

Prof. Dr. Inż. TADEUSZ URBĄSKI
Politechnika Warszawska

Kształcenie inżynierów chemików za granicą i na Politechnice Warszawskiej

(Według referatów wygłoszonych dnia 2 maja 1937 r. na I-szym Zjeździe Inżynierów Chemików w Warszawie).

Olbrzymi rozwój wielkiego przemysłu chemicznego tak znamienity dla doby obecnej, ściśle związany jest z wielkimi postępami w dziedzinie konstrukcji aparatury chemicznej.

Z postępu tego wyłoniła się konieczność usystematyzowania danych o aparaturze chemicznej i stworzenia nowej gałęzi wiedzy — inżynierii chemicznej, czyli nauki o tej aparaturze.

Realizacja w skali przemysłowej reakcyj pod wielkimi ciśnieniami, reakcyj kontaktowych, zastosowanie przeróżnych tworzyw kwasoodpornych, nowoczesne metody rektyfikacji i destylacji — oto kilka zaledwie, olbrzymich w swym zasięgu przykładów dziedzin przemysłu chemicznego, w których inżynieria chemiczna miała tak wiele do powiedzenia i jest jednym z najważniejszych czynników, umożliwiających dalszy ich rozwój.

Powstanie tej nowej nauki pociągnęło za sobą oczywiście konieczność objęcia jej programem wyższych uczelni technicznych. Stało się bowiem jasne, że sama nauka chemii teoretycznej nie wystarcza do wykonania zawodu inżyniera chemika, szczególnie w wielkich fabrykach, posiadających potężne urządzenia nowoczesnej aparatury chemicznej.

Również było jasne, że znajomości funkcjonowania tej aparatury nie można wymagać od inżyniera — konstruktora, mechanika.

Stało się konieczne stworzenie typu inżyniera chemika, który będąc chemikiem posiadałby znaczny zasób wiadomości inżynierskich, albo też wykształcenie inżyniera-konstruktora o znacznym zasobie wiadomości w dziedzinie chemii (a więc wykształcenie w zakresie inżynierii chemicznej).

Wyższe uczelnie zagraniczne posiadają też rozmaite kierunki nauczania inżynierów chemików.

Pod względem programu możemy uczelnie te podzielić na 3 grupy:

I-sza grupa daje podstawowe wykształcenie inżynierskie; na wyższych semestrach do przedmiotów tych dołącza się przedmioty chemiczne i szczególny nacisk kładzie się na naukę o aparaturze chemicznej. Do grupy tej należą: wydział inżynieryjno-chemiczny Massachusetts Institute of Technology w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, sekcja inżynieryjno-chemiczna wydziału mechanicznego politechniki w Karlsruhe, sekcja

fizyki technicznej wydziału ogólnego politechniki w Monachium.

II-ga grupa daje podstawowe wykształcenie chemiczne z dodaniem znacznej ilości nauk inżynieryjnych. Do grupy tej należą wydziały chemiczne większości politechnik niemieckich.

III-cia grupa obejmuje te uczelnie, które dają przede wszystkim wykształcenie chemiczne-teoretyczne, natomiast w bardzo małym stopniu technologiczne i inżynieryjne. Do grupy tej należą pewne wydziały politechnik niemieckich. Odpowiada jej też większość programów studiów chemicznych w Anglii i Francji.

Politechnika Warszawska przewiduje program w zasadzie zajmujący miejsce pośrednie między grupą I-szą i II-gą.

Rozpatrzmy program nauczania chemii według wszystkich trzech grup, w postaci takiej, jakie przyjęła politechnika (Technische Hochschule) w Karlsruhe. Politechnika ta daje bowiem możliwość kształcenia chemików w dowolnym — spośród tych trzech — kierunku.

I. Charakter najbardziej inżynieryjny (grupa I-sza według naszej klasyfikacji) posiada oddział inżynierii chemicznej na wydziale mechaniki i elektrotechniki.

Cechą charakterystyczną programu tych studiów jest to, że pierwsze dwa lata są wspólne z wydziałem mechanicznym. Jedyna różnica w porównaniu z wydziałem mechanicznym polega na tym, że poświęcający się studiom inżynierii chemicznej mają na IV semestrze ćwiczenia z chemii.

