

Znaczko-Jaworski, Igor

O współdziałaniu różnych nauk w badaniach nad historią nauki, techniki i kultury materialnej

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 15/2, 249-265

1970

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



O WSPÓŁDZIAŁANIU RÓŻNYCH NAUK W BADANIACH NAD HISTORIĄ NAUKI, TECHNIKI I KULTURY MATERIALNEJ*

Jednym z najważniejszych obecnie zadań historii nauki i techniki, na równi z badaniem ich przeszłości, jest przyczynianie się do dalszego ich rozwoju. Osiągalne się to staje bądź przez poszukiwanie możliwości bezpośredniego wykorzystywania lub uwzględniania wartościowej spuścizny przeszłości we współczesnej praktyce, bądź też drogą opracowań o charakterze metodologiczno-perspektywicznym, opartych na krytycznej analizie dorobku przeszłości.

W czasach, gdy niezwykle, rewolucyjny rozwój nauki i techniki wymaga mobilizacji wszystkich rezerw wewnętrznych, wskazany tu cel znajduje wyraz w rozwoju nowych dyscyplin: nauki o nauce i nauki o technice. Jedno z ważniejszych praktycznych zadań naukoznawstwa polega na tym, aby na podstawie badań nad historycznym rozwojem nauki i jej poszczególnych dyscyplin oraz na podstawie dokładnego zobrazowania ich stanu współczesnego i założeń perspektywicznych — opracowywać uzasadnione prognozy i normatywne zalecenia dla dalszego ich rozwoju, uwzględniającego maksymalne wykorzystanie wszystkich ich potencjalnych możliwości oraz wybór preferowanych kierunków badań.

Tak zatem poznanie przeszłości i wykorzystanie jej dla współczesności i przyszłości — oto ostateczny cel historii nauki i techniki. Rozwiązywanie nowych zadań wymaga jednak zastosowania nowych postępowych metod badawczych, które byłyby równie efektywne przy pracy nad starymi tradycyjnymi zadaniami o charakterze czysto historycznym.

Nowe metody badawcze stanowią ważny składnik współczesnego postępu naukowo-technicznego. Skala bowiem i wielostronność współczesnej problematyki naukowo-technicznej oraz wysoka efektywność kompleksowych badań, prowadzonych na styku współdziałających ze sobą gałęzi nauki i techniki, prowadzą do konieczności tworzenia wielkich kolektywów, składających się z naukowców i techników rozmaitych specjalności. Nowe metody badawcze, wypróbowane przy rozwiązywaniu wielkich problemów przyrodoznawstwa i techniki, znajdują rosnące zastosowanie również w różnych gałęziach nauk historycznych i innych nauk społecznych, warunkując i w tych naukach pełną efektywność badań.

Artykuł niniejszy stanowi próbę zilustrowania i sprecyzowania powyższych tez na podstawie osobistych doświadczeń autora, zdobytych przy badaniach nad powszechną historią wiążących materiałów budowlanych, oraz podbudowania tych też przykładami z praktyki badań nad dziejami innych gałęzi nauki, techniki i kultury materialnej.

* Artykuł nadesłany z Leningradu przez dobrze znanego czytelnikom „Kwartalnika” autora (por. m. in. jego artykuł *Jędrzej Śniadecki a Petersburska Akademia Nauk* w nrze 1/1967) tłumaczył z rosyjskiego Jerzy Górewicz.

Zapotrzebowanie na spoiwa, zaprawy i betony pojawiło się wkrótce po powstaniu takich koniecznych warunków egzystencji ludzi, jak przygotowywanie pożywienia i urządzenie schronienia. Technologia produkcji i stosowania spoiw, zapraw i betonów doskonalila się w ciągu tysiącleci we współzależności z gospodarczym, kulturalnym i społecznym rozwojem ludzkości. Doskonalenie to prowadziło od najprostszego spoiwa epoki neolitu — gliny — do współczesnego cementu portlandzkiego drogą znaczną licznymi wartościowymi osiągnięciami. W dalszym ciągu będzie jednak mowa nie tyle o samych spoiwach, ile — jakby za ich pośrednictwem — o zagadnieniach związanych z historią wielu gałęzi nauki, techniki i kultury.

