

WIADOMOŚCI

TELEKOMUNIKACYJNE

MIESIĘCZNIK POPULARNY

WYDAWANY PRZEZ SEKCJĘ TELEKOMUNIKACYJNĄ STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH
przy poparciu
MINISTERSTWA POCZT I TELEGRAFÓW oraz MINISTERSTWA KOMUNIKACJI

Przewodniczący: inż. E. SZACKI — Sekretarz: inż. R. STEFAŃSKI — Członkowie: inż. ST. JUDYCKI
inż. ST. KIELAN, inż. K. KONWERSKI, inż. H. ŚMIGIELSKI

TREŚĆ Nr 9

	str.		str.
1. Jedziemy do Ameryki — inż. H. Śmigielski	113	3. Dalekopisy (d. c.) — inż. W. Zochowski	120
2. Technika drobnych konstrukcji — St. Olechowicz	116	4. Zagadnienie wykorzystania energii atomowej na skalę techniczną — inż. inż. J. Oderfeld i M. Danysz	125

inż. HENRYK ŚMIGIELSKI

Jedziemy do Ameryki

(Reportaż techniczny od własnego koresp.)

OD REDAKCJI:

Krótkim tym reportażem z podróży do Stanów Zjednoczonych A.P. zapoczątkowujemy cykl podobnych artykułów, które będziemy zamieszczać w miarę ich nadsyłania. Reportaże te mają na celu zapoznanie naszych czytelników z poziomem techniki w Stanach Zjednoczonych, a w szczególności z przodującą rolą telekomunikacji.

Po trzytygodniowym oczekiwaniu na statek nad naszym, pięknym, polskim morzem jedziemy samochodami do jednego z basenów, gdzie mamy zostać zaokrętowani na ss. James G. Blaine, amerykański transportowiec typu „Liberty”. Podjeżdżamy. Jako szczyry lądowe ze zdziwieniem oglądamy wysoko ponad powierzchnię morza wypchnięty kadłub naszego nowego znajomego. Po załatwieniu formalności celnych lokujemy się w przeznaczonych dla nas kajutach. Znajdują się one na rufie, nad śrubą, nie wróżą więc zbyt spokojnej podróży.

Statek wraca do Stanów Zjednoczonych pusty. Jeden z członków załogi, Polak z pochodzenia,

uprzejmie nas informuje, że, ponieważ okręt jest pusty, kołysanie na falach da nam się dobrze we znaki szczególnie, jeśli „woda będzie dzika”. Ma to oznaczać dużą falę.

Nasz nowy, stalowy dom nie jest tak duży, jak na statek transoceaniczny. Wyporność 7.125 ton. Około stu metrów długości, trzydzieści metrów szerokości i dwadzieścia — wysokości. Jest to typ statku masowo produkowany w Stanach Zjednoczonych w okresie wojennym. Co cztery dni nowy „Liberty ship” spuszczano na wodę. Wszystkie szwy są spawane, a nie nitowane. Przyspieszało to znacznie tempo budowy, jednak podobno okazało się zawodne.

Przy kołysaniu się okrętu na falach występują tak duże naprężenia, że jeden z siostrzanych statków rozłupał się kiedyś na dwie części. Obecnie niebezpieczne przekroje są dodatkowo wzmocnione płytami i łączone na nity.

Okręty te służyły w czasie wojny do przewozu wszelkiego rodzaju sprzętu i materiałów i posiadały własne uzbrojenie: kilka działek przeciwlotniczych i karabiny maszynowe. Nasz dzielny „Ja-

i. z. 5252

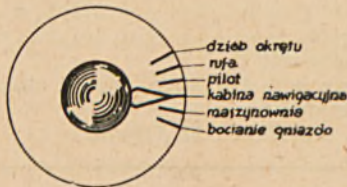
mes. G. Blaine“ ma „na sumieniu“ zestrzelenie trzech niemieckich samolotów.

* * *

Polski pilot siada na okręt. Rozstajemy się z krajem, wyprowadzani z portu przez maleńki holownik, który według podawanych gwizdkiem przez pilota sygnałów, zreżnie manewruje. Pełną parą prujemy wodę Zatoki Gdańskiej i wychodzimy na Bałtyk, który jest tak niesamowicie spokojny, że nabieramy pewności siebie i zaczynamy oglądać statek.

Instalacja elektryczna oświetleniowa wykonana jest antygronem. Wylłączniki okapturzone. Wprawne oko teletechnika znajduje dość łatwo pierwszy telefon, mimo że jest dość dobrze schowany. Szafka blaszana, zamykana szczelnie, kryje w sobie całkowicie okapturzony telefon MB.

Sieć łączności wewnętrznej statku jest dość prosta. Sześć aparatów telefonicznych współpracuje ze sobą bez łącznicy. Na żelaznej obudowie aparatu znajduje się galka ze wskaźnikiem. Pokręcając galką (rys. 1), wybiera się pożądanego abonenta, którego po ustawieniu wskaźnika należy zwyczajnie wywołać induktorem.



Rys. 1. Przełącznik wybierakowy na 6 aparatów telefonicznych na statku
ss. James G. Blaine.

Na potrzeby wewnętrzne statku wyposażenie to jest jednak wystarczające, a nie wymaga łącznicy oraz związanego z nią dodatkowego personelu. Naturalnie, że mogłaby być zainstalowana mała łącznica automatyczna. Nie jest to jednak potrzebne z uwagi na stosunkowo mały trafik w ruchu telefonicznym na stawkach tego typu.

Prowadzenie większej ilości przewodów (szesćciu) do każdego aparatu przy stosunkowo niewielkich odległościach nie jest kłopotliwe.

* * *

Po trzydziestosześciodzinnej podróży przez Bałtyk, trzymając się wyznaczonej gęsto bojami trasy, z uwagi na istniejące jeszcze niebezpieczeństwo spotkania miny, wjeżdżamy do Kanału Kiłońskiego.

Droga przez kanał jest ciekawa ze względu na jego niezwykłą szerokość: około 70 metrów. Mamy możliwość obserwować oba brzegi, a szczególnie ciekawe są liczne mosty. Naliczyliśmy ich kilkanaście. Jest i most zwodzony, obrotowy. Jeden z mostów kolejowych udostępniono dla ruchu kołowego dość dowcipnie. Szosa biegnie pod mostem na jego osi. Przy przecięciu z kanałem szosa urywa się i przeprawa pieszych i samochodów odbywa się promem, który jest zawieszony na

moście kolejowym i pracuje jak suwnica, co dzie się minut dając połączenie obu stron kanału. Kanał przecina kilkadziesiąt kabli silnoprądowych i teletechnicznych, o czym mówią gęsto ustawione tablice: „Kabel, nie ciągnąć kotwicy“. Cały kanał na długości 96 kilometrów jest wieczorem i w nocy dwustronnie oświetlony lampami elektrycznymi mocy około 150 watów każda, zawieszonymi na słupach drewnianych. Zapalanie lamp odbywa się w grupach długości około kilometra (20 lamp). Ze względu na małą stosunkowo szerokość kanału istnieje około dziesięć „mijanek“. Kanał jest w tych miejscach rozszerzony, umożliwiając w ten sposób przy sprawnie działającej łączności telefonicznej dwustronny ruch nawet największych statków.

* * *

Wypływamy na Morze Północne. Zaczyna się lekkie kołysanie statku, co nas zaprawia do późniejszych większych fal Atlantyku. Mamy kurs do Nowego Yorku, jednak ze względu na chorobę jednego z marynarzy, musimy zatrzymać się u brzegów Anglii i sprowadzić na pokład lekarza. Podpływamy do brzegów brytyjskich w rejonie Dover. Zdaleka już widzimy biały, wapienny, wysoki brzeg wielkiej wyspy. Na maszcie sygnałacyjny idzie flaga: „Prosimy lekarza“. Za chwilę wieża sygnałacyjna na brzegu zaczyna z nami „rozmawiać“ reflektorem, podając znaki Morse'a w tempie około 80 znaków na minutę. Odpowiadamy reflektorem z mostku kapitańskiego. Stary, tani i wygodny sposób łączności, odgrywający niewątpliwie dużą rolę na morzu. Po upływie piętnastu minut ukazuje się motorówka, na której, oprócz flagi brytyjskiej, trzepocze się znana nam flaga: czerwoną krzyż na białym polu, która w gwarze morskiej mówi: „Lekarz na pokładzie“. Anglię opuszczamy wieczorem. Żegnają nas po drodze błyski kilkudziesięciu latarni morskich, rozsianych wzdłuż brzegów i przyjaźnie mrugających do ludzi morza.

* * *

Wehodzimy na Atlantyck. Przy szybkości naszego statku, wynoszącej około 17 km/godz. oznacza to, że na prawie dwa tygodnie rozstajemy się z lądem. Jedziemy mało uczęszczanym północnym kursem. Spotykamy jednak jeszcze w odległości około dziesięciu kilometrów od nas największy transatlantyk angielski „Queen Mary“. Przez lornetkę widać wyraźnie, jak 200-metrowej długości olbrzym pruje fale Atlantyku ze znacznie większą od nas szybkością. Jego kurs Southampton — Nowy York trwa tylko cztery i pół doby. Poza tym spotykamy tylko stada delfinów i już w „pobliżu“ (1.000 km) Ameryki stado wielorybów. Woda, woda i sprzyjająca nam piękna z błękitnym niebem pogoda.

* * *

Zwiedzamy maszynownię — serce statku. Kotły opalane ropą. Maszyny parowe pionowe jęczą bezdusznie, poruszając półmetrowej średnicy

wał główny, zakończony śrubą o średnicy około sześciu metrów i skoku 1,5—2,0 metrów. Moc znamionowa maszyn: 2.500 KM. Z tego część używana jest na potrzeby własne statku, a więc przede wszystkim przetwarzana na energię elektryczną przy pomocy czterech generatorów, każdy o mocy 20 KW. Nadmienić tu należy, że kuchnia okrętowa jest również elektryczna.