Program obejmuje więc następujące przedmioty:

W I-szym roku: matematyka, geometria wykreślna, fizyka, mechanika, chemia nieorganiczna, budownictwo, budowa maszyn I i II, dźwigi, maszyny tłokowe, kreślenie techniczne, części maszyn, technologia mechaniczna.

W II-gim roku: matematyka, fizyka, mechanika, chemia nieorganiczna z ćwiczeniami, wstęp do chemii organicznej, budowa maszyn III i IV turbiny, narzędzia, części maszyn, techniczna termodynamika, maszynoznawstwo, elektrotechnika.

W III-im i IV-ym roku studiów program jest odrębny od programu wydziału mechanicznego

i daje obszerniejsze wiadomości chemiczne obok dalszego ciągu nauk inżynierskich.

Na III-cim roku studiów wykładane są następujące nauki inżynierskie: kotły parowe, techniczna termodynamika (dalszy ciąg), ćwiczenia w laboratorium maszyn oraz specjalny kurs o aparaturze chemicznej.

Przedmioty chemiczne: chemia fizyczna z ćwiczeniami, dalszy ciąg ćwiczeń z chemii nieorganicznej, chemia techniczna z ćwiczeniami.

Poza tym wykładana jest nauka o gospodarce.

W ciągu IV roku student zapoznaje się z silnikami spalinowymi, elektrotechniką i w dalszym ciągu z aparaturą chemiczną. Z przedmiotów chemicznych: w dalszym ciągu z chemią techniczną z ćwiczeniami. Uzupełnienie wiadomości z technologii chemicznej osiąga się za pomocą tzw. colloquium (tj. seminarium) chemiczno-technicznego, poza tym student obiera sobie dowolną technologię chemiczną: np. wody, paliwa, szkła, środków spożywczych, metaloznawstwa, analizę techniczną.

Na zakończenie studiów wykonywuje się pracę dyplomową. Może to być praca laboratoryjna z dziedziny technologii chemicznej albo w laboratorium maszyn lub też szczególnie często wykonywane bywają duże projekty z dziedziny aparatury chemicznej.

System takich studiów dał już (według źródeł niemieckich) doskonałe wyniki w wielkim przemyśle chemicznym, posiadającym wielkie i skomplikowane urządzenia fabryczne.

II. Program wydziału chemicznego politechnik w Karlsruhe nie różni się w zasadzie od programu większości wydziałów chemicznych politechnik (Technische Hochschule) niemieckich. Zakwalifikowujemy go do programów II-ej grupy, według naszego podziału.

Program obejmuje:

W I-m roku — chemię nieorganiczną z ćwiczeniami, analizę jakościową, wstęp do chemii organicznej, fizykę I i II, matematykę ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania jej w chemii, poza tym do wyboru: botanikę albo krystalografię z mineralogią.

Z przedmiotów technicznych w I roku program przewiduje jedynie kreślenia techniczne.

W II-m roku student słucha wykładów uzupełniających z różnych działów chemii nieorganicznej, chemii organicznej (I), dalszego ciągu fizyki (cz. III) z ćwiczeniami. Odrabia ćwiczenia z analizy ilościowej. Rzuca się w oczy brak przedmiotów inżynierskich, z którymi studenci zapoznają się dopiero na III-m roku z okazji nauki o aparaturze chemicznej.

III-ci i IV-ty rok obejmuje następujące przedmioty: dalszy ciąg chemii organicznej (II) wraz z preparatyką organiczną, chemię fizyczną z ćwiczeniami, tzw. colloquium ogólne chemiczne (tj. seminarium), chemię techniczną i wspomnianą wyżej naukę o aparaturze chemicznej.

Poza tym studenci według wyboru mogą przy końcu studiów (na IV-m roku) wysłuchać specjalnych kursów chemii nieorganicznej albo chemii organicznej lub chemii fizycznej z elektrochemią i metaloznawstwem albo wreszcie z dziedziny technologii chemicznej.

Program ten więc daje bardzo gruntowne wiadomości chemiczne z nieznacznym tylko dodatkiem przedmiotów inżynierskich. Przygotowanie to nadaje się specjalnie dla przemysłu czysto chemicznego i dla mniejszych fabryk.

III. Jeszcze bardziej teoretyczny kierunek daje studiom chemicznym oddział chemiczny wydziału ogólnego politechniki w Karlsruhe. Program przewiduje tu wyłącznie przedmioty teoretyczne i jedynie ogólny kurs chemii technicznej, uzupełniony ewentualnie specjalnymi wykładami z dziedziny technologii wody, środków spożywczych itp.