*

Zwróciwszy się ku historii budowlanych materiałów wiążących w poszukiwaniu odpowiedzi na pytania nasuwające się przy pracach nad współczesnymi cementami, autor stwierdził, że jest to temat wcale dotychczas nie opracowany. Doświadczenia technologiczne gromadzone w ciągu tysiącleci pozostają zupełnie lub prawie nie znane, co niekorzystnie odbija się na współczesnym nam rozwoju produkcji i stosowania spoiw, na badaniach nad historią techniki budowlanej i architektury, archeologią i lingwistyką oraz na konserwacji i restauracji zabytków. Okazało się bowiem, że historia materiałów wiążących ma lub może mieć rozliczne — teoretyczne i praktyczne — aspekty wiążące ją z odpowiednimi działami współczesnej nauki i techniki oraz że powiązania te mogą być pożyteczne dla obu stron.

Wszystko to pobudziło autora do podjęcia próby prześledzenia powszechnej historii materiałów wiążących i powiązania ich przeszłości z teraźniejszością w celu wyjaśnienia możliwości wykorzystania lub uwzględnienia doświadczeń przeszłości we współczesnej praktyce. Jednak kusząca łatwością droga ku temu — krytyczne przestudiowanie literatury i przygotowanie nowej uogólniającej monografii, uzupełnionej „świeżymi” danymi archiwalnymi — nie przywiodła do pożądanego celu. Korzystanie bowiem z pisemnych jedynie źródeł historycznych okazało się niedostateczne dla pełnego wyjaśnienia historii spoiw, niezbędne było kompleksowe porównawcze zestawienie tych źródeł ze źródłami rzeczowymi i językowymi. Doprowadziło to do bliskiej współpracy ze specjalistami w zakresie cementu i z budowniczymi, z historykami chemii, techniki i architektury, archeologami i językoznawcami, pracownikami muzeów i konserwatorami zabytków. Te kontakty ułatwiły wykonanie zadania, ale jednocześnie zawodowe zainteresowania partnerów rozszerzyły krąg rozpatrywanych zagadnień.

Do współudziału w rozwiązywaniu nowych zagadnień historycznych metodami nauk przyrodniczych i technicznych autor doprosił też kolegów z dziedzin petrografii i mineralogii, fizycznej i analitycznej chemii krzemianów oraz wytrzymałości materiałów, co spowodowało z kolei potrzebę prześledzenia nowych zagadnień, interesujących tych specjalistów. Taka swoista reakcja łańcuchowa doprowadziła w końcu do napisania szeroko pomyślanej książki ¹.

¹ Por.: I. L. Znaczo-Jaworski, *Oczerki istorii wiażuszczich wieszczestw ot drierwiejszych wriemion do sieriediny XIX wieka*. Moskwa—Leningrad 1963. Por. także recenzję tej książki, pióra H. Jędrzejewskiej, w nrze 3/1965 „Kwartal-

Historyczne zbadanie tematu na podstawie manuskryptów i druków splotło się w ten sposób z doświadczalnym badaniem spoiw, zapraw i betonów, pobieranych z budowli o różnym przeznaczeniu, wznoszonych w różnych okresach przez różne ludy, oraz z historyczno-etymologicznymi studiami nad specjalną terminologią, zmieniającą się w ciągu ostatnich dwu tysiącleci zarówno co do treści, jak i formy. Historia chemii, technologii produkcji i stosowania materiałów wiążących na obszarze Związku Radzieckiego i innych krajów była przy tym rozpatrywana na tle ogólnego rozwoju ludzkości, w powiązaniu z poszczególnymi składnikami ogólnego jej postępu i z uwzględnieniem zainteresowań naszej współczesności. Książka znalazła się zatem na styku różnych współdziałających dziedzin nauki, wiążąc się z nową pograniczną dyscypliną, której cechy, możliwości i odrębność będą jeszcze wspomniane w zakończeniu artykułu.

Na razie zaś zatrzymajmy się przy niektórych wybranych wywodach opracowania, mających znaczenie zarówno historyczne, jak i współczesne, teoretyczne i praktyczne².

I

Historia materiałów wiążących obfituje w przykłady powtarzalności i żywotności technicznych koncepcji, sposobów i normatywów, pojawiających się na różnych obszarach w rozmaitych (a niekiedy i w tych samych) okresach u ludów przechodzących określone etapy rozwoju historycznego.