Zastosowano trzysłopniowe rozprężanie pary przy ciśnieniu na wejściu 240.75 i 25 funtów/cal². Po przeliczeniu na przyjęte u nas jednostki wynosi to około 17; 5,4 i 1,8 atmosfer. Temperatura w maszynowni tropikalna: wynosi około 104 stopni, ale... Farenheita, co tłumacząc na nasz europejski język, jest „tylko“ 40 stopni Cels. Poręcze żelaznych schodów rozgrzane tak, że trudno z nich korzystać. Toteż nie dziwnego, że główny mechanik, zapraszając nas na tę wizytę uprzedził, że należy zdjąć przynajmniej koszule.

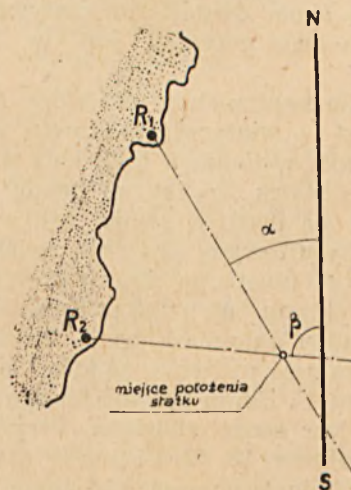
Zwiedzamy kabinę radiooperatora. Duży odbiorczy radiofoniczny aparat pięcioletni. Niestety, na Atlantyku nie słyszeliśmy już radiostacji warszawskiej. Dobry odbiór uzyskiwaliśmy tylko na falach bardzo krótkich. Wina była zresztą również po stronie fatalnych głośników, za instalowanych w różnych punktach statku. Oddzielny aparat radio-telegraficzny nadawczo-odbiorczy posiada automatyczne urządzenie zegarowe do nadawania sygnału SOS. Sygnał ten jest zawsze poprzedzany dodatkowym sygnałem: cztery kropki — przerwa — cztery kropki — przerwa — it.d. Jest to sygnał wstępny dla uniknięcia nieporozumienia, ponieważ skojarzenie liter SOS może mieć miejsce w różnych słowach różnojęzycznych.

Także i odbiór sygnału SOS jest automatyczny. W tym celu w całości urządzenia znajduje się zespół przekaźników, który spełnia rolę eliminatora znaków wywoławczych i tylko sygnał wstępny SOS powoduje alarm. Dzwonią wówczas wszystkie cztery dzwonki alarmowe: u radiooperatora, w kabinie sternika, u kapitana i na pokładzie. W kabinie radiooperatora znajduje się jeszcze dalekopis, pracujący na radiostację telegraficzną. Piszę się na maszynie i depesza idzie w świat.

Kabina nawigacyjna jest mózgiem statku. Znajduje się w niej żyroskop, który pozwala na zachowanie właściwego kierunku na morzu. Jest to przyrząd, którego część ruchoma, zawieszona w dość skomplikowany sposób na przegubach wiruje permanentnie. Oś wirowania wskazuje stale geograficzny kierunek południe — północ, niezależnie od wpływu magnetyzmu ziemskiego i od położenia statku. Odchylenie od kierunku północnego, widoczne na żyrokompasie określa nam w stopniach kurs statku. 0 stopni jest więc kierunkiem północnym, 90 — wschodnim, 180 — południowym i 270 — zachodnim; nasz kurs oscylował więc około 270 stopni.

Oprócz żyrokompasu znajduje się dla kontroli jeszcze kompas magnetyczny, którego wskazania różnią się od wskazań kompasu — żyro o kąt, jaki powstaje na skutek przesunięcia bieguna magnetycznego ziemi w stosunku do bieguna geograficznego, czyli o tak zwaną deklinację magnetyczną.

Dalszym „umeblowaniem“ kajuty nawigacyjnej jest radiopelengator. Jest to przyrząd, służący do ustalenia położenia statku na podstawie pomiaru kątów położenia dwóch dowolnych radiostacji, wybranych spośród wielu rozrzuconych wzdłuż brzegów amerykańskich. Po odczytaniu dwóch kątów: alfa i beta i wykreśleniu ich z punktów: R1 i R2 do prostej, wskazującej kierunek północ—południe (rys. 2 — R1 i R2 są to radiostacje na brzegu) otrzymujemy położenie statku w punkcie przecięcia obu prostych.



Rys. 2. Wyznaczanie miejsca położenia statku na morzu.

To jeszcze nie wszystko. Oglądamy z kolei przyrząd do mierzenia głębokości morza, pracujący na zasadzie odbijania się wysłanej fali elektromagnetycznej od dna morskiego. Przyrząd posiada skalę do 200 sążni (ponad 400 metrów). W czasie pomiaru ukazuje się na skali świetlna kreska, która umożliwi odczytanie aktualnej głębokości.

Kapitan demonstruje nam działanie przyrządu. Świecąca kreska pojawia się ponad skalą. „Tu jest trochę za głęboko“ powiada z uśmiechem kapitan. Sprawdzamy na mapie. Rzeczywiście. Pod nami ocean ma głębokość około 2.500 sążni (ponad 5.000 metrów).

Przechodzimy do kabiny sternika, znajdującej się tuż obok kabiny nawigacyjnej. Na tablicy wypisane są dużymi literami kursy dnia. Jeden — dla kompasu żyro, drugi — dla kompasu magnetycznego. Sternik ma przed sobą oba kompasy, których skalę widzi dla wygody przez kilkudziesięciokrotnie powiększające szkło i rola jego polega na zachowaniu podanych mu kursów. Na ścianie znajduje się przyrząd, rejestrujący poprzeczne maksymalne wychylenia statku. Największe

spotykane wychylenia dochodzą do czterdziestu siedmiu stopni. Bogowie morza byli tym razem dla nas przychylni. Przyrząd zarejestrował tylko czternaście stopni.

* * *

Jest mgła. Mgła tak gęsta, że na parę metrów nie widać. Na statku starym morskim zwyczajem bije gong i porykuje syrena. Na dziobie czuwa wartownik. Ale dzisiaj niebezpieczeństwo mgły nie jest już groźne. Statek posiada daleko widzące oczy, oczy niezawodne, niezmeżone, czujne i obiektywne: radar. Mało jest dzisiaj osób, które by nie słyszały o tym doniosłym wynalazku, umożliwiającym widzenie wtedy, kiedy wzrok ludzki jest bezradny.

Za skromną zasłoną w małej kabinie, obok sterownika, ustawiony jest przyrząd z ekranem: koło o średnicy około dwudziestu centymetrów. Ze względu na mgłę przyrząd jest w tej chwili czynny.

Na mostku kapitańskim ustawiony jest dodatkowy maszt — wieżyczka radarowa, zakończona u wierzchołka wycinkiem łuku koła ze szczeliną, przez którą statek „patrzy na morze“. Wycinek ten obraca się dookoła swojej osi, a z ruchem tym zsynchronizowany jest ruch świetlnego niebieskawego promienia na ekranie przyrządu w kajucie. Pole ekranu jest przed promieniem ciemne, za promieniem natomiast jasne. Jasna jest więc ta część łuku pola widzenia, na którą radar „przed chwilą patrzył“. Ekran posiada koncentryczne koła, ułatwiające ocenę odległości. Przyrząd posiada cztery zakresy: 30, 12, 4 i 2 mile, umożliwiając w ten sposób dokładniejsze „obejrzenie“ napotkanego w polu widzenia przedmiotu. Największa odległość widzenia jest, oczywiście, zależna od wysokości wieżyczki (rys. 3).

Niebieska świetlna wskazówka obraca się w kierunku ruchu wskazówek zegara. Przeszukujemy okolice na zakresie największym: 30 mil. Z pra-

wej strony środka ekranu pojawia się biała, jarząca plamka. Manipulując odpowiednio przełącznikami zmienia się ruch, poruszającego się na



Rys. 3. Ekran urządzenia radarowego na statku ss. James G. Blaine.

wieczycze radarowej wycinka łuku i związanej z nim świetlnej wskazówki na ekranie — na wahadłowy. Radar „patrzy“ więc w ten sposób tylko na interesujący nas wycinek, otaczający statek przestrzeni. Wycinek ten jest na ekranie jasny. Przełączamy zakres na cztery mile. Na drugim koncentrycznym kole (a więc w odległości mniej więcej 2 mil) widzimy jasną plamę. Obrys tej plamy przypomina dość wyraźnie kształt okrętu. Mimo więc nieprzeniknionej mgły jesteśmy spokojni i bezpieczni, a ryk syreny okrętowej, nadawany w regularnych czterominutowych odstępach, nie nasuwa nam na myśl groźby zderzenia, ponieważ wiemy, że radar czuwa i patrzy za nas bezdusznym, lecz niezawodnym okiem.

* * *

Kapitan otrzymał telegraficzne polecenie skierowania statku nie do Nowego Yorku a do Baltimore. Zmieniamy więc kurs na bardziej południowy i po trzech dniach wjeżdżamy do zatoki, wrzynającej się w ląd na długości około 100 km. Miejscowy pilot portowy doprowadza nas do oznaczonego do lądowania nadbrzeża. Dobijamy do brzegu. Koniec podróży. Jesteśmy w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

STANISŁAW OLECHOWICZ

Technika drobnych konstrukcji

(Uwagi ogólne)

Wstęp. Określenie „Technika drobnych konstrukcji“ jest zupełnie nowe, dotychczas w literaturze technicznej nie używane. Ma ono na celu rozszerzenie pojęcia mechaniki precyzyjnej i ujęcia swą nazwą obszernej dziedziny techniki, opartej wprowadzić na ogólnych zasadach budowy maszyn, jednak różniącej się od niej zasadniczo pod względem działania i sposobów budowy.

Pomimo zasadniczych różnic ściśle rozgraniczenie jest często niemożliwe. Dla przykładu rozpatrzymy porównawczo kilka cech charakterystycznych.

Dokładność. Masowa produkcja takich przed-

miotów jak: zabawki techniczne, aparaty telefoniczne, maszyny do pisania itp. ze względów gospodarczych muszą być wykonywane z dokładnością konieczną dla ich działania i w żadnym wypadku nie mogą być porównane z dokładnością przedmiotów, wykonywanych dawniej ręcznie przez mechaników precyzyjnych. I odwrotnie, obecnie są również przedmioty produkowane bardzo precyzyjnie, jak np. pompki wtryskowe do motorów lotniczych lub małe obrabiarki, których jednak nie można objąć nazwą techniki drobnych konstrukcji.