Studia te mają na celu głównie przygotowanie nauczycieli szkół średnich.

Inne politechniki niemieckie mają wydziały chemiczne o programie zbliżonym do opisanego programu politechniki w Karlsruhe.

Niektóre z politechnik przewidują również ściślejszą specjalizację.

Tak więc ta sama politechnika w Karlsruhe posiada oddział chemii środków spożywczych. Studiujący na tym oddziale mają pierwsze dwa lata studiów wspólne z wydziałem chemicznym, po czym studiują przez 5 semestrów, których program jest specjalny.

Politechnika we Wrocławiu ma studia chemiczne, przewidziane na wydziale ogólnym. Wydział ogólny dzieli się na następujące oddziały: 1. fizyki, 2. chemii (zwykły program politechnik niemieckich), 3. chemii teoretycznej i fizycznej (dający wykształcenie bardziej teoretyczne), 4. ceramiki.

Bardzo interesujące są studia z dziedziny fizyki technicznej na politechnice w Monachium.

Studia te przewidziane są na wydziale ogólnym. Oddział fizyki technicznej tego wydziału ma dwa pododdziały:

A) inżynierski,

B) fizyczny.

Program pododdziału A przypomina opisany już program oddziału inżynierii chemicznej politechniki w Karlsruhe. Różnica polega jedynie na

tym, że program chemii na oddziale fizyki technicznej jest nieco mniejszy (np. nie ma ćwiczeń z chemii, brak chemii organicznej) natomiast program fizyki znacznie obszerniejszy, ze szczególnym uwzględnieniem działów fizyki stosowanej — szczególnie elektrotechniki.

Pododdział fizyczny (B) ma charakter mało inżynierski. Zawiera w programie wykłady z dziedziny chemii organicznej i liczne przedmioty fizyczne oraz chemię fizyczną (nieobowiązkowo).

Cechą charakterystyczną wyższych uczelni technicznych niemieckich jest ponad to istnienie bądź przedmiotów wojskowych bądź też całych nawet wydziałów wojskowych.

Tak więc Politechnika w Charlottenburgu ma od 1932 r. „Wydział Technologii Ogólnej”, którego zadaniem jest przygotowanie inżynierów zdolnych do pracy w dziedzinie obrony kraju, a więc inżynierów uzbrojenia, chemików wojskowych, pirotechników, konstruktorów okrętów, samolotów itp.

Wydział ten posiada oddziały: matematyczno-fizyczny, chemiczny, ekonomiczno-prawny.

Kształcenie inżynierów chemików we Francji nie było dotychczas uregulowane możliwie jednolitym planem studiów — i np. według zdania wielu wybitnych chemików, jak np. Ch. Moureu¹⁾, opierając się głównie na tradycji, nie zupełnie odpowiada wymaganiom życia współczesnego.

Pozatem jednak Francja posiada wysoko postawione szkoły wyższe inżyniersko-chemiczne, takie jak np. Ecole de Physique et de Chimie Industrielle de la Ville de Paris (Moureu uważa ją za swego rodzaju wzorową dla stosunków francuskich), słynną Ecole de Chimie de la Ville de Mulhouse, wypuszczającą przede wszystkim inżynierów wyspecjalizowanych w dziedzinie barwników i kolorystyce.

Obydwie te uczelnie mają program studiów trzyletni.

W 1937 r. francuski związek inżynierów chemików (Syndicat des Ingénieurs Chimistes Française) podał projekt studiów, które by dawały stopień inżyniera chemika.

Według tego projektu kandydat posiadający maturę z przedmiotów matematyczno-przyrodniczych (Baccalauréat ès sciences) powinien przede wszystkim przejść roczne studia uzupełniające, obejmujące następujące przedmioty: matematykę (ze specjalnym podkreśleniem zastosowania w technice), fizykę (z wstępem do termodynamiki, elektrotechniki i mechaniki), chemię nieorganiczną i chemię organiczną.

Po studiach tych ma być przeprowadzony egzamin, którego celem byłoby sprawdzenie przydatności studenta do dalszych studiów.

Po zdaniu egzaminu student przechodzi dalsze roczne studia przygotowawcze, obejmujące chemię fizyczną, chemię analityczną z ćwiczeniami, fizykę stosowaną (z termodynamiką i elektrotechniką).

