pracy jest tam silnie wykorzystywana dla jednoczesnej propagandy politycznej.

Uczestnicy wycieczki zwiedzili ogółem 21 zakładów przemysłowych, 2 muzea bezpieczeństwa pracy, liczny szereg instytucji, Wystawę Samochodową w Londynie itp. Po zakończeniu wycieczki część uczestników wzięła udział w Kongresie odzieżowym we Frankfurcie.

Referat ilustrowany był wieloma zdjęciami.

W dyskusji kol. Szewalski dorzucił parę uwag w sprawie nowoczesnych poglądów na sprawę biernej obrony przeciwlotniczej załóg fabrycznych.

„CZASOPISMO TECHNICZNE“ WYCHODZI 10-go i 25-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

Ceny ogłoszeń jednorazowych:	Adres Redakcji i Administracji:	Przy ogłoszeniach powtarzanych udziela się następujących opustów:
1/1 str. zł. 240; 1/2 str. zł. 140	Lwów ul. Zimorowicza l. 9.	2-krotnie 10% 3-krotnie 12%
1/4 " " 80; 1/8 " " 50	Telefon Redakcji 226-60. Telefon	4- " 15% 6- " 20%
1/16 " " 30; 1/32 " " 20	Redaktora 236-46 Konto P. K. O.	10- " 25% 12- " 30%
Ogłoszenia na miejscach specjalnie rezerwowanych o 25% drożej. Dla ogłoszeń o zafiarowaniu lub poszukiwaniu pracy opust 50%.	511.738.	18- " 40% 24- " 50%
	Prenumerata w kraju: rocznie zł. 32; kwartalnie zł. 8.	Dla ogłaszających się stale, zmiany w tekstach ogłoszeń są bezpłatne.
	Cena pojedynczego zeszytu zł. 1-60.	