Metody produkcji. Jeżeli będziemy się starali

uchwycić różnicę między techniką budowy maszyn a techniką drobnych konstrukcji na podstawie metod produkcji, budowy konstrukcyjnej, wymiarów zewnętrznych itp., znajdziemy przykłady nie pozwalające na przyjęcie tych zasad podziału.

Biorąc pod uwagę występujące siły oraz gospodarczo uzasadnione wykonanie: kształt zmniejszony, wzięty z budowy maszyn, nie zawsze odpowiada kształtowi w konstrukcjach drobnych. Nie można np. zastosować kształtu wrzeciona tokarni zmniejszonego w stosunku 100:1, jako osi licznika energii elektrycznej lub osi zegarka kieszonego.

Zasada działania. Jako przykład mogą posłużyć: rewolwer i działo. Pomimo zasad działania i budowy tych samych, rewolwer zaliczymy do dziedziny techniki drobnych konstrukcji, a działo do budowy maszyn.

Ilość. Weźmy pod uwagę kształt i wykonanie w zależności od ilości sztuk produkowanych przedmiotów. Wprawdzie i wykonanie zależne jest od ilości produkowanych przedmiotów, gdyż stosuje się wówczas inne rodzaje obróbki, połączeń, prowadzeń, ząbów itp., jednak zdarza się, że ze względów gospodarczych przedmioty wykonywane wg zasad techniki drobnych konstrukcji są do ilości ograniczone do pojedynczych sztuk lub małych serii, np. części radiowych stacji nadawczych, gdy tymczasem w budowie maszyn produkuje się masowo np. samochody, samoloty.

Przeglądając wykaz rodzajów przedmiotów konstruowanych i wykonywanych wg zasad techniki drobnych konstrukcji, zauważymy, że większość z nich stanowią aparaty, służące do zwiększenia zakresu działania ludzkich zmysłów i ułatwienia posługiwania się nimi. Np. aparaty teletechniczne i radiowe, elektryczne, mechaniczne i optyczne pomiarowe, fotograficzne, kinowe, lornetki, instrumenty astronomiczne itp.

Określenie takie wprawdzie nie obejmuje wszystkich rodzajów przedmiotów konstruowanych i produkowanych wg zasad techniki drobnych konstrukcji, jednak zdaje się być dość trafne i obejmujące większość tych rodzajów.

Uwagi ogólne o konstrukcjach. Podobnie jak w budowie maszyn, w technice drobnych konstrukcji gotowy do użytku przedmiot składa się z podzespołów, a te znowu z podstawowych elementów — detali. Detale często używane w różnych konstrukcjach, o podobnym kształcie, a różnych wymiarach, zostały znormalizowane, tzn. została narzucona pewna ilość wymiarów zaleconych do stosowania, które można otrzymać na rynku. Normalizacja, zastosowana w praktyce, dała tak wielkie korzyści, że oprócz detali zaczęto normalizować podzespoły, a nawet całe urządzenia.

Przed przystąpieniem do opracowania nowej konstrukcji (w przedsiębiorstwie niezbyt małym)

należy wykonać szereg prac, ujętych w niżej podanym schemacie:

- A. Ustalić dokładnie wszystkie warunki, w jakich konstruowany aparat będzie budowany.
- B. Określić przypuszczalną ilość sztuk przewidywanej produkcji (sztuki pojedyncze, serie, czy produkcja masowa).
- C. Ustalić czy i jakie podobnego typu aparaty są na rynku.
- D. Ustalić jakie zasadnicze zespoły będą potrzebne do produkcji aparatu.
- E. Należy wybrać sposób opracowania wg następujących wytycznych:
 - a. które detale gotowe mogą być użyte do produkcji ze względu na:
 1. specjalne wymagania,
 2. bezpieczeństwo pracy,
 3. trwałość aparatu,
 4. wygodną obsługę,
 5. wykonanie,
 6. cenę,
 - b. w razie gdy podobne aparaty już istnieją, jakie części należy zmienić (oczywiście fabrykaty konkurencyjne muszą być znane ze wszystkimi szczegółami). Nowa konstrukcja musi być co najmniej tak dobra jak dawniejsza i w żadnym wypadku nie może być droższa.
 - c. sprawdzić patenty i wzory, czy przy małym nakładzie pracy i kosztów można je obejść.
- F. Dla wybranego sposobu opracowania należy wyjaśnić dokładnie teoretyczne zestawienie danych zasadniczej budowy wspólnie z wytycznymi konstrukcyjnymi. Należy również w przybliżeniu określić wymiary i zastrzec użycie pewnych materiałów, które ze względów teoretycznych muszą być zastosowane.
- G. Następnie należy zwrócić uwagę na:
 - a. możliwie szerokie zastosowanie materiałów krajowych,
 - b. oszczędność materiałów,
 - c. najkorzystniejsze gospodarcze wykonanie detali ze względu na posiadane urządzenia warsztatów oraz zwrócić uwagę na:
 1. detale normalne ogólne (dostępne na rynku),
 2. detale normalne warsztatowe,
 3. detale, które są lub były używane do innych aparatów, i do których narzędzia są gotowe i odpowiednie do wykonania przewidzianej ilości,
 4. gotowe podzespoły (mechanizmy zegarowe, wyłączniki, przekaźniki, listwy zaciskowe itp.) z własnej lub obcej produkcji,
 5. posiadane urządzenia montażowe i pomiarowe.
 - d. mały ciężar i objętość,
 - e. wygodną obsługę, transport i magazynowanie,

- f. zwartą budowę,
 - g. łatwą manipulację (ustawienie),
 - h. ochronę przeciw mechanicznym uszkodzeniom, przeciwko zakurzeniu, gazom, wodoszczelność, korozji, światła, zmianom temperatury, wpływom pól magnetycznych itp.,
 - i. estetyczny wygląd,
 - k. specjalne wymagania (np. bezszumne działanie),
 - l. opakowanie i transport.
- H. Wykonać rysunki warsztatowe i wyszczególnienie (specyfikacje), konieczne przepisy budowy oraz schematy.
- I. Opracować instrukcje uruchomienia i pracy,
- K. Przygotować ochronę patentową.

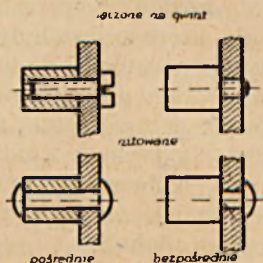
Po zaprojektowaniu konstrukcji należy wykonać fabrykat próbny (wzgl. próbną serię), który musi być poddany próbie trwałości w pracy. Tylko przy próbach okazują się słabe strony konstrukcji. Dopiero po wykonaniu niezbędnych zmian i powtórnej próbie pracy i trwałości może nastąpić wypuszczenie na warszlat większej serii.

Z tego pobieżnego przeglądu prac przygotowawczych do opracowania konstrukcji widzimy już jak wielu różnym wymaganiom musi czynić zadość konstruktor, zwłaszcza przy projektowaniu aparatów w produkcji masowej.

Przed przystąpieniem do omówienia różnych konstrukcji jako całości musimy zapoznać się z jej najprostszymi elementami, które w technice drobnych konstrukcji różnią się znacznie od zasadniczych elementów, znanych z budowy maszyn.

Wobec wielkiej różnorodności elementów, stosowanych w drobnych konstrukcjach, omawianie ich przeprowadzimy działami: 1. elementy łączące, 2. elementy służące do prowadzenia i przeniesienia ruchu, 3. elementy zatrzymujące i regulujące ruchy.

Elementy łączące. Połączenia należą do prac montażowych. Rozróżniamy dwa rodzaje połączeń: bezpośrednie i pośrednie. Pośrednimi nazywamy takie połączenia, przy których dwie lub więcej części połączone są za pomocą śruby lub nitu; bezpośrednimi — gdy np. połączenie uzyskane jest za pomocą czopa gwintowanego lub nitowanego (rys. 1).



Rys. 1. Połączenia.

Najczęściej stosowany jest jednak podział połączeń na rozłączalne i nierozłączalne. Pod połączeniem rozłączalnym rozumie się takie połączenie

dwu lub więcej części, które można rozłączyć bez uszkodzenia, np. połączenia śrubami lub na gwint. Nierozłączalne połączenie natomiast jest wtedy, gdy rozłączenie połączonych części nastąpić może dopiero po uszkodzeniu lub zniekształceniu jednej lub więcej części (np. części nitowane, spawane, kitowane, krępowane, saterowane itp.).

A. Połączenia nierozłączalne. Wybór sposobu połączenia zależy od posiadanych urządzeń oraz od własności wytrzymałościowych materiałów łączonych. Na ogół, a szczególnie przy produkcji masowej stosuje się połączenia nierozłączalne, gdyż są tańsze oraz pewniejsze w działaniu, szczególnie przy wstrząsach, gdzie połączenia muszą być zabezpieczane od niepożądanego samoczynnego rozłączenia. Połączenia nierozłączalne działają wskutek naprężeń wewnętrznych w złączonych detalach, zmiany kształtu detali podczas montażu oraz wskutek stopienia detali.

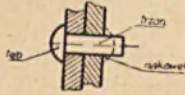
Najczęściej połączenia, oparte na naprężeniach wewnętrznych, wykonuje się sposobem wciskania na gorąco. Np. przy mocno obciążonych łożyskach w aparatach optycznych, gdzie dokładność wskazań w wielkim stopniu zależy od założyskowania, osie są wykonywane ze stali o utwardzonej powierzchni ze specjalnego żeliwa. Żeliwo to znajduje zastosowanie z powodu swojej dużej spójności, dzięki czemu ścieranie jest mniejsze, niż przy zwykłym żeliwie. W celu umocowania łożyska w korpusie aparatu, zewnętrzny wymiar tulejki łożyskowej szlifowany jest z małym nadmiarem, a otwór dla niej wiercony normalnie. Następnie korpus podgrzewa się do około 100°C, a tulejkę oziębia możliwie jak najwięcej (najmniej — 20°C) i składa razem. Po wyrównaniu temperatur do temperatury otoczenia otrzymujemy połączenie bez zarzutu i zupełnie pewne. Poza tym wykonuje się połączenia wciskane na zimno.