Po studiach tych nowy egzamin miałby kwalifikować studentów do dalszych, właściwych już studiów dwuletnich, obejmujących zarówno przedmioty chemiczne jak i inżynierskie.

Na przedmioty chemiczne i prace laboratoryjne kładzie się szczególny nacisk. Są to: uzupełnienia z chemii, przedmioty technologiczne (barwniki, przemysł farmaceutyczny, koloidy, materiały plastyczne, przemysł nieorganiczny), nauka o aparaturze chemicznej i inżynierii chemicznej) podstawowe procesy technologii chemicznej i aparatura do nich — reaktory, mieszanie, sączenie, destylowanie, suszenie itp.), praca laboratoryjna — analizy, preparatyka, praca badawcza (dyplomowa).

Spośród przedmiotów inżynierskich program przewiduje: naukę o maszynach cieplnych i elektrycznych, o konstrukcji aparatury chemicznej i tworzywach do tego używanych, wytrzymałość tworzyw, kreślenie techniczne i projektowanie części maszyn oraz aparatury.

Ogółem więc studia mają trwać 4 lata. Program jak widzimy zbliża się bardzo do programu wydziałów chemicznych politechnik niemieckich.

Odrębne nieco stosunki panują w krajach anglosaskich.

Tutaj w dziedzinie kształcenia inżynierów chemików przodują Stany Zjednoczone Ameryki Północnej. Szereg wyższych uczelni posiada nie tylko wydziały chemiczne lecz i wydziały inżynierii chemicznej.

Pierwszy wydział inżynierii chemicznej powstał w 1888 r. w Massachusetts Institute of Technology.

Program studiów na tym wydziale przewiduje kurs ogólny i specjalny (uzupełniający).

Kurs ogólny trwa 4 lata. Obejmuje matematykę, fizykę, chemię nieorganiczną, organiczną, analityczną, fizyczną, technologię chemiczną, badanie tworzyw, inżynierię chemiczną i pracę dyplomową laboratoryjną lub też wykonaną w fabryce. Studia te dają pierwszy stopień naukowy: Bachelor of Science in Chemical Engineering (B. Sc. Chem. Eng.).

Dla tych którzy chcą rozszerzyć zakres swojej wiedzy istnieje jeszcze roczny kurs uzupełniający, umożliwiający specjalne studiowanie pewnych działów inżynierii i technologii chemicznej.

¹⁾ Ch. Moureu. La Chimie et la Guerre (1920), str. 248.

Studia na kursie uzupełniającym obejmują takie działy inżynierii i technologii chemicznej jak: stechiometria przemysłowa, termodynamika chemiczna, chemia koloidów stosowana, nauka o korozji, suszarnictwo, destylowanie, absorpcja, ekstrakcja, przenoszenie ciepła, reakcje pod wysokimi ciśnieniami, teoria spalania i paliwo, silniki spalinowe, projektowanie z dziedziny inżynierii chemicznej, projektowanie pieców oraz praktykę fabryczną i przedmioty ekonomiczno-handlowe.

Ukończenie tego kursu daje wyższy stopień naukowy magistra (Master of Science in Chem. Eng.) — M. Sc. Chem. Eng.

W czasie kursu ogólnego obowiązuje studiovanie przedmiotów wojskowych. Np. przez cały II-gi rok studiów prowadzone są wykłady z dziedziny wiedzy wojskowej (3 godz. tygodniowo).

W kursie uzupełniającym możliwe jest studiovanie takich działów technologii chemicznej, które mają charakter wojskowy — np. działu materiałów wybuchowych.

Wydziały inżynierii chemicznej obecnie cieszą się w Stanach Zjednoczonych dużym powodzeniem. Tak więc w 1910 r. liczba studentów tych wydziałów wynosiła 869 (czyli 3,7% studentów-techników). W 1935 r. — wynosiła już 10 000 studentów (czyli 17% studentów-techników).

Na kształcenie inżynierów-chemików w Stanach Zjednoczonych ma duży wpływ organizacja inżynierów-chemików — American Institute of Chemical Engineers, który powstał w 1908 r.

W Wielkiej Brytanii analogiczna instytucja — Institution of Chemical Engineers powstała w 1922 r. i ostatnio opracowała projekt reformy kształcenia inżynierów chemików.

