

chodzącego do nas z dalekich światów gwiazdnych, promieniowania.

Przekroczyło by to znacznie ramy niniejszego artykułu, gdybyśmy zamierzali choćby w po-
bieżnym szkicu scharakteryzować metody i już
osiągnięte wyniki badań promieni kosmicznych.
Zwróćmy tylko uwagę na ryc. 13. Przedstawia
ona wykresy działania jonizacyjnego promienio-
wania kosmicznego, otrzymane z notowań balo-
ników sond, wypuszczonych w latach 1932 i 1933
przez Regenera i Kolhörstera. Przy większych
wysokościach, począwszy mniej więcej od 13 km,
wykresy rozchodzą się wyraźnie. Wyniki nie są
więc zgodne i udowadniają konieczność dalszych
badań dla ustalenia istotnego przebiegu zja-
wiska.

Jak widzimy, dużo jest zadań, jakie opano-
wać musi naukowy członek stratosferycznej wy-
prawy i dużo też przyrządów pomieścić musi
ciasna gondola stratostatu. A przecież prócz in-
strumentów naukowych gondola musi być rów-
nież zaopatrzona w potrzebne do pilotowania
urządzenia, a ponad to nie może również bra-
kować zapasów tlenu do oddychania. Ryc. 15
przedstawia schemat urządzenia do regeneracji
powietrza oraz do zaopatrywania kabiny w świeże
powietrze, zabrane z ziemi w formie płynnej (li-
quid O_2-N_2). Z urządzenia analogicznego ko-
rzystaliby amerykańskie na Explorerze II.

Wspomnieliśmy powyżej o pierwszym polskim
locie stratosferycznym. Przygotowania do niego
posunęły się już bardzo naprzód. Objętość ba-
lonu wynosić będzie 124 788 m³, przy czym po-
włoka tego największego dotąd budowanego stra-
tostatu ważyć będzie tylko 1 300 kg. Olbrzymie
wymiary balonu umożliwią zabranie użytecznego
balastu około 2 000 kg na wysokość ponad 30 ki-
lometrów.

Warto jeszcze wspomnieć, że definitywnie

już ustalony został kształt balonu, różny od do-
tychczasowych stratostatów, przy czym balon
nie będzie posiadał żadnych inowacyj, propono-
wanych przez prof. Piccarda.

Ceniony już na całym świecie wysoki stan pol-
skiej techniki fabrykacji balonów, rozległe i grun-
towne umiejętności naszych balonowych aeronau-
tów, jak wreszcie i wspaniały duch, ożywiający
wszystkich współpracujących i współdziałają-
cych przy tym niezwykłym dziele, stanowią nie-
wątpliwie dużą gwarancję powodzenia polskiego
lotu na wysokość 30 000 metrów.



Ryc. 16. Pierwszy model polskiego
balonu stratosferycznego. Ostatecznie
zadecydowano, że kształt balonu
przypominać będzie jajko, z szerszą
częścią, zwróconą ku górze

DR PIOTR MACEWICZ

Higiena pracy i zawodoznawstwo

Warunki w jakich odbywają się niektóre pro-
cesy wytwórcze, mogą w określony sposób od-
działywać na zdrowie pracownika prowadząc
w jego ustroju trwałe lub przemijające zmiany
patologiczne. Fakt powyższy był znany jeszcze
w czasach starożytnych i z owej epoki pochodzą
pierwsze opisy niektórych prac ludzkich i wywo-
łanych nimi chorób zawodowych. Tak np. Ary-
stoteles wspomina o chorobach gońców, Pliniusz
opisuje choroby pracowników mających do czy-
nienia z cynobrem i siarką, Hipokrates wymienia
choroby zawodowe górników, tragarzy, marynar-
rzy itp. oraz poucza swych następców, aby nie
zaniedbywali zapytywać pacjentów o uprawiany
przez nich zawód.

Z okresu średniowiecza nie przechowały się
żadne spostrzeżenia o chorobach zawodowych,
dopiero sprawa powyższa wzbudziła zaintereso-
wanie w epoce Odrodzenia, skąd pochodzą bar-

dziej szczegółowe opisy chorób hutników, gór-
ników i różnych rzemieślników. W r. 1700 uka-
zała się obszerna praca B. Ramazzini'ego pt.
„De morbis artificum diatriba“, którą uważa się
za właściwy początek higieny zawodowej.

W wieku „pary i elektryczności“ wraz z po-
tężnym rozwojem wiedzy przyrodniczej i szyb-
kiego uprzemysłowienia zaczyna rozwijać się
również i higiena pracy.

W czasach obecnych zagadnieniem ochrony
życia i zdrowia pracowników zajmuje się sporo
uczonych we wszystkich prawie krajach, po-
wstały odpowiednie instytucje, zajmujące się sy-
stematycznymi badaniami w tej dziedzinie, wy-
chodzą sporo rozpraw, ukazują się specjalne cza-
sopisma, ufundowano nawet odpowiednie muzea.

W r. 1910 w Mediolanie powstała pierwsza
klinika chorób zawodowych. W r. 1913 w Ber-
linie otwarto Instytut Fizjologii Pracy. W r. 1916



w Paryżu ufundowano Instytut Higieny Społecznej, w Belgii istnieje nawet Uniwersytet Pracy, w Czechosłowacji zagadnieniem pracy poświęca się Masaryka Akademia Pracy.

W Polsce oprócz katedr higieny ogólnej zagadnieniem higieny pracy zajmuje się pomiędzy innymi Państwowy Instytut Higieny, oraz duże zasługi na tym polu położył Instytut Spraw Społecznych, który nie tylko wydał szereg publikacji z zakresu zawodoznawstwa (między innymi ukazuje się periodyk: „Przegląd Bezpieczeństwa Pracy“), lecz również utworzył przy Muzeum Przemysłu i Techniki poradnię techniczną bezpieczeństwa pracy i wzorownię urządzeń zabezpieczających. Poza tym Instytut Spraw Społecznych postawił i realizuje szereg innych szerszych zadań w tej dziedzinie, jak np. sprawa ubezpieczeń społecznych, sprawa służby zdrowia, sprawa rynku pracy i bezrobocia, sprawa ustawodawstwa i ustroju pracy itp.

Oczywiście higiena pracy musiała opierać się w swych dociekaniach również na zawodoznawstwie, bowiem obmyśleć środki zabezpieczające zdrowie i życie pracownika można wtedy jedynie, gdy się pozna przebieg procesów wytwórczych, stosowane przy tym środki i narzędzia oraz warunki, w jakich każdy z nich odbywa się lub też musi się odbywać tzw. integralne warunki pracy.

Jako osobna gałąź wiedzy, zawodoznawstwo dotąd się nie wyodrębniło, pomimo, że istnieje sporo opisów poszczególnych rodzajów czynności zawodowej człowieka, ujmowanych ze stanowiska techniki, medycyny, psychologii, socjologii itp. Jednak podkreślić należy konieczność usystematyzowania nagromadzonych materiałów w zakresie zawodoznawstwa, bowiem sprawa ta jest ważna zarówno ze stanowiska czysto naukowego, jak i praktyki np. dla celów organizacji pracy, jej bezpieczeństwa i ochrony, dla polityki ubezpieczeniowej itp.

W ostatnich czasach usiłowano poznawać zawody dla doboru i poradnictwa zawodowego. Orzec, czy dany człowiek może się nadawać do wykonywania określonej pracy, jak również ewentualnie przewidzieć rodzaj czynności, najodpowiedniejszej dla danego człowieka, można wtedy jedynie, gdy pomiędzy innymi dokładnie się pozna zawody.

Zaznajamianie się z zawodami nie jest rzeczą łatwą, tym bardziej, że dotąd brak jednolitej i powszechnie przyjętej ich klasyfikacji. Jak trudno byłoby botanikowi zorientować się w miliardach obiektów roślinnych, gdyby one nie były jednolicie usystematyzowane, tak samo jest rzeczą nader trudną zorientować się w tysiącach różnych rodzajów czynności zawodowej człowieka (np. statystyki przedwojenne w Niemczech liczyły zawodów ponad 30 000).

Próbowano klasyfikować zawody, lecz zasady owej klasyfikacji u różnych autorów były odmienne. Co więcej, dotąd nie została ujednostajniona definicja samego pojęcia praca. Pierwsze próby podobnej definicji poczynili ekonomiści, socjologowie i prawnicy, lecz definicje były nie

tylko rozbieżne, lecz również zawierały pewien błąd wskutek nadawania pojęciu praca, charakteru teleologicznego. A praca jest w pierwszym rzędzie zjawiskiem psychofizjologicznym i tylko z tego stanowiska ujmowana być powinna¹⁾.

Praca

We wszelkiej pracy człowieka zachodzi zmiana stanu energii w jego ustroju, przy czym zmiana ta zasadniczo zachodzi pod wpływem woli. Mogą istnieć takie czynności człowieka, w których niepodobna dopatrzeć się udziału woli (np. czynność instynktowa), lecz w pracy zawodowej, nawet przy ruchach zautomatyzowanych, impuls woli stanowi nieodzowny jej warunek. Jakkolwiek nie zawsze można zmierzyć ilość wydatkowanej przez człowieka energii dla wykonania jakiejś pracy, jednak energią ową rozumiemy w znaczeniu fizycznym i oznaczamy ją niekiedy w jednostkach c.g.s. Od razu podkreślić należy, że ergologia nie zna pojęcia „energia psychiczna“ i jeżeli czasem używa się pojęcia o podobnym brzmieniu, to przez to rozumieć należy nie jakiś odmienny rodzaj energii, lecz energię w znaczeniu ogólnym, a jej podział na fizyczną i psychiczną uwarunkowany jest miejscem zużycia tj. w mięśniach lub mózgu.