1. Tak np. zbadane przez autora wyprawy, uszczelniające styki ceramicznych rur wodociągowych w potężnej grecko-rzymskiej twierdzy z IV w. p.n.e. w Chersonzie (Sewastopol) oraz w stolicy Królestwa Bospońskiego Pantikapajonie (Kercz, II — III w. n.e.) — okazały się zadziwiająco podobne do wypraw użytych w tymże celu w średniowiecznym genueńskim Sudaku (wschodni Krym), w hellenistycznej Priene (Mała Azja, IV — II w. p.n.e.) oraz w starożytnym fenickim Kitonie (XII w. p.n.e.) na Cyprze. Wszystkie te wyprawy, pochodzące z 25 wieków, sporządzone z wapna powietrznego o małej zawartości magnezu, całkowicie skarbonizowanego, bez dodatku wypełniaczy, są bardzo wytrzymałe, zwarte i wodoszczelne. Uszczelnione taką wyprawą rury do wody pitnej w Priene były niekiedy przepuszczane nawet przez ciekłe kanalizacyjne.

nika”, ss. 364—369. Omawiane lub wspomniane w dalszym ciągu niniejszego artykułu badania autora — jeżeli nie ma w odpowiednich miejscach odsyłaczy do innych źródeł — zostały omówione w tej właśnie monografii (a niektóre także i w innych publikacjach).

² Pokróćce trzeba tu wyjaśnić terminy, którymi będę się w dalszym ciągu posługiwał. Budowlane materiały wiążące służą do spajania ze sobą kamieni, cegieł lub poszczególnych konstrukcyjnych elementów budowli, a także do tynków, robót wykończeniowych i izolacji wodoszczelnej oraz do produkcji sztucznych kamieni, innych elementów budowlanych, zapraw, betonów itd. Mineralne materiały wiążące tj. spoiwa (wapno, gips, cement), zarobione w postaci proszku wodą, tworzą wiążące ciasto, powolnie twardniejące na kamieniopodobną masę o określonej wytrzymałości. Ciasto to z dodatkiem schudzającego go piasku (stanowiącego wypełniacz) daje zaprawę, a mieszanina zaprawy ze żwirem lub tłuczniem tworzy beton. Celem nadania zaprawom i betonom specjalnych właściwości (wodoodporności, odporności chemicznej, przyspieszonego twardnienia) dodaje się do nich odpowiednie domieszki. Materiały wiążące na powietrzu nazywa się powietrznymi, wiążące zaś także w wodzie — hydraulicznymi.

2. Popularne w średniowieczu nadawanie zaprawom przeznaczonym dla ważniejszych budowli cech wodoszczelności przez wprowadzanie domieszek kazeinowych było niezależnie od siebie praktykowane np. w Azji Środkowej, w Anglii i w Czechach. Różnica polegała jedynie na tym, że w pierwszym wypadku użyto jako domieszki wielbłądziej śmietany, w drugim — sera *chester*, a w trzecim (most Karola w Pradze) — białka jajek, co stosowano również i w innych krajach słowiańskich.

3. Skład (proporcja spoiwa i wypełniacza) badanych zapraw i betonów oraz układ granulometryczny ich wypełniaczy, stosowane w rozmaitych budowlach w różnych okresach i w różnych krajach, odpowiadają współczesnym nam normom. Niezależnie od osiągnięć ostatniego okresu, w praktyce dzisiejszej stosuje się starożytne spoiwa (gлина, gips, wapno, cementy wapienno-pucolanowe) oraz pochodzące z czasów rzymskich normy i reguły techniczne. Przygotowywanie materiałów, sporządzanie zapraw i betonów oraz wykonawstwo robót budowlanych było bowiem w starożytności ściśle znormalizowane specjalnymi regułami budowlanymi, dobrze przemyślanymi i sprawdzonymi doświadczalnie. Tak np. stosowanie kwalifikowanego, przesianego i przemytego piasku, ostrego i bez domieszek gliniastych, oszczędzało Rzymianom ogromnych strat, spotykanych w naszym współczesnym budownictwie na skutek stosowania pospolitych, nie przygotowanych wypełniaczy. Układ granulometryczny kruszyw był u Rzymian również znormalizowany, i to w sposób podobny do dzisiejszego.