Obecnie kształcenie inżynierów chemików w Wielkiej Brytanii polega na tym, że po uzyskaniu pierwszego stopnia naukowego — Bachelor of Science (B. Sc.) z zakresu chemii, kandydat na inżyniera uzupełnia swe wiadomości chemiczne wiadomościami z technologii i inżynierii chemicznej.

Według nowego projektu Institution of Chemical Engineers dla studentów chcących się specjalizować z inżynierii chemicznej nauki inżynierskie powinny wejść w program już pierwszego roku studiów.

Wzorowy projektowany program 4-letnich studiów obejmuje następujące przedmioty:

I rok — matematyka, mechanika stosowana, fizyka, chemia, kreślenie, język obcy (francuski lub niemiecki), praktyka wakacyjna.

II rok — chemia nieorganiczna i fizyczna, matematyka, wytrzymałość materiałów, hydraulika, teoria maszyn cieplnych, język obcy (inny niż I-go roku).

III rok — chemia fizyczna i organiczna, technologia chemiczna, metalurgia, teoria i projektowanie fabryki, inżynieria chemiczna.

IV rok — inżynieria chemiczna, technologia chemiczna, elektrotechnika, uzupełnienia z matematyki (równanie różniczkowe i metody graficzne).

Projekt ten bardzo przypomina program wydziału inżynierii chemicznej Instytutu w Massachusetts. Zbliża się też do programu inżynierii chemicznej w Karlsruhe.

Program nauczania na Politechnice Warszawskiej.

Cechą charakterystyczną ostatnio zreformowanego programu studiów na wydziale chemicznym Politechniki Warszawskiej jest pewne odciążenie studentów od przedmiotów teoretycznych ogólnych. Osiąga się to w ten sposób, że na III i IV roku studiów student obiera kierunek „nieorganiczny” lub też „organiczny”, zapoznając się z przedmiotami teoretycznymi, odpowiadającymi jednemu z tych kierunków. Np. chemię fizyczną podzielono na I i II część. I-sza część obowiązuje wszystkich, II-ga część tylko grupę nieorganiczną. Podobnego podziału dokonano na mineralogię I i II w tym samym celu. Botanika obowiązuje tylko studentów grupy organicznej.

Dzięki temu odciążeniu staje się możliwe pogłębienie wiadomości w obranej przez studenta dziedzinie. Nie jest również wykluczona możliwość rozwinięcia w przyszłości, w oparciu na tak zmniejszonym programie, nauki o aparaturze chemicznej.

Program szczegółowy obejmuje:

W I-szym roku studiów:

Matematykę z ćwiczeniami, mechanikę techniczną z ćwiczeniami, fizykę z ćwiczeniami, chemię nieorganiczną, analizę chemiczną (ćwiczenia), kreślenia techniczne, budownictwo;

W II-gim roku:

Chemię organiczną, chemię fizyczną I, maszynoznawstwo ogólne z ćwiczeniami, encyklopedię elektrotechniki z ćwiczeniami, analizę chemiczną (ćwiczenia) ekonomię polityczną.

W III-m roku studiów następujące przedmioty obowiązują wszystkich studentów:

Aparatura przemysłu chemicznego z ćwiczeniami, technologia chemiczna ogólna nieorganiczna i technologia chemiczna ogólna organiczna, mineralogia i petrografia I z ćwiczeniami z krystalografii, preparatyka organiczna I (ćwiczenia), ćwiczenia z chemii fizycznej, analiza techniczna (ćwiczenia), organizacja obrony wnętrza kraju (z ćwiczeniami).

Poza tym grupę nieorganiczną obowiązują następujące przedmioty:

Chemia fizyczna II, specjalne działy chemii nieorganicznej, mineralogia i petrografia II (z ćwiczeniami), podstawy analizy chemicznej.

Grupę organiczną obowiązują przedmioty: specjalne działy chemii organicznej, botanika i mikrobiologia, technika laboratoryjna (ćwiczenia), praktyka organiczna II (ćwiczenia).

W IV-m roku studiów student obiera szereg przedmiotów na podstawie porozumienia z profesorem, pod którego kierownictwem ma zamiar wykonywania pracy dyplomowej.