Nie omawiając bliżej owego zawilego procesu psychofizjologicznego, jakim jest praca, określimy go jako proces woluntalnej regulacji stanu energii ustroju ludzkiego. To podległe woli rozrządzenie zasobem własnej energii może być dokonywane w celach zarobkowych i wtedy będziemy mówili o pracy zarobkowej. W tej ostatniej możemy jeszcze wyróżnić pracę zawodową. Jakkolwiek praca zawodowa może czasem nie być zarobkowa, np. bezinteresowne udzielenie porady przez lekarza, jednak mówiąc o niej przeważnie ma się na widoku pracę zawodową, wykonywaną dla celów zarobkowych.

Z kolei musimy jeszcze określić, co zwiemy pracą zawodową? Otóż przez nazwę praca zawodowa, rozumiemy wykonywanie za wynagrodzeniem niektórych społecznie pożytecznych czynności przy operowaniu z jednorodnym (z pewnego stanowiska) materiałem. Tak np. ślusarz przeważnie ma do czynienia z metalem, któremu przy pomocy odpowiednich narzędzi nadaje określoną formę. W pracy zawodowej podróźującego agenta, obiektem jest sprzedawany towar, a czynnością — skłanianie ewentualnego nabywcy do zawarcia aktów kupna-sprzedaży. W pracy lekarza obiektem jest przeważnie chory człowiek, a czynnością — terapia. Obiektem pracy inżyniera jest przeważnie sam proces wytwórczy, a czynnością — zabezpieczenie mu pożądanego przebiegu. Zawody obejmują pewną liczbę poszczególnych specjalności. Tak np. lekarze, inżynierowie itp. są to pracownicy określonego zawodu, różniący się pomiędzy sobą specjalnością: mówimy wszak inżynier chemik, inżynier

¹⁾ Autor niniejszego w r. 1927 ogłosił drukiem klasyfikację zawodów ze stanowiska psychofizjologii.



mechanik, inżynier elektryk lub też w zawodzie lekarskim: okulista, internista, chirurg, neurolog itp. Zatem o przynależności do jakiegos zawodu rozstrzyga materiał (w znaczeniu konkretnym lub abstrakcyjnym) oraz metoda operowania w ogólnym tego słowa znaczeniu.

Klasyfikacja zawodów

Mówiąc o klasyfikacji zawodów, przede wszystkim wspomnieć należy o najdawniejszym i najbardziej popularnym podziale pracy na umysłową i fizyczną. Powyższemu podziałowi odpowiada podział Julberta na prace wymagające znacznej zatury sił fizycznych i prace wymagające przeważnie czynności ośrodkowego układu nerwowego. Chociaż niewątpliwie zachodzi różnica w pracy pomiędzy np. badaczem naukowym a tragarzem, jednak w każdej pracy reprezentowany jest zarówno czynnik mózgowy jak i mechaniczny, bowiem każda praca zawiera w sobie cztery zasadnicze elementy: impuls woli, proces w półkulach mózgu, przechodzenie podniety przez nerwy obwodowe, wreszcie skurez mięśni. Zresztą zgodnie z podaną wyżej definicją pracy jako woluntalnej zmiany stanu energii ustroju, właściwie traci ostrość sprawa miejsca większego zużycia energii: w ośrodkowym układzie nerwowym, czy też na obwodzie. Poza tym w szeregu czynności zawodowych człowieka trudno rozstrzygnąć, gdzie naprawdę następuje większe zużycie owej energii? Tym mniej jest usprawiedliwiony podział zawodów Lipmann'a na wyższe, średnie i niższe, bowiem tutaj „princypium divisionis“ staje się po prostu fikcją. Podział Taylor'a na prace monotonne i niemonotonne nie wnosi nic istotnego. Wspomnieć jeszcze należy o klasyfikacji Piorkowskiego, który dzieli zawody na niewymagające jakichś uzdolnień specjalnych i zawody specjalizowane. Barceloński Instytut Orientacji Zawodowej wychodzi z założeń, że każdy zawód „wymaga“ określonych cech charakteru, temperamentu oraz intelektu i z tego stanowiska klasyfikuje zawody. Zauważmy jednak, że dotąd same pojęcia: charakter, temperament itp. nie zostały dostatecznie zdefiniowane, a przeto i sama zasada podobnego podziału traci znaczenie. Na uwagę zasługuje podział zawodów Spielreina na trzy grupy: pierwszą cechują pewne właściwości reakcji, drugą znaczna wyćwiczalność, a trzecią grupę uwaga. Lecz zastrzec się należy, że każdy zawód wymaga odpowiedniej reakcji na charakterystyczne dla niego podniety, żaden zawód nie wyłącza nawet znacznej wyćwiczalności, a każdy w trakcie wykonywania wymaga uwagi. Wspomnieć musimy o klasyfikacjach Kornilowa, Łazurskiego, Adlera, oraz Baumgarten-Tramerowej. Pierwszy dzieli zawody ze względu na cechy reakcji (jej charakter, siła i czas), drugi wychodzi z założenia, że podział zawodów może odpowiadać podziałowi osobowości (osobowość podporządkowująca sobie inne, osobowość zdolna do podporządkowania się, oraz osobowość ani nie zdolna przewodzić, ani się podporządkować), wreszcie dwoje

ostatnich klasyfikują zawody ze stanowiska skłonności indywidualnych, ujawniających się w danym rodzaju pracy. Wreszcie wspomnieć należy o klasyfikacjach mechanicznych, jak np. zawody drzewne, metalowe, wyzwolone, kupieckie, usługowe itp., które to klasyfikacje powstały dla celów specjalnych. Do tego rodzaju można by zaliczyć podział Bertillon'a.

Każdy autor usiłował klasyfikować zawody w taki sposób, aby mu owa klasyfikacja była przydatna do określonego celu. Fizjolog np. miał na widoku ilość energii wydatkowanej przez człowieka przy wykonywaniu określonej pracy mięśniowej i dlatego dzielił prace, przy których wyprodukowuje się na dobę kcal na:

1. bardzo lekkie	2 400—2 900
2. lekkie	2 900—3 500
3. umiarkowane	3 500—3 900
4. mocne	4 000—4 700
5. ciężkie	4 800—6 000
6. bardzo ciężkie	6 000—9 000

Do grupy pierwszej zalicza się pracę: kancelisty, nauczyciela, krawca ręcznego, do drugiej — litografa, introligatora, krawca maszynowego, do trzeciej — malarza, stolarza, tracza, szewca, do czwartej — żniwiarza, kosiarza, kowala, do piątej — kamieniarza, oracza, drwala, do szóstej — tragarza itp. U nas podobny podział stosuje S. Rudziński dla celów orzekania o stopniu utraty zdolności do pracy.

Z jakiegokolwiek stanowiska będziemy klasyfikować rodzaje pracy ludzkiej (np. prace bezpieczne i niebezpieczne, więcej lub mniej płatne itp.) możnaby i nie dojść do sprzeczności, lecz zawodoznawstwo domaga się jednolitej uniwersalnej klasyfikacji, w której wziętoby pod uwagę określoną stałą cechę pracy.

Klasyfikacja powinna obejmować wszelkie zawody „princypium divisionis“, powinna ściśle odgraniczać je od siebie, wreszcie podział nie może zależeć od cech przypadkowych lub mało istotnych. Oczywiście każdy rodzaj pracy należy rozpatrzyć z różnych stanowisk, bo to tylko umożliwi jego poznanie, lecz zasadą klasyfikacji może być tylko cecha łącząca i wyróżniająca.

Jakakolwiek byłaby czynność zawodowa człowieka — od najprostszej do najbardziej skomplikowanej — w każdej z nich w trakcie wykonywania stwierdza się odpowiednie wydatkowanie energii ustroju ludzkiego (energii rozumianej w znaczeniu fizycznym) stosownie do procesów zachodzących w układzie nerwowym ośrodkowym i obwodowym. Cechami łączącymi, a istotnymi pracy zawodowej są zatem: myślenie, postanawianie i ruchy. Chociaż możliwe jest wykonywanie niektórych czynności zawodowych w sposób zwany automatycznym tj. można wykonywać jakąś czynność, myśląc o czymś innym, jednak i wtedy niewątpliwie istnieje podświadoma praca myśli i porównywanie osiągniętych wyników z wyobrażeniem, bo w razie jakiejś przeszkody w osiągnięciu celu obecnej czynności, natychmiast praca myśli ze sfery podświadomej podnosi się do świadomości: dzieje się to, jak mó-



wimy, za sprawą uwagi. Nawiasem dodać należy, że również „czystemu“ myśleniu towarzyszą ruchy (np. krtani), jak to okazały odpowiednie doświadczenia. Tyle co do cech łączących wszelkie prace zawodowe człowieka. Cech wyróżniających owe prace od siebie, jest bardzo wiele, lecz pod uwagę należy wziąć jedynie cechy istotne. Czas, miejsce, forma, tworzywo, popłatność, bezpieczeństwo, użyteczność itp. nie są cechami istotnymi. Do cech istotnych zaliczymy ilość energii koniecznej w trakcie wykonywania danego rodzaju pracy zawodowej oraz złożoność procesów psychicznych. Można by powyższe ująć jeszcze ogólniej: *prace zawodowe różnią się pomiędzy sobą złożonością (dorównanych celowi czynności) procesów psychofizjologicznych*. Idea powyższa niewątpliwie kierowała dociekaniem autorów, którzy proponowali podział czynności zawodowych człowieka na kwalifikowane i niekwalifikowane, monotonne i niemonotonne, wyższe, średnie i niższe itp. Wymierzyć złożoności procesów psychofizjologicznych, towarzyszących określonemu rodzajowi czynności zawodowej w trakcie jej wykonywania — nie potrafimy, można owe procesy tylko analizować i porównywać pomiędzy sobą z tym zastrzeżeniem, że mamy do czynienia z pracą zawodową wykonywaną przez człowieka odpowiednio do niej przygotowanego. Zastrzeżenie powyższe jest niezbędne z tego względu, że na skutek wyćwiczenia sam proces, nie tracąc na swej złożoności, przebiega o wiele łatwiej i prędzej, niż przy wykonywaniu danej czynności poraz pierwszy kiedy za dużo energii może marnować nieprodukcyjnie.