Sposoby łączenia za pomocą nadania detalom odpowiedniego kształtu przedstawiają takie nierozłączalne połączenia, przy których kształtuje się część umocowaną odpowiednio do mocującej lub odwrotnie. Np. przy zamocowywaniu części przy odlewach metalowych, wykonywanych sposobem wtryskowym, lub przy zaprasowywaniu w masach plastycznych. Do grupy tych połączeń należą również nitowanie, krępowanie, saterowanie itp. Często przy połączeniach stałych występują poza normalnymi siłami siły dodatkowe, sprzyjające łączeniu, jak np. kurczenie się masy, w której zaprasowywane są części, lub powstawanie zgrubień elementów łączących przy nitowaniu itp.

Przy połączeniach uzyskanych przez stapianie otrzymujemy ściśle połączenie międzycząsteczkowe. W miejscu spawania połączenie jest tak dokładne, że często szlif przekroju pod mikroskopem nie wykazuje śladów linii podziału elementów spawanych. Podobne własności posiadają połączenia lutowane (srebro, cyna, mosiądz i in.).

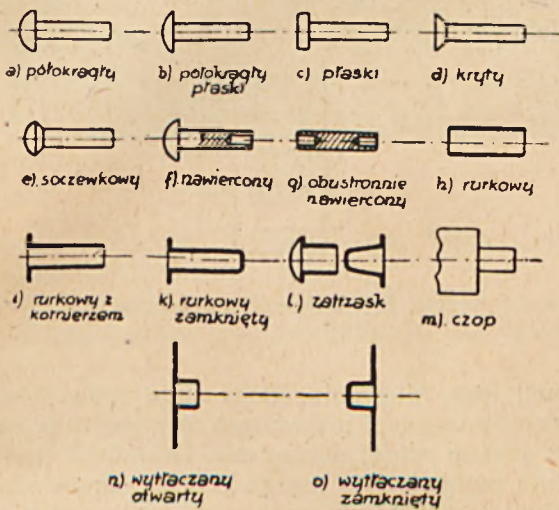
Do grupy tych połączeń należy również kitowanie. Części łączone przy pomocy tego ostatniego sposobu powinny być, o ile to możliwe, jak najwięcej zanurzone w masie łączącej.

1. *Nity.* Pod połączeniem nitowanym rozumie



Rys. 2. Zasada nitowania.

się takie połączenie, w którym wolny koniec nita lub czopa uformowany jest w kształcie nakówki, przy pomocy odkuwania młotkiem, na ręcznej lub mimośrodowej prasie lub specjalnych przyrządach do formowania nakówek.



Rys. 3. Różne rodzaje nitów.

a. *Dane ogólne.* Rys. 3 daje przegląd różnych rodzajów nitów. Widzimy tu zasadniczo dwa typy nitów: pełne i rurkowe. Nity pełne wykonywane są wyłącznie przez prasowanie na prasach automatycznych. Sposób wykonania jest widoczny na rys. 4.



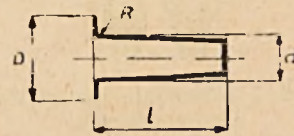
Rys. 4. Sposób wykonywania nitów pełnych prasowanych.

Materiał w postaci drutu przesuwany do oporu o stempel, następnie zaciskają się szczęki formy. Tylna część formy służy jako nożyce obcinające drut na żadaną długość. Stempel cofa się i wracając z dużą szybkością i siłą uderza w wystający koniec drutu, formując łeb według kształtu formy. Nity średnicy trzona do 10 mm wykonywane są na specjalnych maszynach o szybkości uderzeń stempla 60 do 400 na minutę.

Materiał na nity musi być łatwo obrabialny na zimno, aby nie powstawały pęknięcia na zewnętrznej średnicy łba. Do najodpowiedniejszych materiałów należą: miękkie żelazo, miedź, mosiądz, miedź i glin. Nity pełne stosuje się wówczas, gdy wymagana jest duża wytrzymałość szczególnie na wstrząsy. Przede wszystkim służą one do połączeń części metalowych.

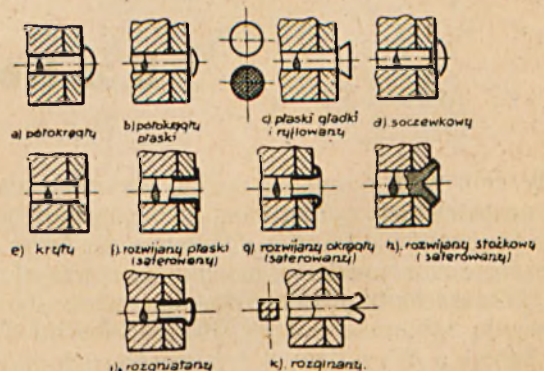
Nity rurkowe stosuje się zawsze tam, gdzie występują niewielkie naprężenia oraz gdy części łączone są słabe. Poza tym nity te służą często jako przepusty dla przewodów.

Rys. 3f i g wskazują nity nawiercane, rys. 3h — nit wykonany z rurki. Wykonania według rys. 3i oraz k najczęściej wykonywane są jako ciągnięte z blachy (nie tożzone) i posiadają trzon lekko zbieżny (stożkowy o zbieżności około 1:25). Średnica nita, według której należy wiercić otwór, musi być mierzona przy łbie. Średnica łba nita rurkowego ciągniętego D posiada wymiar najwyższej 1,5-krotny średnicy trzona; zaokrąglenie kołnierza musi wynosić co najmniej 0,5 mm (rys. 5).



Rys. 5. Nit rurkowy ciągnięty.

Najczęściej stosowane sposoby wykonania nakówek nitów wskazuje rys. 6. O ile to możliwe kształt nakówki daje się taki sam jak łba. Zwykle nakówek posiada nieco mniejszą średnicę niż łeb. Przy nitowaniu części miękkich, np. materiałów izolacyjnych, daje się pod nakówek podkładkę metalową w celu rozłożenia nacisku na większą powierzchnię. Aby zapobiec paczeniu się części nitowanych podkładka musi być co najmniej średnicy łba.



Rys. 6. Różne rodzaje wykonywania nakówek nitów.

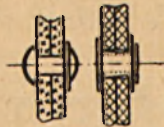
Przy stosowaniu nitów pełnych, części nitowane muszą posiadać dostateczną wytrzymałość, aby mogły przyjąć na siebie siły występujące przy nitowaniu. Naprężenia występują w dwóch miej-

scach, a mianowicie: po stronie nakówka, gdzie uderza stempel oraz wewnątrz otworu, gdzie trzon nita pod działaniem siły zgniatającej pęcznieje i ciśnię na ścianki otworu. Otwory mogą być wiercone i wybijane. Przy tych ostatnich musi być usunięty zadziór. Średnica otworu powinna być dobrana według pasowania ruchowego. Zwykle stosowane tolerancje otworów przy nitach handlowych (prasowanych) podane są w niżej podanej tabelce.

TABELKA

Srednica trzona nita d mm	0,8 — 1,8	2 — 4	4,2 — 7	7,2 — 9
Srednica otworu pod nit d_1 mm	$d + 0,1$	$d + 0,2$	$d + 0,3$	$d + 0,4$

Jeżeli trzon nita jest jednocześnie częścią konstrukcyjną, np. przy czopach nitowanych, które przeważnie są toczone, stosuje się pasowania dokładniejsze.



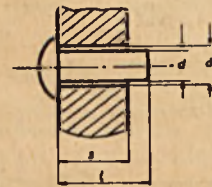
Rys. 7. Nitowanie materiałów niemetalowych.

Przy pomocy nitów rurkowych można łączyć różne materiały, jak np.: skórę, tekturę, filc itp., przy których stosuje się jednak podkładki metalowe z obu stron (rys. 7). Bardzo wygodne są również nity rurkowe przy łączeniu części o powierzchniach polerowanych lub lakierowanych. Służą również do łączenia części metalowych z ceramicznymi (porcelana, kalit itp.), jak również przy nitowaniu dużych gładkich powierzchni blasz-

nych, przy których w razie stosowania nitów pełnych powstają zniszczenia w czasie formowania nakówka przez uderzenie.

Dobranie odpowiedniej długości trzona nita było przedmiotem licznych i długich badań, których wynikiem jest ułożenie tablic. Przykłady takich tablic podane są poniżej. Należy zwrócić uwagę, że podane w tablicach długości są średnimi, wybranymi z wielu prób na różnych materiałach. Przy stosowaniu dużej ilości jednakowych nitów należy w każdym wypadku drogą prób dobrać dokładną długość, która zależy od stosowanych materiałów i dokładności wiercenia otworów pod nit (zapas materiału na wypełnienie luzu między trzonem i otworem przy nitowaniu).