Program obejmuje takie przedmioty (dwa do wyboru) jak np. technologia wielkiego przemysłu nieorganicznego, technologia wody, budowa pieców, metalurgia i metaloznawstwo, metody i procesy hutnicze, ceramika, technologia zapraw, technologia cieplna, gazownictwo, koksownictwo, elektrochemia techniczna, technologia wielkiego przemysłu organicznego, technologia węglowodanów, przemysł fermentacyjny i technologia produktów spożywczych, technologia farbiarstwa, chemia farbiarska, papiernictwo.

Obowiązują poza tym ćwiczenia z przedmiotu obranego jako główny i wykonanie pracy dyplomowej.

Istniejący na wydziale chemicznym oddział broni chemicznej daje również możliwość studentom III-go i IV-go roku obrania przedmiotów o charakterze wojskowym: technologii organicznej II, technologii mas chłonnych, technologii kauczuku, technologii materiałów wybuchowych lub metalurgii i metaloznawstwa.

Poza tym program przewiduje zapoznanie się studentów z wyrobem amunicji, amunicją chemiczną, balistyką wewnętrzną. Obowiązuje tylko część tych przedmiotów, zależnie od tego jaki przedmiot jako główny został obrany przez studenta.

Wszystkich studentów oddziału broni chemicznej obowiązują ponadto wykłady taktyki, roli przemysłu chemicznego w obronie państwa i zagadnień mobilizacyjnych oraz encyklopedii uzbrojenia (niezależnie od tego obrona wnętrza kraju — wspólnie ze studentami wydziału chemicznego, oddziału ogólnego).

Dr TADEUSZ KROKOWSKI
Poznań

Oddzielenie magnezu od potasowców zasadą organiczną

(Streszczenie referatu wygłoszonego na posiedzeniu naukowym Polskiego Towarzystwa Chemicznego w d. 6 maja 1938 r.).

Oddzielenie magnezu od potasowców używana dotąd metodą w analizie jakościowej jest długie i kłopotliwe. Usuwanie soli amonowych i barowych zajmuje znaczną ilość czasu.

Bieg analizy możemy uprościć skracając jednocześnie czas potrzebny do wykonania, przez użycie silnej zasady organicznej. Jednak wysoka cena zasad organicznych stała dotąd na przeszkodzie wprowadzeniu takiej metody. Niedawno pojawił się na rynku amerykańskim preparat pod nazwą „Triton B”, który jak podaje produkująca firma Röhm i Haas z Philadelphii jest 40% wodnym roztworem czwartorzędnej zasady amonowej o średnim ciężarze cząsteczkowym 170. Cena tego produktu wynosi 1 dolar za 1 kg.

Tej zasady użyłem do oddzielenia magnezu od potasowców. Opracowana metoda przedstawia się następująco. Po strąceniu wapniowców zadaje się przesącz na zimno preparatem Triton B do wystąpienia wyraźnego zmętnienia, dodaje następnie 1/3 zużytej poprzednio ilości zasady i ogrzewa do wrzenia wśród ciągłego mieszania, aż do wygotowania połowy pierwotnej objętości, celem rozłożenia soli amonowych i wypędzenia amoniaku. Do wrzącej

pozostałości dodaje się zasady tak długo, jak długo tworzy się osad i następnie 50% tej ilości zasady jakiej użyto do strącenia magnezu, gotuje się kilka minut wśród ciągłego mieszania i sączy nie czekając aż osad osiadzie. Nie należy dodawać na samym początku tyle zasady, ile potrzeba do wypędzenia amoniaku i strącenia magnezu, bo mieszanina zawierająca strącony osad wodorotlenku magnezowego silnie rzuca podczas gotowania. W tych warunkach strącania nie wykazał przesącz śladów magnezu nawet z oksyechinoliną. Przesącz po oddzieleniu magnezu odparowuje się do suchości na małym płomieniu i żarzy aż do zbielenia pozostałości. Pozostałość rozpuszcza się w małej ilości wody, sączy i bada kwasem nadechlorowym i pyroantymonianem potasu na potas i sól. Odparowanie i wyprażenie jest konieczne przed badaniem na potas i sól, bo wspomniana zasada daje osad tak z kwasem nadechlorowym jak i z pyroantymonianem potasowym.

Wykonanie całej analizy roztworu zawierającego wapniowce, magnez i potasowce starą metodą wymaga 2 godzin czasu, a wyżej opisaną metodą 1 godziny.