Ujmując z powyższego stanowiska K. Karaffa-Korbutt podaje następujący podział typów pracy:

1. Typ naturalny, do którego należą zawody nie wymagające ani szczególnych wysiłków myśli, ani też mięśni, jak np. czynności gospodarcze, usługowe itp.

2. Typ mięśniowy, do którego należą takie zawody, w których uwaga pracującego jest skierowana na ruchy (wysiłek mięśniowy), lecz nie na przedmiot pracy.

3. Typ czuciowy, do którego należą zawody będące przeciwieństwem typu drugiego tj. uwaga jest skierowana na przedmiot pracy, a w małym tylko stopniu na ruchy. Do tego typu należą takie zawody jak krawiec, tokarz, zegarmistrz itp.

4. Typ różnicujący: tutaj przedmioty pracy są wielorakie, a ruch wykonywany jest wtedy, gdy nastąpi zróżnicowanie przedmiotu. Jako przykład autor podaje zawód zecera.

5. Typ wybiórczy: tutaj również przedmioty pracy są wielorakie, lecz nie wystarczy zróżnicować przedmiot, ale na każdy element tego przedmiotu należy odpowiedzieć właściwym ruchem. Przykładem podobnego typu pracy jest zawód motorniczego, kierowcy itp.

6. Typ kojarzeniowy: do którego należą takie czynności, które wymagają po rozpoznaniu podmiot natury zewnętrznej i wewnętrznej — kojarzenia nowych wyobrażeń zgodnie z kierun-

kiem i zadaniem. Tutaj autor zalicza zawody: artysty malarza, rzeźbiarza, kompozytora itp.

Przytoczony wyżej podział typów pracy ludzkiej posiada pewne braki, lecz jako próba ujęcia czynności zawodowej ze stanowiska psychofizjologii jest bardzo zajmujący.

Aspekt fizjologiczny pracy

Analizując pracę zawodową jak to wyżej było powiedziane, wyróżniamy w niej proces psychiczny oraz proces fizjologiczny. Procesy psychiczne zachodzące w pracy zawodowej nie poddają się badaniom bezpośrednim i wymierzyć ich nie potrafimy, natomiast procesy fizjologiczne są dość dobrze poznane, chociaż pierwsze są niewątpliwie ważniejsze w czynności zawodowej człowieka. Jeżeli chodzi np. o przemysł to wobec maszynizacji warsztatów pracy od wykonawcy wymaga się nie tyle sprawności mięśniowej, ile zręczności ruchów, inteligencji, uwagi przy obsługiwaniu maszyn itp. Nie mniej jednak ważne jest również zaznajomienie się z „maszyną ludzką“. Tak np. możemy stwierdzić doświadczalnie jaka jest wydajność owej maszyny. W tym celu możemy wymierzyć wartość kaloryczną spożywanych przez człowieka pokarmów, z drugiej zaś strony obliczyć w kaloriach ilość wyprodukowanej w pracy energii. Jak wiadomo w stanie spoczynku człowiek dorosły traci około 100 kcal na godzinę i to zowiemy utratą ciepła statyczną. Jeżeli np. ten sam człowiek w ciągu godziny pracy mięśniowej wyprodukował 260 kcal, to oczywiście owa nadwyżka 160 kcal stanowi utratę ciepła dynamiczną. Przypuśćmy, że wymierzylimy wykonaną pracę mięśniową, która wynosi około 17 000 kGm. Biorąc pod uwagę równoważnik mechaniczny kalorii 427 kGm wyliczymy, że na samą pracę zużyto 40 kcal. W ten sposób otrzymujemy współczynnik wydajności jako stosunek ilości kcal zużytych na pracę do ogólnej liczby 160 kcal dynamicznej utraty ciepła:

$$R = \frac{40}{160} = 25,0\%$$

Jeżeli weźmiemy pod uwagę ogólną ilość wyprodukowanej w tym czasie energii, to ogólny współczynnik wydajności okaże się oczywiście niższy

$$r = \frac{40}{260} = 15,4\%$$

Zazwyczaj bierze się pod uwagę wskazany wyżej pierwszy tzw. czysty współczynnik wydajności. W naszym przykładzie 25% wyprodukowanego ciepła zużyto na pracę mięśniową, a resztę pochłonęła wzmożona akcja serca, płuc, ruchy mięśni nie związane z pracą użyteczną itp. jako też część została bezpośrednio wypromieniana.

Prace doświadczalne Benedicta i Catharta okazały, że w rzeczywistości ów współczynnik R (duże) niezbyt odbiega od 25%. W analogicz-



nych badaniach Amara współczynnik R okazał się wyższy sięgając 30%. Dla mięśni rąk wydajność znajdowano niską a mianowicie: według Heinemanna $R = 22,6\%$; Gautiera $R = 24,0\%$; Lolaniera $R = 21,23\%$; Henri i Richeta $R = 16,0\%$. Trzeba dodać, że R nie stanowi wartości stałej nawet dla tej samej osoby, bowiem w początku pracy ono wzrasta w czym dopatrują się wpływu ćwiczenia, a następnie maleje pod wpływem zmęczenia.

Jeżeli chodzi o moc maszyny ludzkiej to odpowiednie doświadczenia pomiędzy innymi autora niniejszego referatu okazały, że ilość pracy (niedługo trwałej) na sekundę waha się około 0,15 KM.

Badanie ruchów

Nie mniejsze znaczenie w zawodoznawstwie posiada badanie ruchów wykonywanych w trakcie pracy zawodowej. W tym zakresie badania zostały zapoczątkowane przez Taylora i kontynuowane przez jego uczniów z Gilbrethem na czele. Oczywiście celem podobnych badań jest racjonalizacja ruchów. Najprostszym sposobem badania ruchów jest ich bezpośrednia obserwacja, lecz dążąc do ścisłości zastosowano następujące metody: chronometraż, kinematografia, oraz chronocyklografia.

Pierwsza metoda na tym polega, że pewien proces wytwórczy rozkłada się na poszczególne stadia i kolejno mierzy się stoperem czas potrzebny dla ich wykonania notując ów czas na specjalnym blankiecie. Stosując metodę kinematografii Gilbreth ustawił pracującego na tle ekranu (pionowego) i podłogi, podzielonych na kwadraty o boku 1 dcm liniami poziomymi i pionowymi, co pozwalało na uchwycenie stosunków przestrzennych, oraz obok badanego ustawił specjalny zegar, na którego tarczy obiegła wskazówka, dokonywująca 1 obrót na min. Podziałka na tarczy wynosiła $0,36^\circ$.

Metoda chronocyklografii tym się od poprzedniej różni, że w trakcie wykonywania ruchów przymocowuje się małe lampki elektryczne np. do poszczególnych punktów rąk pracownika i fotografuje się przy pomocy aparatu stereograficznego. Oglądając następnie zdjęcia w stereoskopie spostrzega się ścisły obraz trajektorii ruchu. Dla uchwycenia na obrazie czasu stosuje się tutaj bądź przerywacz w postaci kamertonu elektromagnetycznego, bądź też obturator ustawiony przed obiektywem aparatu fotograficznego, który przerywa w równych odstępach czasu promień światła. Poszczególne ruchy na cyklogramie przedstawia się w postaci szeregu punktów lub kresek, a wiedząc ile przerw było na sekundę można bezpośrednio odczytać czas trwania poszczególnego ruchu.

Powyższe metody szczególnie ostatnia pozwoliły nie tylko na dokładne zanalizowanie poszczególnych ruchów w niektórych pracach warsztatowych, lecz i na ustalenie określonych praw biokinetyki. Tak np. stwierdzono, że wszelki ruch rytmiczny może być przedstawiony w po-

staci szybko zanikających płaskich drgań harmoniczných, których trajektorie zbliżają się do form elipsy, a okresy dają się ująć w szereg Fouriera. Mięśnie pracującego narządu (np. ręki) są w stanie stałego napięcia, a ruch stanowiący wypadkową poszczególnych sił wobec konieczności pokrycia strat na pracę użyteczną oraz strat na pokrycie innych oporów na promieniowanie itp. musi odbywać się w formie wahań złożonego elastycznego wahadła stożkowego tj. dodatkowe skurcze pracujących mięśni muszą posiadać charakter sinusoid izochronicznych z okresem rytmicznego ruchu pracownika.