Dokładność połączeń nitowanych zależy jest przeważnie od luzu między trzonem nita i otworem. Oprócz tego, szczególnie przy nitowaniu materiałów miękkich, ważna jest wielkość siły stoso-



Rys. 8. Nit i część z otworem.

wanej przy nitowaniu, która może spowodować skrzywienie części nitowanych, a przez to pogorszyć jeszcze więcej dokładność. Dokładność połączenia można często poprawić przez odpowiednie ułożenie operacji wykonania, np. najpierw należy wykonać nitowanie, a inne operacje, jak: wiercenie, wytaczanie, frezowanie krawędzi itp. wykonujemy biorąc trzon nita jako bazę.

inż. WACŁAW ŻOCHOWSKI

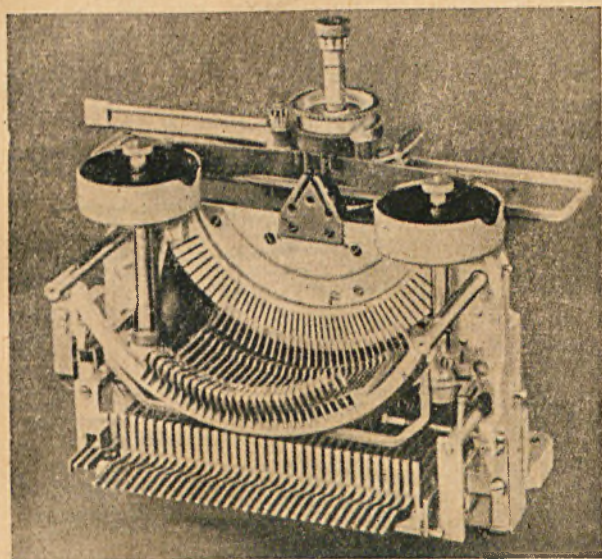
D a l e k o p i s y

(d. c. do str. 64 W. T. Nr 5—6)

W celu wydrukowania znaku, uwarunkowanego nastawieniem odbiornika, odbiornik musi jeszcze uruchomić drukarkę. Odybywa się to w ten sposób, że na krótko przed ukończeniem obrotu tulejki z garbami poziome przedłużenie krótszego ramienia zabieraka b (rys. 26) naciska ku dołowi kabłąk a . Wywołany w ten sposób ruch obrotowy kabłąka a przenosi się za pośrednictwem drążka c na blokującą zapadkę e . W pozycji spoczynkowej zapadka e utrzymuje przesuwaną w kierunku osi część k sprzęgła zębatego w stanie niezazębianym z drugą częścią, która jest umocowana na osi i wiruje stale z osią g drukarki. Przesuwana część sprzęgła jest za pośrednictwem

czterech szponów sprzęgnięta z mimośrodem drukującym h . Wskutek powyżej opisanego ruchu zapadki e ta ostatnia zwalnia przesuwaną mufę d sprzęgła zębatego, przy czym mufa ta pod naciskiem spiralnej sprężyny zostaje przesunięta w kierunku osi i zazębiona z wirującą częścią sprzęgła, jak to uwidoczni rys. 26. Wskutek tego lewa część drukująca wraz z mimośrodem h zostaje porwana na czas jednego obrotu przez stałe wirującą oś g . W końcu obrotu zapadka e , która w międzyczasie powróciła do pozycji spoczynkowej, trafia na skośne wyfrezowanie przesuwanej mufy i przesuwają ją z powrotem do pozycji spoczynkowej, rozłączając w ten sposób obydwie

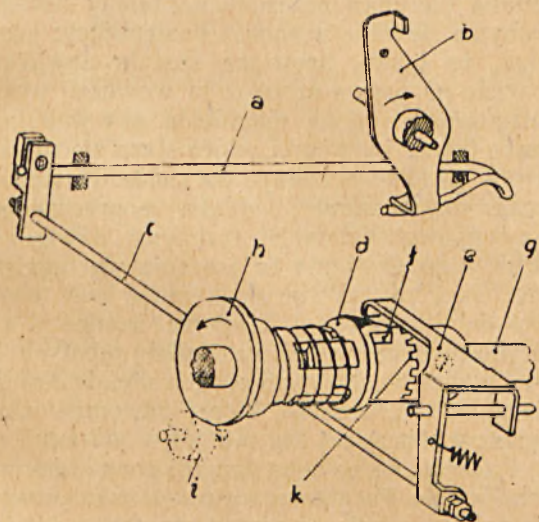
części sprzęgła, które przestają zazębiać się z sobą. Przy końcu obrotu występ f mufy d zostaje zahaczony przez ramię zapadki e, powodując po-



Rys. 25. Drukarka.

wrót mufy wraz z mimośrodem drukującym do stanu spoczynku.

Rollka i, która toczy się po obwodzie mimośrodru drukującego, jest umieszczona na dźwigni,



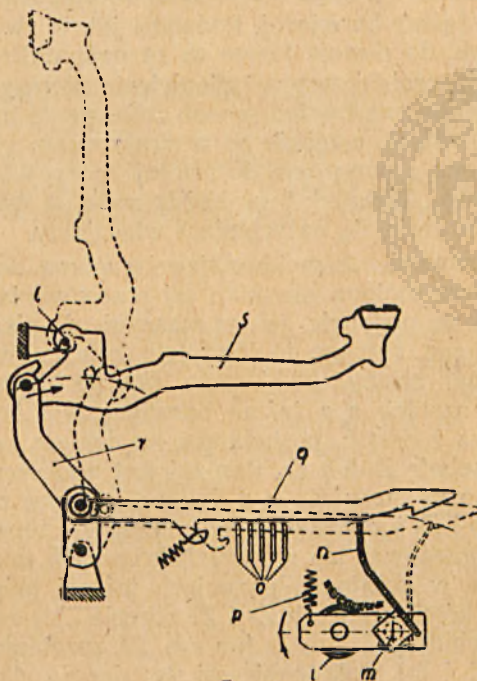
a	kabłak wuzwałający	f	występ
b	zabierak	g	oś drukarki
c	drażek	h	mimośród drukujący
d	mufa przesuwna	i	rolka
e	zapadka blokująca	k	sprzęgło zębate

Rys. 26. Mechanizm uruchamiający drukarkę.

umocowanej na prawym końcu długiej osi m, stanowiącej oś obrotu blachy podchwytywowej n (rys. 27). Wspomniana blacha podchwytywowa jest umieszczona na dłuższej części osi o przekroju czworokątnym, przy czym blacha ta stanowi pa-

sek blaszany, znajdujący się przed szynami wybierakowymi o odbiornika i przebiegający równoległe do nich. Na lewym końcu osi blachy podchwytywowej znajduje się druga dźwignia, o którą jest zaczepiona mocna sprężyna p. Sprężyna ta ciągnie blachę podchwytywą w kierunku do przodu, wskutek czego rollka jest stale dociskana do obwodu mimośrodu drukującego.

Ponad szynami wybierakowymi odbiornika w kierunku do nich poprzecznym są umieszczone drążki pociągowe g (rys. 27), z których każdy za pomocą pośredniczącej dźwigni r łączy się z ramieniem czcionkowym s. Drążki pociągowe za pomocą sprężyn są dociskane do blachy podchwytywowej, która te drążki w pozycji spoczynkowej utrzymuje w małej odległości od szyn wybierakowych. Po rozpoczęciu obrotu mimośrodu drukującego blacha podchwytywowa pod działaniem sprężyny p porusza się w kierunku do przodu. Ponieważ drążki pociągowe w tym miejscu, gdzie spoczywają one na blasze podchwytywowej, są wygięte skośnie ku górze, to podczas ruchu blachy podchwytywowej drążki te opuszczają się ku dołowi aż do oparcia o szyny wybierakowe. Szyny wybierakowe, nastawione uprzednio za pomocą



l	rolka drukowa	p	sprężyna drukarki
l	oś obrotu ramienia czcionki	q	drażek pociągowy
m	oś obrotu blachy podchw.	r	dźwignia pośrednicząca
n	blacha podchwytywowa	s	ramię czcionkowe
o	szyny wybierakowe		

Rys. 27. Przebieg drukowania.

odbiornika, posiadają pionowe nacięcia, które są tak rozmieszczone, że przy każdej nastawionej kombinacji, odpowiadającej nadawanemu znakowi, nacięcia te tworzą kanalik, w głąb którego wpada tylko jeden ściśle określony drążek po-

ciągowy. Drażek ten zostaje wówczas pochwycony za przednią hakowatą część przez blachę podchwytną i pociągnięty w kierunku do przodu (pozycja, zaznaczona na rys. 27 linią kreskowaną). Przy współdziałaniu przynależnej dźwigni pośredniczącej następuje podzrucenie do góry odpowiedniego ramienia czcionkowego i odbicie na taśmie papierowej nadawanego znaku. Podczas dalszego przebiegu następuje powrót blachy podchwytną do pozycji spoczynkowej, zaś wszystkie drążki pociągowe zostają odsunięte od szyn wybierakowych, wskutek czego te ostatnie mogą osiągnąć nowe nastawienie. Ponieważ w czasie, w którym następuje wydrukowanie znaku w sposób powyżej opisany, wszystkie części odbiornika są wolne, to podczas drukowania jednego znaku można już odbierać następny znak (rys. 22).

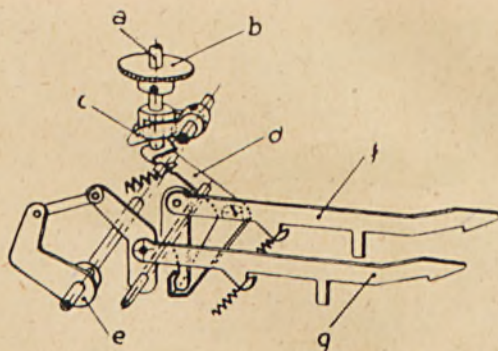
Taśma odbiorcza o szerokości 9,5 mm jest prowadzona za pomocą rolki drukowej, zaopatrzonej w pokrycie gumowe. Za pomocą dwóch rolek, umieszczonych z obydwóch stron miejsca, w które uderza czcionka, taśma papierowa jest na większym łuku dociskana do rolki drukowej.

Barwienie czcionek odbywa się za pomocą normalnej taśmy barwiącej. Podobnie jak w zwykłej maszynie do pisania taśma ta za pośrednictwem ramienia czcionkowego i pierścienia sterującego jest podnoszona i w ten sposób zbliżana do taśmy papierowej, a następnie po wydrukowaniu znaku opada ona z powrotem do swojej pozycji spoczynkowej. Wskutek tego każdy znak po wydrukowaniu staje się natychmiast wiadzialny.

Przesuwanie taśmy barwiącej ruchem skokowym oraz zmiana kierunku jej przesuwania odbywają się podobnie, jak w maszynie do pisania. Urządzenie, służące do tego celu, przedstawione od tylnej strony, uwidocznia **rys. 28**. Każda z dwóch szpułek *a* z taśmą barwiącą jest trwale złączona z osią *b*, posiadająca na dolnym końcu kółko zębate Z_1 lub Z_2 . Poniżej jest umieszczona poziomo oś sterująca *c* z dwoma kółkami zębatymi Z_3 i Z_4 z bocznym uzębieniem. Oś sterująca może przesuwać się w swoich łożyskach tak dalece, że w skrajnych pozycjach tej osi jedno z dwóch kółek zębatych Z_3 i Z_4 zczepia się z kółkiem zębatym Z_1 lub Z_2 (na rys. 28 zazębiają się kółka Z_1 i Z_3). Pokręcanie osi sterującej odbywa się ruchem skokowym za pomocą mechanizmu sterującego, umieszczonego na końcu tej osi i uruchamianego przez oś blachy podchwytną.

Osie szpułek z taśmą barwiącą są umieszczone w rurkach *d*, które mogą być pokręcane i które na górnym końcu są zaopatrzone w pudełka *e*, służące do umieszczania w nich szpułek z taśmą barwiącą. Od strony taśmy papierowej pudełka te są otwarte i posiadają prowadniki *f* dla taśmy barwiącej. Obydwie rurki *d* łączą się ze sobą za pomocą kabłąka poprzecznego *g*, zaczepionego po jednej stronie od przodu, zaś po drugiej stronie od tyłu rurki. Połączenie to jest tak wykonane,

że podczas obrotu jednej rurki druga rurka jest pokręcana w kierunku odwrotnym. W obrocie tym bierze udział dźwignia umiejscawiająca *h*,



a	oś rolki drukowej
b	kółko pokręcające dla pojuwu taśmy
c	widetki
d	dźwignia rozyskowa
e	oś obrotu widetek
f	drażek pociągowy dla cyfr i znaków
g	drażek pociągowy dla liter

Rys. 28. Napęd taśmy barwiącej.

przymocowana do jednej rurki, która pod działaniem sprężyny normalnie wchodzi w jedną z dwóch szczelin *i*, znajdujących się w części *k*.

Zmiana kierunku przesuwania taśmy barwiącej odbywa się więc w sposób następujący: jeżeli przyjąć, że taśma barwiąca została nawinięta całkowicie na prawą szpułkę, to wówczas wskutek działającego dalej ciągnięcia powstaje naprężenie taśmy barwiącej, które stara się otworzyć strony pudełek *e* zbliżyć do siebie. Następuje wówczas uruchomienie kabłąka poprzecznego, pokonywającego działanie sprężyny dźwigni *h*. Wskutek tego dźwignia *h* zostanie wyciągnięta ze szczeliny, zaś oś sterująca może być wtedy swobodnie przesuwana. Ciśnienie pomiędzy zębami zczepionych dotychczas kółek zębatych Z_1 i Z_3 wytwarza na skośnych zębach siłę, działającą w kierunku osi, wskutek której następuje przesunięcie osi sterującej (na rys. 28 w kierunku na lewo) i zczepienie ze sobą drugiej pary kółek zębatych Z_2 i Z_4 . Po przełączeniu kierunku przesuwania taśmy barwiącej prawa szpułka, na którą taśma barwiąca została nawinięta całkowicie, obecnie może obracać się swobodnie. Staje to się powodem ustania działania w taśmie siły ciągnącej, zaś obydwa pudełka, jak również dźwignia umiejscawiająca, poruszają się w kierunku odwrotnym. Przy tym dźwignia umiejscawiająca wchodzi w drugą szczelinę, zapewniając w ten sposób przesuwanie taśmy w kierunku odwrotnym, aż do całkowitego jej nawinięcia na lewą szpułkę.

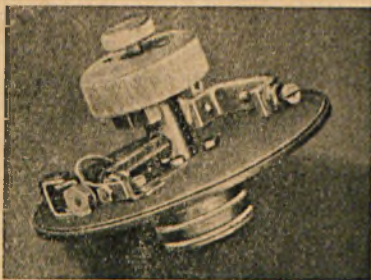
Po wydrukowaniu jednego znaku taśma papierowa przez pokręcenie rolki drukowej o jeden skok zostaje przesunięta dalej. Posuw ten jest ste-

drukarki. Dzwonek ten może służyć do przyzywania urzędnika w miejscu odbiorczym, lub przy prowadzeniu obustronnej rozmowy może służyć jako sygnał zatrzymujący. Ponieważ z zestawienia podanego na rys. 6 wynika, że sygnał dzwonekowy znajduje się po stronie liczb, to drążek pociągowy dla dzwonka może być uruchomiony tylko wówczas, gdy odbiornik uprzednio został nastawiony na cyfry i znaki. Osiąga się to za pomocą blokującej szyny, umieszczonej obok pięciu szyn odbiornika. Szyna ta jest przesuwana i zostaje ona uruchamiana równocześnie ze zmianą na litery lub liczby. Przesuwanie odbywa się za pomocą występów na drążkach pociągowych dla liter i cyfr lub znaków. Przy uruchamianiu drążków pociągowych występy te trafiają na skośną płaszczyznę szyny. Przesunięcie wlewo blokującej szyny powoduje zwolnienie drążka pociągowego dla dzwonka i zablokowanie drążka pociągowego dla litery „J”. Przesunięcie w prawo tej szyny zwalnia drążek pociągowy dla litery „J” oraz blokuje drążek dla dzwonka.

Napęd i regulacja liczby obrotów

Silnik napędowy stosownie do napięcia sieci może być wykonany jako silnik synchroniczny, bocznikowy lub szeregowy. Zużycie mocy przy napędzaniu aparatu wynosi około 100 W.

W wypadku sieci prądu zmiennego o dostatecznie dokładnej i stałej częstotliwości silnik synchroniczny utrzymuje z wymaganą dokładnością liczbę obrotów. Przy silnikach kolektorowych na osi silnika znajduje się regulator liczby obrotów (rys. 31), który utrzymuje stałą liczbę obrotów



Rys. 31. Regulator liczby obrotów.

niezależnie od wahań napięcia sieci i obciążenia. Regulator ten zawiera styk, na który oddziałuje siła odśrodkowa. Przy przekroczeniu określonej liczby obrotów styk ten otwiera się i włącza dodatkowy opór w obwód twornika, zmniejszając w ten sposób prąd w tworniku i w związku z tym liczbę obrotów silnika. W skutek spadku liczby obrotów następuje ponowne zamknięcie styku i t. d. W rzeczywistości zamykanie i otwieranie styku regulatora następuje po sobie tak szybko, że silnik osiąga pewną określoną i prawie stałą

liczbę obrotów. Tę liczbę obrotów można z łatwością zmieniać przez zmianę naciągu sprężyny, przeciwdziałającej sile odśrodkowej, która działa na ramię stykowe. Nastawianie liczby obrotów odbywa się za pomocą śruby nastawczej, umieszczonej na przedłużeniu osi silnika, przez pokręcanie maletowanego naśrubka. Nastawianie to może być wykonywane podczas pracy silnika.

Do nastawiania i kontroli liczby obrotów służą widelki strojowe (rys. 32) w połączeniu z podział-

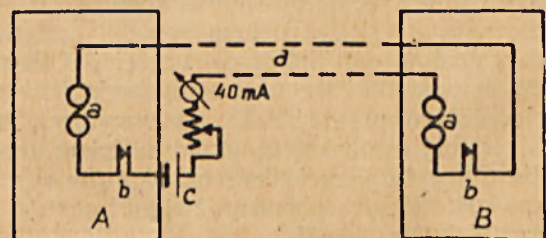


Rys. 32. Widelki strojowe.

ką na obwodzie osłony regulatora. Po pobudzeniu widelki do drgań za pomocą uderzenia obserwuje się podziałkę regulatora przez okienko, utworzone przez dwie blaszki, przymocowane do ramion widelki. Przy właściwej liczbie obrotów stroboskopowy obraz podziałki regulatora stoi nieruchomo.

Połączenia aparatów podczas pracy.

Najprostsze połączenie dwóch aparatów podczas pracy przedstawia rys. 33. Nadajniki i od-



a	odbiornik
b	nadajnik
c	batena liniowa
d	linia dalekościowa

Rys. 33. Najprostsze połączenie dwóch aparatów.

biorniki obydwóch aparatów są w obwodzie baterii telegraficznej połączone szeregowo. Obwód ten zamyka się za pomocą dalekosiężnej linii dwuprzewodowej, lub za pomocą linii jedнопrzewodowej i ziemię. W razie potrzeby natężenie prądu liniowego reguluje się opornikiem regulacyjnym do wartości 40 mA.

Przy wzajemnym komunikowaniu się obydwóch aparatów wystarcza więc umieszczenie

tylko z jednej strony źródła prądu. W wypadku linii długiej, a w szczególności w wypadku przyłączenia do telegrafii podakustycznej, i do telegrafii na prąd zmienny, praca aparatów odbywa się w innym układzie, w którym nadajnik steruje przekaźnik nadawczy, zaś elektromagnes odbiornika jest uruchamiany przez przekaźnik odbiorczy w obwodzie miejscowym.

inż. inż. J. ODERFELD i M. DANYSZ

Zagadnienie wykorzystania energii atomowej na skalę techniczną

1. POJĘCIA WSTĘPNE.

1. Równoważność energii i masy.

W roku 1905 Einstein stwierdził równoważność energii i masy oraz podał, że współczynnikiem tej równoważności jest kwadrat szybkości światła ($E = m \cdot c^2$). Proste przeliczenie oparte na tej zasadzie wykazuje, że jeden kilogram materii jest równoważny 25 miliardom kilowatogodzin energii. Materia jest więc niesłychanie skoncentrowaną postacią energii i można twierdzić, że z chwilą, gdy człowiek znajdzie metody pozwalające wykorzystywać na techniczną skalę zasoby energii, ukryte w materii, to zagadnienia energetyczne będą dla ludzkości po wszystkie czasy rozwiązane.

Wydawało się jednak i sam Einstein nawet tak przypuszczał, że chwila ta jest bardzo jeszcze odległa.

Gwałtowne postępy, poczynione w ostatnich czasach w dziedzinie fizyki atomowej pozwalają traktować to zagadnienie bardziej optymistycznie.