Zmęczenie

Nie omawiając bliżej biomechaniki musimy jeszcze poświęcić słów parę jednemu z najważniejszych zagadnień ergologii, a mianowicie sprawie zmęczenia. Sprawa powyższa jest nie tylko ciekawa ze stanowiska teorii, lecz posiada olbrzymie znaczenie praktyczne, to też powstało już w tym okresie obszerne piśmiennictwo, a liczne placówki naukowe lwia część swej pracy poświęcają temu zagadnieniu.

Sprawa zmęczenia o tyle jest trudniejsza od innych zagadnień ergologii, że ważnym komponentem tego zjawiska jest stan psychiczny, który bezpośrednio może być dostępny wewnętrznemu oglądowi tylko osoby doznającej.

Zmęczeniu rozumianemu jako niezdolność w określonym momencie wykonania pewnej pracy towarzyszy pewien stan psychiczny, lecz nie zawsze ów paralelizm występuje, bo np. pod wpływem dostatecznej podniety uczuciowej człowiek istotnie zmęczony może jeszcze zdobyć się nawet na bardzo znaczny wysiłek i przeciwnie w stanie depresji lub w niektórych stanach chorobowych człowiek wypoczęty może nie móc wykonywać pracy. Człowiek znudzony jakąś monotonną pracą może wyraźnie odczuwać zmęczenie, lecz ponownie zjawiają się siły, gdy mu się zmieni rodzaj pracy na inny, bardziej zajmujący.

Zmęczenie na ogół może być zaliczone do takich stanów psychicznych, które stoją na straży zdrowia ludzkiego (jak np. ból) i dlatego, jeżeli ono powstało u człowieka normalnego pod wpływem czynionych przez niego wysiłków, nie powinno być tłumione. Walka ze zmęczeniem polega nie na tym, aby znieść samo uczucie, lecz na tym, aby przez stosowny wypoczynek i odpowiednią organizację pracy zabezpieczyć człowiekowi „stałą“ zdolność do jego czynności zawodowej. Wszelkie środki farmakologiczne (np. alkohol) tłumiąc uczucie zmęczenia, obniżają wydajność oraz jakość pracy, a mogą łatwo i doprowadzić do katastrofy.

Badając zmęczenie, przede wszystkim usiłowano stwierdzić, jakie zmiany obiektywne zachodzą w ustroju człowieka. Do badań klasycznych zalicza się doświadczenie Weichardta, który doprowadzał zwierzęta do ostatecznego wyczerpania pracą, wyciskał sok z przemęczonych mięśni, oczyszczał go i zagęszczał. Otrzy-



many w powyższy sposób produkt, zwany kenotoksyną zastrzykiwał innym zwierzętom wypoczętym, wywołując wszelkie stopnie zmęczenia aż do śmierci włącznie. Co więcej, uczulając zwierzęta doświadczałnie małą dawką kenotoksyny, wywoływał w ich ustroju swoisty antygen, zwany antykenotoksyną, lub retardyną, który zapobiega występowaniu zmęczenia lub jego powstanie opóźnia. Ze względu na to, że nie stwierdzono, aby wspomniany wyżej antygen wywierał na ustrój wpływ niekorzystny, przeto rozpoczęto go sztucznie produkować na szerszą skalę (działając na białko ługiem i wodą utlenioną) i wprowadzono do handlu pod nazwą hormigenu. Jego wodny roztwór (w stosunku 1:100 000) ma podobno chronić ustrój przed kenotoksynami.

Teoria Weichardta przez późniejsze prace doświadczałne została znacznie podważona. W ostatnich czasach powstała inna teoria zmęczenia tzw. jonowa. Według niej nie tylko pod wpływem pracy powstaje nagromadzenie się jonów wodorowych we krwi (z powodu produkowania przez kurczące się mięśnie kwasu mlekowego oraz innych kwasów organicznych), ale nawet normalnie w sokach ustrojowych jony w stanie spoczynku zgrupowane są w ten sposób, iż wszystkie anjony są na jednym końcu włókna mięśniowego, a kationy na drugim, pod wpływem wysiłków fizycznych mieszają się ze sobą bezładnie i to warunkuje zmęczenie. Podobno, działanie na zmęczony mięsień silnego pola elektromagnetycznego, które ponownie rozsuwa jony różnych znaków, przywraca zdolność do pracy.

Nie będziemy tu wymieniać innych teorii zmęczenia, faktem jest jednak, że żadna z nich nie oświetla w sposób jednolity poznanych zjawisk, towarzyszących zmęczeniu, w którym mamy do czynienia z komponentami fizycznymi i psychicznymi, a te ostatnie tkwią przeważnie w sferze niedostępnej doświadczeniu.

Dodać trzeba, że w miarę dokładniejszych badań omawianego tu zjawiska poznawane są coraz to nowe komponenty natury fizjologicznej. Tak np. stwierdzono, że wielką rolę w zjawiskach zmęczenia grają również gruczoły wydzielania wewnętrzznego, jak np. przysadka, tarczycy, nadnercze itp. Wszelkie zmiany zachodzące w tych gruczołach, mogą w szczególności sposób wpływać na intensywność oraz czas pracy. Tak np. nadczynność tarczycy wzmaga od początku intensywność pracy, lecz szybko występuje zmęczenie i krzywa wydajności dość gwałtownie opada. W swoich doświadczeniach dawałem do wykonywania szeregowi osób identyczną pracę, której przeciętny czas trwania ustaliłem w badaniach przygotowawczych i stwierdzałem w bardzo licznych przypadkach, u osób z mniej lub więcej wyraźnymi objawami nadczynności tarczycy, wydłużenie czasu wykonywania pracy z jednoczesnym skróceniem normalnego czasu reagowania na podniety wzrokowe. Osłabiona czynność tarczycy powoduje niższe intensywności pracy i szybko występujące zmęczenie. Podobny wpływ na pracę mięśniową wywiera również czynność przysadki

mózgowej. Obserwacje kliniczne stwierdzają ogólne osłabienie również w związku z obniżoną czynnością nadnerczy. Nieco inaczej przedstawia się sprawa z gruczołami płciowymi: ich wzmożona czynność podnosi intensywność pracy, choć długotrwała ona nie jest, natomiast zmniejszona ich czynność obniża intensywność pracy, lecz czyni ją długotrwałą.

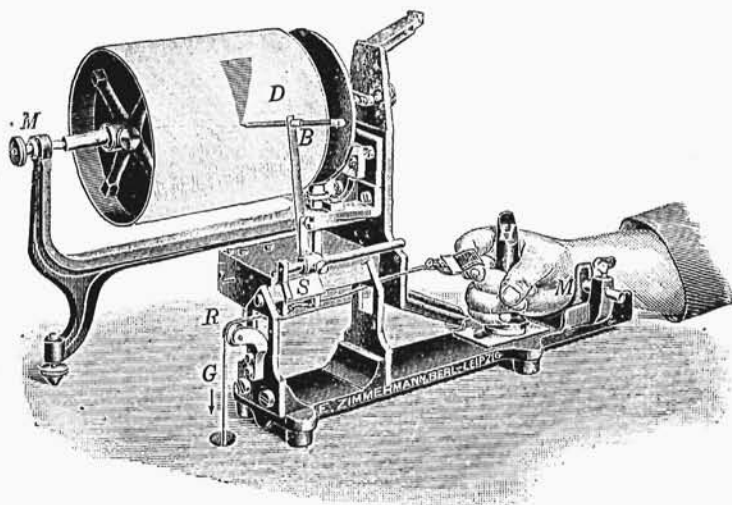
Ważne jest również zagadnienie, czy zmęczenie bierze początek w ośrodkowym układzie nerwowym, czy też na obwodzie tj. w mózgu czy mięśniach. Jeżeli ruch mięśnia powstaje pod wpływem „rozkazu“ pochodzącego z mózgu, natenczas wyczerpanie „rozkazodawcy“ powinno ujawnić się w postaci bezruchu mięśnia. Istotnie, pewne fakty wskazują na owo zmęczenie pochodzenia centralnego, bowiem pomimo wyczerpania mięśni mogą się jeszcze kurczyć pod wpływem bodźców zewnętrznych jak np. pod wpływem prądu elektrycznego. Zwolennikiem powyższego poglądu był Mosso, jednak Jotejkówna wskazała na szereg faktów, które raczej świadczą na rzecz zmęczenia obwodowego. Dotąd jednak teoria „zmęczenia centralnego“ posiada więcej zwolenników.

Przejdziemy obecnie do metod badania zmęczenia. Jeżeli założymy, iż wyrazem zmęczenia jest obniżenie, a wreszcie i czasowa (lub stała) niezdolność do określonego reagowania na pewne podniety, to owo zjawisko obserwuje się zarówno w przyrodzie martwej, jak i żywej. Tak np. materiał często obciążany w granicach swej sprężystości traci zdolność powrotu do poprzedniego kształtu, lecz „odpoczynek“ tę zdolność przywraca mu ponownie. Szkło w bańce katodowej intensywnie świecące pod wpływem promieni katodowych po pewnym czasie traci tę zdolność świecenia, lecz po pewnym „odpoczynku“ zaczyna świecić ponownie. Czulek wstydlivy (mimosa pudica) kurczy swe listki pod wpływem dotknięcia, lecz po kilku dotknięciach traci zdolność rozprostowywania listków i dopiero po dłuższym „odpoczynku“ przybiera poprzednią właściwość. Zmęczenie w świecie zwierzęcym jest tak dobrze znane, że nie ma potrzeby go opisywać.

W ergologii przy badaniu zmęczenia stosuje się liczne metody. Jedne z nich mają stwierdzać, czy zmęczenie już wystąpiło, a drugie — kiedy pod wpływem określonej pracy zaczyna ono się ujawniać. Do najstarszych metod zaliczyć można t. zw. dynamometrię. Służący do tego celu przyrząd składa się z owalnie zgiętej sztabki ze sprężystego metalu, zaopatrzonej w odpowiednią wskazówkę oraz skalę, tak, iż po ściśnięciu tej sztabki w rękę odczytuje się na skali pewną liczbę kilogramów. Oczywiście człowiek zmęczony mniej kilogramów wyciśnie, niż będąc wypoczętym, przy czym zakłada się, że zmniejszenie nacisku jest proporcjonalne do zmęczenia, lecz i tu komponent psychiczny płata często niespodzianki. Inna metoda polega na dotykaniu powierzchni ciała dwuramiennym cyrklem z rozstawionymi ostrzami, pytając przy tym osobę badaną, czy odczuwa dwa, czy też jedno



ukłucie. Zostało stwierdzone, że człowiek zmęczony odczuwa pojedyncze ukłucie przy takim rozstawieniu ostrzy, przy którym wypoczęty odczuwał dwa ukłucia. Istnieje spostrzeżenie, że pod wpływem zmęczenia słabnie bystrość wzroku i ostrość słuchu. I te zjawiska wykorzystywano dla badania zmęczenia. Istnieją również próby podobnego badania rejestrujące zmiany oddychania, tętna itp.



Ergograf Mosso'a

Drugi sposób badania zmęczenia polega na wykonywaniu określonej pracy, przy tym mierzy się czas jej wykonania, ilość w kGm, lub innych jednostkach fizycznych, wreszcie przy pomocy odpowiednio skonstruowanych pisaków uzyskuje się t. zw. „krzywą pracy“. W warsztatach stosowano metodę t. zw. pracy bieżącej. Tak np. Amar ważył ilość opiłków metalowych, wyprodukowanych przez wykonawcę w trakcie ścinania pilnikiem określonej sztaby. Gilbreth liczył ilość ułożonych przez murarzy cegieł. W przemyśle niekiedy określano liczbę wyprodukowanych jednostek lub do badań używano listy płacy (w pracach akordowych) itp. Autor niniejszego skonstruował w swoim czasie przyrząd, zwany kwantometrem, którego stosowanie na tym polegało, że badana osoba wprawiała w ruch przy pomocy korby dynamomaszynę. Wyprodukowaną energię elektryczną zużywano lampami żarowymi, a prąd przechodził przez amperomierz, rejestrujący graficznie natężenie prądu oraz przez licznik pracy. Na szerokiej taśmie poruszanej przez przyrząd zegarowy piórko amperomierza kreśliło całkowity przebieg pracy, aż do zmęczenia. Powyższa metoda pozwoliła nie tylko na stwierdzenie średniej mocy motoru ludzkiego, lecz również na badania krzywej zmęczenia, przy czym ujawniał się fakt nader znamienny: jakkolwiek ilość wyprodukowanej przez określonego człowieka energii w różnym czasie może być odmienna, jednak forma krzywej zmęczenia posiada kształt niezmienny, indywidualny.

Wyniki badania zmęczenia posiadają doniosłość nie tylko teoretyczną, lecz i praktyczną.

Ze stanowiska teorii mogłoby powstać pytanie, czy motor ludzki pracuje tak jak silnik termodynamiczny. Odpowiedź wypada przecząca, a to z następujących rozważań: zamiana ciepła na pracę możliwa jest przy istnieniu różnicy temperatur pomiędzy kotłem i chłodnicą. Znany wzór na wydajność maszyny przedstawia się w postaci następującej:

$$W = \frac{T - T_0}{T}$$

gdzie T i T_0 przedstawione w stopniach temperatury bezwzględnej oznaczają temperaturę kotła i chłodnicy. Wydajność motoru ludzkiego wynosi jak wyżej było powiedziane około 25%, a założmy, że praca człowieka odbywa się w temperaturze zewnętrznej 17 C. Jaka winna zatem być ciepota wewnątrz owego „motoru“, gdyby on ulegał prawom termodynamiki? Aby odpowiedzieć na powyższe pytanie do wzoru podstawimy odpowiednie wartości, natenczas uzyskamy

$$1/4 = \frac{285 + X - (285 + 17)}{285 + X}$$

skąd X wypadnie 117 C. Tak wysoka temperatura żyjącego ustroju nie jest możliwa, przeto wypływa wniosek, że motor ludzki nie pracuje jak silnik termodynamiczny.

Badanie zmęczenia pod względem praktycznym posiada między innymi to znaczenie, że wiedząc jaka praca fizyczna i w ciągu jakiego czasu ma być wykonywana, z drugiej zaś strony znając, jaka jest teoretyczna wydajność silnika, można przewidywać jej ilość. Wydajność pracy w ciągu dnia ulega wahaniom, ponieważ wywierają tu wpływ różne czynniki, jak np. ćwiczenie, zmęczenie itp. Pod wpływem zmęczenia nie tylko obniża się wydajność, lecz stan ten usposabia pracownika do ulegania wypadkom, przeto w celu zapewnienia pożądanej wydajności oraz w celu zapobiegania wypadkom konieczne są w pracy przerwy dla wypoczynku. Jak często należy robić owe przerwy oraz jak długo one trwać winny, o tym może pouczyć tylko doświadczenie, w szczególności przy stosowaniu metod badania zmęczenia. Badanie określonej pracy ze stanowiska ergologii może również doprowadzić do wytycznych o jej właściwym rytmie i tempie, a wiadomo, że właściwy rytm pracy znacznie wzmacnia jej wydajność. Tak oto w najogólniejszych zarysach przedstawia się fizjologiczny aspekt zawodoznawstwa. Wszelka praca jako zjawisko psychofizjologiczne posiada również swój aspekt psychologiczny, lecz doświadczenia w tej dziedzinie zostały zapoczątkowane nie dawno, niespornych praw i zależności dotąd nie ustalono, wobec czego na wprowadzenie praktycznych wniosków być może jest jeszcze za wcześnie.

Higiena zawodowa

Na zakończenie parę słów musimy powiedzieć o higienie zawodowej. Są tu dwa kapitalne zagadnienia: traumatyzm i choroby zawodowe. Sta-



tystyka poucza, że umieralność pracowników nie we wszystkich zawodach jest jednaka. Statystyki angielskie szeregują zawody od największej umieralności do najmniejszej w sposób następujący: pracownicy stoczni, robotnicy przemysłu ołowianego, garniarze, tragarze węgla, hutnicy szklani, nożownicy, pracownicy fabryk chemicznych, odlewnicy, farbiarze, dekarze, woźnice, robotnicy przemysłu cynkowego, kamieniarze, mydlarze, zecerzy, robotnicy przemysłu maszynowego, tynkarze, gazownicy, urzędnicy, mleczarze, introligatorzy, murarze, jubilerzy, papiernicy, browarnicy, maszyniści kolejowi, handlarze żelaza, handlarze węgla, cegielnicy. Jeżeli przyjrzymy się umieralności na gruźlicę przedstawicieli poszczególnych zawodów, to kolejność, poczynając od najwyższej do najniższej, przedstawia się jak następuje: złotnicy, garbarze, tapiczerzy, introligatorzy, bednarze, tytoniarze, szmuklerzy, krawcy, stolarze, malarze, subiekci, odlewnicy, jubilerzy, rymarze, tokarze, pracownicy restauracyjni, cieśle, murarze. Biorąc pod uwagę zejścia śmiertelne w poszczególnych zawodach, spowodowane nieszczęśliwymi wypadkami, spostrzega się, że pod tym względem kolejność zawodów od najniebezpieczniejszego do najbezpieczniejszego przedstawia się jak następuje: marynarze, rybacy, górnicy, robotnicy stoczni, kamieniarze, robotnicy przemysłu ołowianego, lekarze, chemicy, robotnicy przemysłu cynkowego, rolnicy, rzeźnicy, handlarze bydła, krawcy, zecerzy, duchowni.

Nieszczęśliwe wypadki, rozklasyfikowane według przyczyn, które je wywołały i odpowiednio uszeregowane, przedstawiają się w statystykach niemieckich jak następuje:

zawalenie się rusztowania i urazy wywołane upadkiem dużej masy	32,42%
wypadki w komunikacji	22,24%
transport niemechaniczny	13,84%
maszyny	13,32%
ciała trujące i wybuchowe	11,24%
procesy technologiczne	6,27%
narzędzia ręczne	0,67%

Również inne zestawienia okazują, że najczęstszą przyczyną wypadków nie są maszyny, lecz określone warunki pracy oraz że najwięcej nieszczęśliwych wypadków zachodzi w górnictwie, budownictwie i komunikacji.

Przechodząc obecnie do sprawy chorób zawodowych, należy podkreślić, że integralne warunki pracy, oddziałując przez czas dłuższy na pracownika, sprowadzają w jego ustroju określone zmiany patologiczne. Przez nazwę warunki in-

tegralne rozumiemy takie warunki pracy, w czasie obecnym, które czy to ze względu na materiał obrabiany, czy to ze względu na sposób obróbki nie mogą być inne. Tak np. hutnicy pomimo stosownego ubrania i szkieł ochronnych ulegają szkodliwościom natury termicznej i świetlnej. Kuśnierze i szczotkarze pomimo masek ochronnych są narażeni na kurz i pył, które mogą zawierać w sobie chorobotwórcze drobnoustroje. Pomimo różnych zabezpieczeń pracownicy stykający się z ołowiem jednak zapadają na ołowicę. Górnicy częściej od innych pracowników ulegają urazom mechanicznym oraz z powodu przebywania w ciemności zapadają na oczopląs itp.