2. Schemat budowy atomu.

Zgodnie z przyjętym obecnie punktem widzenia — atom składa się z małego, ciężkiego jądra o średnicy około 10^{-12} cm, wokół którego, w pustym obszarze o średnicy przewyższającej dziesiątki tysięcy razy średnicę jądra, wirują elektrony na podobieństwo planet układu słonecznego. Normalnie jądro posiada dodatni ładunek elektryczny, równy sumie ujemnych ładunków wirujących elektronów, tak że ładunek atomu jako całości jest równy zeru. Cała prawie masa atomu skupiona jest w ciężkim jądrze, gdyż elektrony są blisko 2000 razy lżejsze od najlżejszego jądra atomowego.

Właściwości fizyczne i chemiczne pierwiastków zależą prawie wyłącznie od liczby elektronów otaczających jądra ich atomu, a więc od wielkości dodatniego ładunku jądra. Natomiast masa jądra decyduje o ciężarze atomowym pierwiastka. Przy-

jęto określać pierwiastki zależnie od wielkości ładunku jądra. Gdy atomy pewnego pierwiastka, posiadając jednakowe ładunki, mają różne masy jąder — mówimy, że pierwiastek posiada izotopy lżejsze i cięższe. Stwierdzono, że większość pierwiastków występujących w przyrodzie posiada izotopy.

3. Schemat budowy jądra i energia wiązania.

Ładunek jądra „Z” określa pierwiastek. Chcąc jednak wiedzieć, o który izotop pierwiastka „Z” idzie — musimy znać masę jądra „A”. Obie liczby: „A” i „Z” określają ściśle rodzaj atomu. Ciężary atomowe pierwiastków są z dużą dokładnością całkowitą wielokrotnością masy atomu wodoru, w związku z czym przyjmujemy obecnie, że jądra atomowe zbudowane są z całkowitej ilości jąder atomów wodoru — tzn. protonów oraz z cząstek o masie prawie równej masie protonu, ale pozbawionych ładunku — tzn. neutronów.

Znając dokładnie masę protonu m_p oraz neutronu m_n możemy teoretycznie obliczyć jaką masę powinno posiadać jądro określone liczbami A i Z. Będzie ono zbudowane z A cząstek elementarnych, z tego będzie posiadać Z protonów (bo Z ładunków dodatnich) i resztę $(A - Z)$ neutronów. Masa jądra powinna więc wynieść $Z \cdot m_p + (A - Z) m_n$. Okazuje się jednak, że masy wszystkich jąder atomowych są nieco mniejsze od tych teoretycznie obliczonych wielkości. Fakt ten tłumaczymy, zakładając że przy tworzeniu się jądra (A, Z) z neutronów i protonów zostaje wydzielona energia i reakcja przebiega egzotermicznie. Ilość wydzielonej energii określa nam, jak silnie elementy powstałego jądra zostały powiązane ze sobą — jest to tak zwana energia wiązania. Ponieważ jednak energia jest równoważna materii, więc wydzieleniu energii musi towarzyszyć ubytek masy. Czym silniej więc jądro jest związane w całość, tym większy musi być ubytek masy w porównaniu z wielkością teoretycznie obliczoną.

Należy podkreślić, że dane doświadczalne całkowicie potwierdziły słuszność tych założeń.

4. Teoretyczne możliwości wyzwolenia energii wiązania.

Dokładne pomiary mas atomowych pozwoliły na obliczenie energii wiązania różnych atomów. Okazało się, że najsilniej związane są jądra atomów o ciężarach pośrednich ($A = 60 - 80$), a słabiej jądra lekkie i bardzo ciężkie. Oczywiście wszystkim przemianom jądrowym, w których jądra słabiej związane przekształciłyby się w jądra silniej związane, towarzyszyłoby wydzielanie ogromnych ilości energii i związany z tym ubytek masy. Teoretycznie przewidzieć można trzy typy reakcji jądrowych, w których materia zostaje częściowo zamieniona na energię — a mianowicie:

- a) reakcje syntezy jąder złożonych z elementarnych składników, protonów i neutronów,
- b) reakcje syntezy jąder o ciężarach pośrednich z jąder lekkich słabiej związanych,
- c) reakcje rozbitcia, (rozszczenia) jąder bardzo ciężkich na jądra o ciężarach pośrednich.

II. REAKCJE JĄDROWE.

1. Sposób wywoływania reakcji jądrowych.

Przemianę, w której jądro atomu, czy to samorzutnie, czy też pod wpływem jakiejś przyczyny zewnętrznej, przekształca się na nowe jądro, różniące się od poprzedniego, nazywamy reakcją jądrową. W wypadku przemiany samorzutnej, będziemy mieli do czynienia z jądrami atomów ciał promieniotwórczych — istnieje jednak cały szereg reakcji jądrowych, w których jądra atomów przekształca się sztucznie. Zasada wszystkich tych reakcji polega na celnym trafieniu jądra atomu odpowiednim pociskiem. Jako pocisków, wywołujących przemiany jądrowe, używa się: neutronów, protonów, deutonów (jąder ciężkiego izotopu wodoru), cząstek α (jąder atomów helu) oraz fotonów, rzadziej zaś cząstek cięższych. Wobec niezmiernie małych rozmiarów jąder atomowych, nie może być oczywiście mowy o celowaniu. Strzelamy na ślepo w rojowisko jąder atomowych pierwiastka poddawanego bombardowaniu. Prawdopodobieństwo skutecznego trafienia jest na ogół bardzo niewielkie i bardzo wiele amunicji tracimy bezużytecznie. W niektórych sztucznie wytwarzanych reakcjach wyzwalałyby, w wypadku skutecznego trafienia jądra, ogromne ilości energii — tym nie mniej ogólny bilans energetyczny doświadczeń był do niedawna całkowicie deficytowy. Energia potrzebna na wystrzelenie odpowiednich pocisków bombardujących przewyższała wobec niecelności ognia wielokrotnie energię otrzymywaną przy celnych trafieniach.

Reakcje jądrowe stanowiły przedmiot badań laboratoryjnych i wydawało się, że chwila wyko-

rzystania ich na skalę techniczną jest jeszcze bardzo odległa.

2. Uran pod ostrzałem neutronowym.

Nowe zupełnie perspektywy w tej dziedzinie powstały z chwilą ukazania się prac o bombardowaniu uranu pociskami neutronowymi. Zachodzące w tym wypadku procesy są bardzo złożone — to też ograniczymy się do krótkiego omówienia zjawisk najbardziej nas interesujących.

Głównymi składnikami występującego w przyrodzie uranu są w 99,3% ciężki izotop U_{238} oraz w 0,7% lżejszy izotop U_{235} . Pociski neutronowe trafiając jądra uranu, mogą powodować cały szereg reakcji jądrowych. Część trafionych jąder uranowych eksploduje, rozrywając się na dwa odłamki, będące jądrami atomów o ciężarach pośrednich (trzeci typ reakcji omawianej pod I.4). Eksplozji tej towarzyszy wydzielanie ogromnych ilości energii. Prócz dwóch nowych jąder z rozrywającego się atomu zostaje wyrzuconych kilka neutronów o znacznych energiach kinetycznych. Reakcja tego typu została nazwana reakcją rozszczepienia. Stwierdzono ponadto, że wydajność tej reakcji jest szczególnie duża przy bombardowaniu lżejszego izotopu uranu U_{235} przez powolne neutrony. Inaczej przebiega reakcja w wypadku trafienia jądra ciężkiego izotopu U_{238} neutronem. Tym razem część trafionych jąder pochłania niejako neutron i tworzy nowe jądro cięższe o jednostkę, nowy izotop uranu U_{239} . Nowe jądro jest jednak nietrwałe, po pewnym czasie eksploduje samorzutnie, wyrzucając ujemny elektron, a tym samym powiększając swój dodatni ładunek o jednostkę. Powstaje więc jądro nowego pierwiastka o ładunku jądra 93 (ładunek jądra uranu wynosi 92). Jest to jądro atomu nieznanego na ziemi pierwiastka nazwanego neptunem. Jądra neptuna okazują się również nietrwałe i eksplodując przy wyrzuceniu elektronu przekształcają się w jądra nowego pierwiastka plutonu, nie występującego również na ziemi, o ładunku jądra 94. Stwierdzono wreszcie, że jądra plutonu bombardowane neutronami podlegają rozszczepieniu podobnie jak jądra uranu U_{235} , z wydzieleniem kilku neutronów i ogromnych ilości energii.

3. Reakcje łańcuchowe

Pomijając ogromne znaczenie teoretyczne, jakie dla rozwoju nauki posiada dziedzina przemian jądrowych, dla techniki otwiera ona zupełnie nowe, niespodziewane możliwości. Z jednej strony reakcje jądrowe spełniają dawne marzenia alchemików o przemianie pierwiastków, z drugiej — mogą stać się źródłem niewyczerpanych praktycznie zasobów energii. Potencjalnie są one kluczem do pełnego rozwiązania zagadnień surowcowych i energetycznych.

Aby jednak od potencjalnych możliwości przejść do realizacji, koniecznym było zmienić skalę dokonywanych reakcji z laboratoryjnej na techniczną. Kosztowne aparaty, dostarczające pocisków atomowych w laboratoriach, wystarczają na wytworzenie w przemianach jądrowych mikrogramów lub części mikrogramów nowych substancji. Pełny bilans energetyczny tych przemian był zawsze deficytowy. Z tych też względów proste uwielokrotnienie przemian laboratoryjnych nie mogło się stać rozwiązaniem w skali technicznej.

Rozszczepienie uranu pozwoliło podejść do zagadnienia z innej strony. Przyczyną eksplozji atomu uranu jest bowiem neutron, a jednocześnie sama eksplozja dostarcza nowych neutronów. Dopuszczalna stawała się więc koncepcja stworzenia takich warunków, by raz zapoczątkowana w masie uranu reakcja rozszczepienia biegła dalej samorzutnie, podtrzymywana neutronami pochodzącymi już z samych eksplozji. Odpadłaby wtedy konieczność stosowania dodatkowych źródeł pocisków bombardujących, bilans energetyczny przemiany stałby się dodatni i przejście od skali laboratoryjnej do technicznej — możliwe.

Omawiany rodzaj reakcji jądrowych nazwano reakcją łańcuchową. Zanalizujemy pokrótce warunki, od których zależy możliwość zawiązania i podtrzymywania się reakcji łańcuchowej w masie uranu. Sprawa zawiązania się reakcji nie przedstawia żadnych trudności. Rolę zapalnika dla rozniecenia ognia atomowego grać tu może neutron przypadkowy, pochodzący czy to od promieni kosmicznych czy wywołany innymi przyczynami, względnie słabe źródło sztuczne pocisków neutronowych. Z chwilą powstania pierwszej eksplozji jądra uranowego, oczywiście warunkiem koniecznym dla samoczynnego podtrzymania się reakcji jest, aby neutrony powstałe z eksplozji mogły wywołać nowe eksplozje — by zarzewie ognia atomowego zaczęło się rozpalać. Ilościowo zagadnienie to ujmniemy wprowadzając współczynnik K , określający nam w każdej chwili stosunek ilości powstających nowych pocisków neutronowych do ilości pocisków neutronowych opuszczających środowisko reakcji. Jeśli zajdzie wypadek $K > 1$ to ilość neutronów przebiegających w masie uranu będzie wzrastała, ogień atomowy będzie się rozpalał. Wielkość współczynnika K zależy od prawdopodobieństwa takiego trafienia atomu uranu przez neutron, by wywołać rozszczepienie. K wzrasta ze wzrostem tego prawdopodobieństwa. Okazuje się, że prawdopodobieństwo to zależy od szybkości, z jaką porusza się neutron i że jest szczególnie duże dla powolnych neutronów trafiających jądra lekkiego izotopu uranu U_{235} . Ponadto zależy jeszcze oczywiście od długości drogi, jaką przebiega pocisk neutronowy w masie uranu oraz od możliwości pochłonięcia neutronu podczas przebiegu w uranie przez inne ato-

my. Aby więc możliwie powiększyć wsp. K należy stworzyć takie warunki, aby powstające przy eksplozji nowe szybkie neutrony były możliwe prędko przyhamowane i dużą część drogi w uranie przebiegały z małymi szybkościami. Ponadto należy dać dostatecznie duże wymiary masie uranu — by drogi neutronów nie były za krótkie. Wreszcie należy usunąć wszelkie zanieczyszczenia, zwłaszcza takie, które łatwo chłoną neutrony.

Zagadnienie hamowania nowopowstających neutronów zostało rozwiązane przez zastosowanie tzw. moderatorów, substancji, które szczególnie silnie hamują szybkość neutronów. Moderatory te muszą być rozmieszczony w masie uranu. Warunek, aby droga, przebiegana przez neutron nie była za krótka, jest równoznaczny ze stwierdzeniem że reakcja łańcuchowa jest możliwa dopiero począwszy od pewnych wymiarów krytycznych masy uranu. Wreszcie sprawa pochłaniania neutronów przez pasożytnicze jądra pociąga za sobą konieczność bardzo dokładnego usunięcia zanieczyszczeń z masy uranu i moderatora. Okazało się, że powyższe warunki mogą być spełnione nie tylko dla czystego izotopu uranu U_{235} i plutonu, który zachowuje się podobnie, lecz również dla normalnego uranu, zawierającego zaledwie 0,7% U_{235} . Oczywiście reakcja łańcuchowa znacznie łatwiej zawiązuje się w masie czystego U_{235} względnie plutonu i odpowiadają jej znacznie mniejsze wymiary krytyczne. Ponieważ prace nad wyzwoleniem energii atomowej były w pierwszym rzędzie prowadzone pod kątem widzenia zastosowań wojskowych, więc sprawa wymiarów krytycznych była bardzo istotna. Z tego względu badania zostały skierowane w dwóch kierunkach: wyprodukowania czystego plutonu na skalę techniczną oraz otrzymania czystego, lżejszego izotopu U_{235} .

III. ODDZIELANIE IZOTOPÓW URANU.

1. Uwagi ogólne

Jak wspomniano w poprzednim rozdziale szczególnie intensywnym źródłem energii atomowej jest izotop U_{235} , którego zawartość w uranie naturalnym wynosi 7 kg na 1 tonnę mieszaniny. Ta niska koncentracja nie stanowi sama przez się szczególnie trudnego zadania, gdyż technika współczesna z łatwością wyluskuje cenne składniki z dużo uboższych mieszanin. Dla przykładu wspomniemy chociażby o produkcji złota, które w sposób dostatecznie ekonomiczny wydziela się z mieszanin, zawierających zaledwie kilkanaście gramów na tonnę. W przypadku uranu trudność jest innego rodzaju. U podstawy każdej metody rozdzielania leży bowiem wybór cechy, rozróżniającej składniki. Im różnice są wyraźniejsze, tym praca łatwiejsza. Aby zagadnienie lepiej zrozumieć, sięgnijmy do przykładu z dziedziny zupeł-

nie odmiennej. Wyobraźmy sobie mianowicie, że policja szuka przestępcy. Jeśli wiadomo, że jest to mężczyzna wysoki, łysy i, powiedzmy, zezowaty — zadanie policji nie będzie szczególnie trudne. Jak postąpić jednak, jeśli główną cechą wyróżniającą będzie tylko muzykalność przestępcy, wyższa nieco ponad przeciętny poziom?

Podobnie przedstawia się sprawa izotopów uranu. Są one tak bliźniaczo podobne, że zawodzą popularne metody rozdziału technicznego, jak wysoka lub niska temperatura, rozpuszczanie, traktowanie odczynnikami chemicznymi itp. Praktycznie biorąc, jedyną cechą znamioną izotopów uranu jest subtelna (rzędu 1%) różnica w ciężarze atomów obu gatunków i na niej opiera się technika rozdziału.

Używane metody, zastosowane na większą skalę w U.S.A. w latach 1940—1944 rozpadają się na dwie grupy: statystyczne i indywidualne.

2. Metody statystyczne

Ustalmy naprzód kilka pojęć, którymi wypadnie nam się posługiwać. Jeśli stosunek ilości atomów jednego gatunku do ilości atomów drugiego wynosił przed zabiegiem $n_1 : n_2$, a po zabiegu $n_1' : n_2'$, to współczynnikiem wzbogacenia nazwiemy stosunek:

$$r = \frac{n_1' \cdot n_1}{n_2' \cdot n_2}$$

Jeśli materiałem wyjściowym ma być naturalny uran, w którym stosunek $n_1 : n_2 = 1 : 140$, zaś końcowym — mieszanina o zawartości 90% U_{235} , czyli o stosunku $n_1' : n_2' = 9 : 1$, współczynnik wzbogacenia musi wynieść:

$$r = \frac{9}{1} : \frac{1}{140} = 1260$$

Najdawniejszy sposób rozdziału izotopów polega na dyfuzji gazów, która opiera się na tym,

że w mieszaninie 2-ch gazów o różnych ciężarach cząsteczkowych — cząsteczki lżejszego gazu są ruchliwsze i szybciej przenikają przez porowate ściany komory dyfuzyjnej. Zatem gaz, który przeszedł przez ścianę będzie bogatszy w składnik lżejszy. Jest rzeczą oczywistą, że to wzbogacenie zależy od czasu trwania dyfuzji, gdyż stopniowo gaz przed przegrodą staje się coraz uboższy. Mamy do wyboru — albo przerwać dyfuzję we wczesnym stadium i otrzymać dobrą jakość produktu kosztem małej ilości, lub odwrotnie. W praktyce przepuszcza się przez przegrodę około 50% gazu, którym w przypadku uranu jest sześćciofluorek uranowy. Ze względu na bardzo drobną różnicę ciężarów cząsteczkowych obu izotopowych odmian tego gazu (352 i 349) współczynnik wzbogacenia w jednym stopniu wynosi zaledwie 1,003. Daleka droga dzieli tę liczbę od obliczonego wyżej stosunku 1260. Łatwo sprawdzić, że stosowanie tylko dyfuzji gazowej wymagałoby 2300 stopni. Zespół taki nosi nazwę kaskady. Z ilością stopni łączy się ilość gazu, konieczna do prowadzenia procesu na skalę fabryczną. Gdyby gaz przechodził tylko raz przez porowatą ścianę każdego stopnia dyfuzyjnego, stosunek ilości gazu w pierwszym stopniu do ilości gazu, wychodzącej z ostatniego stopnia kaskady — wynosiłby niewyobrażalnie wielką liczbę $(2)^{2300}$. Byłoby to jednocześnie zupełnym nonsensem gospodarczym, bo nawet zubożony gaz wyższych stopni dyfuzyjnych zawiera w sobie mnóstwo cennego składnika. Stosuje się zatem metodę obiegów zamkniętych i zubożony gaz z wyższych stopni kaskady odprowadza się z powrotem do stopni niższych. Tym nie mniej obliczenia i doświadczenia wykazują, że przez pierwszy stopień kaskady trzeba przelaczać 100.000 razy więcej gazu, niż przez ostatni, i że „czas rozruchu“ kaskady, to znaczy czas pomiędzy wprowadzeniem gazu do pierwszej stopnia kaskady i otrzymaniem pierwszej porcji wzbogaconego gazu z ostatniego stopnia wynosi kilka tygodni a nawet miesięcy.

c. d. n.

Adres Redakcji i Administracji: **Warszawa, Nowogrodzka 45, III p., telef. 871-70.**

Konto: „Przegląd Telekomunikacyjny“, PKO w Warszawie Nr. I 4430 oraz **rachunek miejscowy Nr. 9 W-wa 1.**
Sekretariat czynny codziennie od godz. 9 do 14.

WARUNKI PRENUMERATY:

Rocznie	ZŁ. 250.—
Kwartalnie	ZŁ. 70.—
Pojedynczy numer	ZŁ. 25.—

Redaktor: inż. Henryk Kowalski.

Wydawca: Sekcja Telekomunikacyjna SEP.

Zakł. Graf. „Książka“, Warszawa, Smolna 12. B-14372.