W obecnym czasie szereg procesów wytwórczych na skutek pracy inżynierów uległ tak znacznej poprawie pod względem higienicznym, że zarówno zmniejszyła się liczba chorób zawodowych, jak również zmalała zapadalność na nie, jednak i dotąd są takie rodzaje pracy, przy których wykonywaniu pracownicy zapadają na charakterystyczne dla danych warunków schorzenia.

Wobec tego, że zarówno traumatyzm zawodowy, jak i choroby zawodowe powodują w gospodarstwie społecznym olbrzymie straty natury moralnej i materialnej, przeto konieczność walki z nieodpowiednimi warunkami pracy zawodowej jest powszechnie doceniana i szczególnie w ostatnich czasach współpraca lekarza-zawodoznawcy z inżynierem bezpieczeństwem pracy poczynają dawać dodatnie rezultaty. Do zadań lekarza fabrycznego należy rejestracja schorzeń przy danych procesach wytwórczych, analiza ich przyczyn oraz stosowanie dostępnych mu środków zaradczych, jak np. dobór odpowiednich pod względem stanu zdrowia pracowników itp. Lekarz komunikuje swoje spostrzeżenia inżynierowi bezpieczeństwa, a ten ostatni obmyśla i w miarę możliwości realizuje odpowiednie środki ochronne natury technicznej.

Wiedza zawodoznawcza, tj. znajomość procesów wytwórczych oraz ich warunków — w czynności zawodowej człowieka posiada niezmierną wartość zarówno dla poczynających higieny i bezpieczeństwa pracy, jak i dla samej organizacji pracy. Ulepszyć proces wytwórczy, zharmonizować ze sobą jego poszczególne etapy i części składowe, wzmóc wydajność, obniżyć koszty własne nie tylko pod względem materialnym, lecz i pod względem zaoszczędzenia wysiłków fizycznych i psychicznych wykonawcy jest możliwe wtedy jedynie, gdy się wie dokładnie, jak obecnie przebiega proces wytwórczy oraz jakiego nakładu energii ludzkiej i środków materialnych on obecnie wymaga.

LITERATURA

1. J. Amar: Le moteur humain. Paris 1923.
2. E. Atzler: Körper und Arbeit. Leipzig 1927.
3. F. Gilbreth: Applied Motion Study. NJ 1917.
4. F. Gilbreth: Fatigue Study. NJ 1916.
5. Cottstein, Schlossman und Telekp: Handbuch der sociale Hygiene. Band II: Gewerbehygiene und Gewerbekrankheiten. Berlin 1926.
6. J. Jotejko: La fatigue. Paris 1920 (jest już polski przekład).
7. Kaplun: Osnovy obszczej gigeny truda. Moskwa 1925.
8. K. Kekezejew: Fizjologia truda. Leningrad 1926.
9. K. Karaffa-Korbitt: Ogólna higiena pracy.
10. P. Macewicz: O klasyfikacji zawodów. Psychot. 1927.
11. P. Macewicz: Z badań pracy fizycznej. Warszawa 1929.
12. C. Oppenheimer: Der Mensch als Kraftmaschine. Leipzig 1922.



Problem pokrycia naszego zapotrzebowania na produkcję naftową w czasie wojny

(Dokończenie)

Omówmy jeszcze dwa wymienione sposoby pośredniego zwiększania produkcji: 1) unowocześnienie przeróbki ropy surowej, 2) fabrykację produktów syntetycznych.

Odnośnie punktu pierwszego są dwa sposoby, z których pierwszy stosowany jest z bardzo pomyślnym wynikiem od wielu lat: kraking i polimeryzacja — dwa przeciwstawne sobie procesy. Podczas gdy pierwszy, z węglowodorów ciężkich — pozostałych po normalnej dystalacji Englera — wskutek ich rozkładu na węglowodory prostsze, daje lekkie frakcje benzynowe, to sposób drugi na odwrót, z gazów powstałych przeważnie przy krakingu, wskutek tworzenia się związków wielocząsteczkowych, czyli tzw. polimeryzację, daje również benzynę i to o doskonałych własnościach napędowych (przeciwstukowych i o wysokiej liczbie oktanowej).

Podam za „Przemysłem Naftowym“ Nr 1/1938, że w U. S. A. w latach 1920—1937 wytworzono 59 800 000 cystern benzyny, przetwarzając w tym celu 180 000 000 cyst. ropy surowej. Gdyby nie stosowano systemu rozkładowego, musiano by do wytworzenia tej ilości benzyny zużyć 297 000 000 cyst. ropy. Dzięki więc krakingowi zaoszczędzono w tym okresie 117 000 000 cystern ropy surowej. Stąd jest widoczne jak wielką rolę w podniesieniu produkcji benzyny bezpośrednio, a wskutek tego pośrednio — zwiększenia produkcji ropy odgrywa zastosowanie krakingu (jest to paradoks, bo w tym wypadku produkcja ropy surowej może być zmniejszona). Benzyny polimeryzowanej otrzymuje się w Ameryce ok. 9 000 mil. galonów, czyli 2 800 000 cyst. rocznie.

Jako surowca używa się gazów rafineryjnych i gazów ziemnych.

Zanim jednak przejdziemy do samej polimeryzacji, warto się zastanowić nad drogami, jakimi nauka (chemia) dążyła do rozwiązania tego problemu, przy czym surowcem były głównie metan lub jego homologi. Przeróbka gazu ziemnego, ze względu na jego duże zasoby ma ważne znaczenie jako surowiec do otrzymywania węglowodorów płynnych w normalnej temperaturze i ciśnieniu (gazoliny ew. benzyny) w zależności od zastosowanych sposobów przeróbki, które są 1) fizyczne: adsorpcja przez węgiel aktywowany, absorpcja przez oleje, skraplanie za pomocą kompresji i oziębienie, 2) chemiczne: utlenienie i rozkład termiczny.

1. Jak wiadomo gaz ziemny jest mieszaniną najlżejszych węglowodorów szeregu metanowego, z których cięższe dają się wymienionymi trzema sposobami wydzielić, skroplić. Otrzymana w ten sposób gazolina służy jako domieszka do ciężkich benzyn rafineryjnych, podnosząc w ten sposób ich jakość i dając benzyny lekkie, lub jako

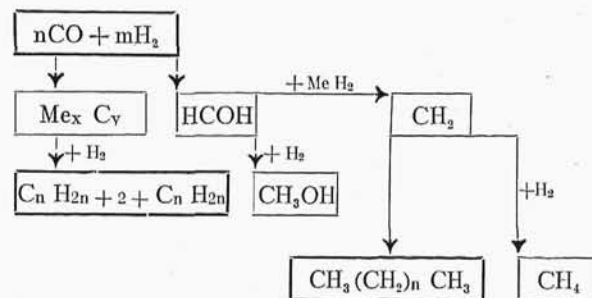
czysta gazolina jest użyta w lotnictwie bezpośrednio. Dla przykładu podam, że miesięczna produkcja gazoliny wynosi w Polsce 356 cystern przy użytej do tego celu objętości 23 715 000 m³ gazu, co daje rocznie 4 250 cystern gazoliny.

2. Utlenienie. Niecałkowite spalanie gazów nasyconych (głównie CH₄) z otrzymaniem formaldehydu nie zostało technicznie rozwiązane, dlatego nie omawiam tego sposobu.

Inny sposób polega na tym, że CH₄ poddaje się działaniu pary wodnej, otrzymując w ten sposób gaz o składzie: CO i H₂ (wodny) lub CO₂ i H₂ (konwertowany). Otrzymany gaz jest produktem wyjściowym do wielu syntez chemicznych, a między innymi syntez węglowodorów. W zależności od zastosowania ciśnienia i katalizatorów przy przeróbce tego gazu można otrzymać metan lub węglowodory wyższe.

Nas interesuje oczywiście przejście do węglowodorów wyższych. Najważniejsza bodaj jest synteza węglowodorów z gazu ziemnego przez Fischera i Tropscha. (Prof. St. Pilat „Życie Techniczne“ zeszyt 3/XIV, 1938).

Według Brücknera przy ciśnieniu zwyczajnym tworzą się węgliki metali, które z H₂ rozkładają się do węglowodorów lub przy obecności kontaktu zasadowego tworzy się tzw. hydroxymetylen, który szybko uwodarnia się do alkoholu metylowego, lub reaguje z wodorkami metali, tworząc grupy metylowe, kondensujące się do węglowodorów:



Termiczny rozkład. Zasada: ogrzewanie przez czas dłuższy prowadzi do CH₄ = C + 2H₂, gdy zaś czas ogrzewania jest mniejszy niż 60 sekund, powstają prawdopodobnie nietrwałe połączenia — rodniki, jak CH₃, CH₂, CH polimeryzujące się następnie do węglowodorów; jest szereg patentów niemieckich, francuskich, amerykańskich pracujących z katalizatorami i pod ciśnieniem, lecz nie znany otrzymywanych wydajności. Laboratoryjna praca Fischera wykonana bez katalizatorów i w zwyczajnym ciśnieniu daje wydajność 9% z całej ilości zużytego CH₄, przy czym ustalono, że wyższa tempera-



tura wpływa korzystnie na powstanie węglowodorów, lecz ponieważ równocześnie zachodzi tworzenie się wolnego węgla ($\text{CH}_4 = \text{C} + 2\text{H}_2$) — przeto należy zwiększyć szybkość przepływu gazu, lub rozcieńczyć CH_4 np. azotem.

Z dalszych prac należy wspomnieć o przeróbce gazów krakowych (nienasycone węglowodory gazowe z szeregu etylenowego) na alkohol propylowy (Winkler, Piotrowski), który łatwo polimeryzuje się do węglowodorów. Opracowano też metodę otrzymania etylenu z CH_4 przez rozkład termiczny (Sucharda). Prace i spostrzeżenia Berthelotha, Petersa, K. Mayera, Fröhlicha, Fischera, Stanleya i Nasha, oraz szereg patentów dotyczą rozkładu metanu (czy to pod wpływem wyładowań elektrycznych czy też pod zmniejszonym ciśnieniem) i użycia katalizatorów na acetylen, który łatwo daje się polimeryzować do węglowodorów. Polimeryzacji acetyleny do węglowodorów tyczą się prace Berthelotha, Sabatiera, Senderensa, Mayera, Charioskowa, Fischera i tow. Prace przeprowadza się z acetylenem skoncentrowanym i przy użyciu katalizatorów (węgiel aktywowany lub krzemionka bezpostaciowa Fischer i tow.), lub pracuje się z acetylenem w kierunku jego polimeryzacji przy równoczesnym uwodornieniu (Fischer i tow. i Senderens i Sabatier). W tym ostatnim wypadku wydajność ok. 60% — olejów i benzyny w stosunku 2:1.

Jest to krótki przegląd wyników zdążających do rozwiązania polimeryzacji węglowodorów, techniczne zastosowanie czego, jako jedną z najnowszych zdobyczy techniki i nauki, omówimy poniżej.

Polimeryzacja gazów (inż. Bóbr: „Przem. Naft.” 1938 r. Nr 2, 3, 4, 5). Używa się gazów: 1) rafineryjnych: gaz z dystalacji ropy, gazy krakowe, gazy koksowe, 2) ziemnych. Są to gazy o składzie $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ od metanu po butan normalny, oraz C_nH_{2n} (olefiny) od etylenu po butylen. Zdolność polimeryzacji w większym stopniu mają węglowodory nienasycone (olefiny), czyli zdolność ta jest proporcjonalna do ilości atomów C w cząsteczce gazu. Dlatego polimeryzacja jest możliwa do gazów o zawartości atomów C_4 i C_3 . Węglowodory typu $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ (nasycone) należy drogą dehydrogenacji katalitycznej lub pirolizy pozbawić pewnej ilości atomów wodoru, czyli zamienić je na nienasycone, a dopiero po tym jest możliwa polimeryzacja właściwa. Dehydrogenacji ulegają łatwiej wyższe węglowodory typu nasyconych. Najtrudniej przedstawia się sprawa z metanem, który w obecnym stanie techniki polimeryzacyjnej nie jest jeszcze używany jako surowiec.

Są trzy sposoby polimeryzacji gazów: 1) całkowita polimeryzacja termiczna, 2) katalityczny proces polimeryzacji firmy „Universal Oil Products”, 3) termiczny proces firmy „Pure Oil Co”.

Do 1. Zasada pracy: wysoka temperatura 510—590 C, wysokie ciśnienie 70—210 atm. Jako surowce używane są gazy rafineryjne o zawartości olefinów i gazy ziemne lub gazolinowe

(o 3 lub 4 atomach węgla). Wydajność jest 1,3—1,57 ltr/m³ gazu.

Do 2. Zasada pracy: użyty katalizator w postaci bezwodnika kwasu fosforowego. Jako surowiec stosuje się tylko gazy nienasycone (o C_3 i C_4). Temperatura około 230 C, ciśnienie 15 atm.

Do 3. Zasada pracy: niema katalizatorów; 1-sza odmiana — wysoka temperatura 620—700 C, niskie ciśnienie 4—6 atm, 2-ga odmiana — wysokie ciśnienie 42—56 atm. temp. 480—540 C. Surowiec jak wyżej.

Metoda katalityczna daje lepszą benzynę o wysokiej liczbie oktanowej (1,0). Według H. N. Wade w „Oil and Gas Journ.” 1936 Nr 29 stosowanie benzyny polimeryzowanej bezpośrednio nie jest wskazane. Lepsze wyniki daje mieszanie jej z benzynami ciężkimi. Podnosi to liczbę oktanową powstałych w ten sposób benzyn w stopniu wyższym, niżby to wynikało z wartości średniej stosunku mieszaniny.

Ponieważ w U. S. A. istnieje wspaniale rozbudowany przemysł rafineryjny i gazoliniarny, przeto wyniki zakładów polimeryzacyjnych opartych o wymienione przemysły (ze względu na surowiec) są już dość dobre, umożliwiając produkcję roczną około 1 miln. ton benzyny polimeryzowanej. Poza tym istnieją już podobne zakłady: w Rosji 3, w Rumunii 2, Iranie 2, w Niemczech 1, Japonii 1, Holandii 1 itd.

W Polsce na razie polimeryzacja gazu nie ma widoków, bo: 1. duże ilości CH_4 o skoncentrowanej produkcji są na razie nie do użycia, z powodu nierozwiązania na skalę przemysłową polimeryzacji tego gazu, 2. produkcja gazów rafineryjnych i gazoliniarnych o składzie C_3 i C_4 jest nie duża, nie skoncentrowana i podlega znacznym wahaniom.

Fabrykacja produktów syntetycznych. Głównym surowcem jest węgiel kamienny lub brunatny (Niemcy, Włochy) upłynniany przy pomocy trzech zasadniczych sposobów: 1. koksovania — jako odmiana dająca lepsze wyniki jest stosowana destylacja zachowawcza (w niższych temp.), 2. uwodorniania, 3. syntezy gazowej.

Do 1. Produktem jest tzw. benzol motorowy, przy czym wydajność wynosi około 1,3 gallona z 1 tony węgla. Odbudowa w niskich temperaturach, umożliwia wyższą wydajność.

Do 2. Jako surowiec używany jest węgiel lub jego produkty: ter, benzol. Otrzymuje się benzynę oraz oleje do napędu szybkoobrotowych silników Diesel'a. Nie rozwiązano jeszcze na tej drodze, przemysłowo produkcji olejów surowych.

Do 3. Proces dzieli się na dwie zasadnicze fazy, przy czym w pierwszej — otrzymuje się węglowodory gazowe, płynne i stałe, z których w drugiej fazie przeróbki otrzymuje się produkty ostateczne, tj. benzynę i oleje Diesel'owe.

Jakkolwiek produkcja benzyny i materiałów pędnych syntetycznych jest technicznie rozwiązana, to jednak posiada wiele poważnych wad, z których najważniejsze są: 1. 3—6 razy droższa produkcja, niż w rafineriach; 2. wymaga



ogromnych i kosztownych instalacji (wg raportu Falmontha koszt budowy urządzeń do produkcji materiałów syntetycznych o wydajności 1 mil. ton benzyny rocznie, wymaga kwoty 50 mil. funtów); 3. wymaga ogromnych ilości węgla; tak tak np. do wytworzenia 1 tony materiału syntetycznego trzeba 3—4-krotnej ilości węgla kam.; 4. wskutek czego wymaga zwiększenia liczby robotników zatrudnionych w górnictwie, jak i w samych zakładach produkcji (wg tegoż raportu Falmontha dla obsługi wymienionego zakładu o wydajności 1 mil. ton należałoby zatrudnić 30 000 robotników w górnictwie i w tymże zakładzie); 5. podobnie jak i zakłady polimeryzacji węglowodorów, fabryki produktów syntetycznych z węgla są narażone na niszczycielską działalność lotnictwa; 6. niekorzystne położenie strategiczne naszych złóż węglowych; 7. zupełny brak odpowiednio rozbudowanych i przygotowanych kopalń węgla brunatnego, których położenie jest korzystniejsze.

Jakkolwiek produkcja materiałów syntetycznych i polimeryzowanych ma wiele wad i niedogodności, to trzeba się jednak liczyć z faktem podanym przez amerykański Instytut Naftowy (API), że wskutek zastosowania nowoczesnej techniki chemicznej (krakowanie, polimeryzacja, uwodornienie węgla) w odniesieniu do produkcji węglowodorów płynnych (głównie benzyn) — światowe zapasy ropy naftowej wzrosły o 1 miliard baryłek rocznie, tzn. prawie o roczne zapotrzebowanie Stanów Zjednoczonych A. P. (Petroleum 1938, Nr 12/13).

Magazynowanie ropy i produktów naftowych. Magazynowaniem szeroko pojętym jest już odkrycie złoża ropnego i pozostawienie jego odbudowy do czasów potrzeby wojennej. Dalszym etapem byłoby odwiercenie na tym złożu szeregu otworów eksploatacyjnych i ich natychmiastowe zamknięcie, tzn. przygotowanie złoża do podjęcia natychmiastowej eksploatacji. Oba te sposoby mają jednak poważne wady, pierwszy z powodu konieczności rozbudowy złoża w czasie, kiedy produkcja jest prawie natychmiast potrzebna, drugi z powodu unieruchomienia ogromnego kapitału w postaci przede wszystkim rur oraz reszty urządzeń wiertniczych i eksploatacyjnych. Toteż w celu zamagazynowania, ropę należy wydobyć i przerobić, tzn. magazynować jej produkty przeróbki, a więc benzynę, oleje, smary. Ma to jeszcze tę zaletę, że produkty te są już gotowe, więc zdadne do natychmiastowego użytku oraz jako produkty gotowe wymagają minimum miejsca do ich zgromadzenia. Jest rzeczą jasną, że te ilości, jakie mamy zamagazynowane na kopalniach i w towarzystwach tłoczniowych w postaci ropy surowej i benzyny, są minimalne (praktycznie żadne) i ulegają poza tym znacznym wahaniom w zależności od koniunktury. Dla przykładu podam, że z końcem stycznia br. zapasy ropy wynosiły 3 916,5 cyst. i 1 461,5 cyst. benzyny i gazoliny.

W kwestii zaopatrzenia się w produkty naftowe w czasie wojny — a w dążeniu do samowystarczalności pod tym względem w czasie po-

koju — zarysowują się wyraźnie dwie grupy państw europejskich, stosujących odmienną politykę. Pierwsza grupa to Niemcy, Włochy, rozwiązują ten problem przez stworzenie i rozbudowę namiastkowego przemysłu krajowego. W tym celu wykorzystane są węgiel kamienny, brunatny, drzewo, gaz ziemny, surowce asfaltowe, alkohol etylowy itp. Druga grupa to Anglia i Francja, które realizują zaspokojenie wymienionych potrzeb przez zamagazynowanie przerobionych u siebie produktów z importowanej ropy surowej. Należy nadmienić, że Francja rzekomo zdążyła już zamagazynować ilość materiałów pędnych, potrzebnych w warunkach wojennych na czas ponad 1 rok. W Anglii natomiast plan H. Moore'a, wg którego ilość produktów zamagazynowanych również ma wystarczyć na 1 rok, jest już w stadium realizacji. Do tego praktycznego wniosku doszła specjalna Komisja dla zbadania możliwości rozwojowych przemysłu syntetycznego w Anglii (Przem. Naft. Nr 6, 1938 r.) pod przewodnictwem Falmontha. Niezależnie od studium nad tym zagadnieniem, magazynowanie produktów naftowych było prowadzone od lat kilku i wyraziło się wspomnianym planem More'a (Przem. Naft. Nr 1, 1938 r.). Według tego planu: 1. zbiorniki są podziemne ze względu na obronę przed bombowym lotnictwem, 2. minimum zapasów ma wystarczyć na 1 rok, 3. grup zbiorników jest 7 o ogólnej ilości zbiorników 250, rozmieszczonych po całym kraju z uwzględnieniem warunków strategicznych, 4. zbiorniki zabezpieczono przed wybuchami na skutek mieszania się powietrza z parami benzyny, przedzielono murem, celem łatwej lokalizacji pożaru są budowane z dala od miast, lecz przy liniach kolejowych, wzdłuż których leżą rurociągi, położone bezpośrednio na ziemi (celem szybkiej naprawy), a zdążające do środka kraju. Projekt ten, jakkolwiek przemysłowy w drobnych szczegółach, może wobec trudnych do przewidzenia okoliczności wojennych częściowo stać się nie do wykorzystania, lecz ma bardzo wiele poważnych zalet, a to: 1. odciążenie kopalń i rafinerij, 2. odciążenie środków komunikacyjnych, 3. bezpieczeństwo zgromadzonych zapasów, 4. możliwość prawie natychmiastowego uruchomienia ich i użycia, wreszcie 5. dodatkowe obciążenie użytej w ten sposób benzyny jest stosunkowo nieduże w porównaniu zwłaszcza z benzyną uzyskaną na drodze syntetycznej. Sposób ten obok wykorzystywania własnej produkcji ropy naftowej wydaje się mieć najpoważniejsze zalety celem zastosowania go u nas w kraju.

Reasumując powyższe rozważania, należy stwierdzić, że nasze zapotrzebowanie wojenne 8—10 milionów ton na rok nie może być w obecnych warunkach zaspokojone.

By w jak największym możliwie stopniu zbliżyć się do żądanej cyfry, należy użyć wszelkich do dyspozycji stojących sposobów, a to:

1. zwiększyć rozmiar i tempo prac i wierceń poszukiwawczych celem odkrycia nowych, wydajnych złóż ropy;

2. powszechnie zrationalizować eksploatację



ropy naftowej, tzn. wprowadzić odpowiednią gospodarkę gazami i złożem ropnym jako takim;

3. zastosować powszechne wtłaczanie gazów w złoża (a także próby celowe i skuteczne odbudowy górniczej „floodingu”), co pozwala podnieść produkcję ropy, przy czym odpowiednia rozbudowa złóż i stosowanie odbudowy ciśnienia w początkach życia danego złoża podnosi wybitnie wydajność, oraz powstrzymuje nieopanowany postęp wody okalającej;

4. rozpocząć magazynowanie materiałów pędnych w zbiornikach na- i podziemnych i stworzyć związaną z tym odpowiednią organizację zaopatrzenia oraz obrony;

5. przewidując w najbliższym czasie techniczne (przemysłowe) rozwiązanie polimeryzacji metanu — wobec znacznej, wystarczającej pro-

dukcji u nas tego gazu, poczynić odpowiednie prace przygotowawcze do ewentualnego uruchomienia odpowiednich zakładów (koncentracja produkcji gazu ziemnego i zapewnienia sobie potrzebnych zapasów złożowych, wykonanie odpowiednich planów itp.).

Nie można tu podać żadnych cyfr, o ile potrafimy się zbliżyć do żądanej cyfry wojennej produkcji — lecz konsekwentne i powszechne stosowanie wymienionych zasad winno odnieść skutek.

W zakończeniu nadmieniam, że problem ten jest nadzwyczaj obszerny jak i ważny. Nie mam pretensyj do wyczerpania go w zupełności, ani do oryginalności w jego ujęciu i opracowaniu.

Literaturę, z której korzystałem, starałem się przytaczać w tekście.

INŻ. FRANCISZEK PRZEWIRSKI

Wrażenia z IV. Polskiego Kongresu drogowego

Biorąc pod uwagę ilość, jakość, oraz wagę referatów zgłoszonych na IV Polski Kongres drogowy odbyty w Warszawie w dniach od 3 do 5 stycznia br., należy skonstatować na ogół znacznie niższy jego poziom w porównaniu do poprzednich Kongresów.

Również i ilość uczestników Kongresu była znacznie niższa i ograniczyła się przeważnie do inżynierów i techników pracujących w administracji drogowej — na ogół znać było małe zainteresowanie pracami Kongresu świata gospodarczego i zawodów wolnych, a już całkiem świeciły nieobecnością sfery polityczne obradującego właśnie sejmu i senatu.

Zapewne wpłynęła na małe zainteresowanie obradami Kongresu również i pewna świadomość nikłych efektów realnych, jakie uchwały dotychczasowych Kongresów przyniosły. Szereg postulatów i uchwał poprzednich Kongresów stałe się powtarza, nie są one przez właściwe czynniki realizowane.

Świadczy o tym uchwała Kongresu powołująca do życia „Komisję wykonawczą dla uchwał Kongresu”, mającą za zadanie realizowanie tych uchwał i zdanie sprawozdania następnemu Kongresowi o osiągniętych wynikach.

Uchwały powzięte na Kongresie ująć należy w trzy grupy, wedle trzech sekcji, na których one były dyskutowane. W streszczeniu przedstawiają się one następująco:

I. Sprawy finansów drogowych

Po za stale powtarzającym się postulatem, że kwoty potrzebne na utrzymanie i budowę dróg państwowych winny być w odpowiedniej wysokości umieszczane w budżetach Państwa, a wpływy ze specjalnych opłat drogowych na rzecz dróg samorządowych nie mogą być zużywane na inne

niedrogowe cele, żądają uchwały przyznania samorządom miast wydzielonych, analogicznego jak powiatom, prawa nakładania na cele drogowe specjalnych opłat drogowych. Równocześnie jednak winny te miasta przejść obowiązek utrzymania przebiegających w ich granicach administracyjnych dróg wszystkich kategorii.

Należy znowelizować ustawę drogową w tym kierunku, aby „spółki drogowe” mogły być organizowane dla budowy i utrzymania dróg wszelkich kategorii, łącznie z ulicami w miastach, co miałyby bardzo ważne znaczenie dla zurbanizowania nowozabudowywanych terenów miast.

Dalsze postulaty natury finansowej dotyczą sprawy przywrócenia samorządom prawa egzekucji danin komunalnych, obniżenia kosztów i kredytowania kolejowych przewozów materiałów drogowych i stworzenia przez Stow. Polskich Kongresów drog. specjalnej komisji o określonym składzie, która by się zajęła opracowaniem zdecydowanych projektów sfinansowania gospodarki drogowej w Polsce.

II. Sprawy gospodarczego programu drogowego, techniki drogowej i motoryzacji były przedmiotem obrad Sekcji II

Biorąc za podstawę szczegółowo i obszernie opracowany przez Komisję Związku Inżynierów Drogowych w Warszawie referat, uchwalono tezy i program przebudowy i rozbudowy sieci drogowej oraz mostów w Polsce w okresie 30 letnim podając obliczone i potrzebne na ten cel kwoty w wysokości rocznej około 350 mil. złotych. Pytanie jedno zostało nierozwiązane: skąd je uzyskać? Odnośnie budowy dróg samochodowych (autostrad) Kongres uznał, że dopiero w ciągu 30 lat stanie się konieczna sprawa ich