II

Nie wszystkie jednak osiągnięcia przeszłości dotarły do naszych czasów. Wiele uzasadnionych sposobów technicznych zostało zagubione i trwale zapomniane; po wielu dopiero wiekach lub tysiącletniach odradzały się one na nowej podstawie techniczno-ekonomicznej, uchodząc za nowe postępowe metody, a niekiedy za wybitne odkrycia.

1. Wedle ogólnie przyjętych mniemań świadome użycie hydraulicznego (wodotrwałego) wapna jest osiągnięciem drugiej połowy XVIII w. — kiedy to John Smeaton wybudował na tym wapień latarnię morską na Eddystone Rocks — do tego czasu zaś miało charakter przypadkowy, niezamierzony. Jednak badania autora wykazują, że wapno powietrzne (niewodotrwałe) i wapno hydrauliczne znajdowały już począwszy od V w. p.n.e. równoległe zastosowanie, często przy uwzględnieniu warunków pracy zapraw, do budowli rozmaitego przeznaczenia, a nawet w różnych elementach tych samych budowli.

Odkrycie to zostało przez autora dokonane przy badaniu zapraw budowli z V i IV w. p.n.e. Olbii, miasta należącego do Miletu, a położonego przy ujściu Bohu i Dniepru³, i niejednokrotnie potwierdzone w dalszej pracy. Tak np. w termach z I — III w. n.e. rzymskiej twierdzy Charaks u przylądka Aj-Todor na Krymie zaprawy i tynki ścian kompleksu klubowego zawierają chude wapno ze zwykłym naturalnym wypełniaczem. Do kamienno-ceglanej ławy w łaźni zastosowano natomiast to samo wapno, ale ze znacznym dodatkiem miejscowego minerału wulkanicznego pochodzenia (keratofiru), wzmagającego wodoodporność wapna. Wreszcie

³ Por.: I. L. Znaczo-Jaworski, *Badania doświadczalne nad starożytnymi zaprawami budowlanymi i materiałami wiążącymi*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki”, nr 3/1958, ss. 377—407.

beton posadzki, narażony na stałe ścieranie mechaniczne i działanie wody, został wykonany z wapna hydraulicznego z użyciem aktywnych jedyny wypełniaczy: keratofiru, drobno tłuczonej cegły i łamanego wapienia.

W Chersonesie, Pantikapajonie i innych starożytnych miastach Królestwa Bosporańskiego równoległe ze stosowaniem wapna powietrznego do budowy fortyfikacji, świątyń i domów mieszkalnych, w zaprawach i ochronnych wyprawach budowli produkcyjnych, podlegających wpływowi korozyjnym (pomosty pod tłocznie winogron, cysterny moszczu winnego, wielkie cysterny do solenia ryb) używano przeważnie wapna hydraulicznego, często z domieszkami, nadającymi zaprawom odporność chemiczną (tłuczeń ceglany) i przyspieszającymi ich twardnienie (węglany). Zwykle wypełniacze występują w tych zaprawach w małej jedyni ilości, a niekiedy nie ma ich tam wcale.

Badania R. Grüna i S. C. Solacolu świadczą o tym, że przy budowie w I w. n.e. wodociągu betonowego Sötenich — Kolonia (o długości 77 km) oraz w latach 101—104 betonowych filarów wielkiego mostu Trajana przez Dunaj rzymscy budowniczowie zastosowali nawet cement rzymski, tj. spoiwo o własnościach pośrednich pomiędzy wapnem hydraulicznym a obecnym cementem portlandzkim⁴.

Tak oto wyjaśniło się, że wybitne odkrycie czasów nowożytnych — świadome stosowanie wapna hydraulicznego, a także i cementu rzymskiego — było w istocie uzyskaniem na podstawie ówczesnej wiedzy empirycznej osiągnięciem Rzymian (a częściowo i Greków). Osiągnięcie to zostało następnie zapomniane i odrodziło się dopiero po 2300 latach.

2. Podobny los spotkał — jak się okazuje — jeszcze dwie postępowe metody, opracowane współcześnie na podstawie badań fizykochemicznych. Idzie tu o bardzo efektywne zastosowanie w budownictwie i przemyśle materiałów budowlanych mielonego niegaszonego wapna zamiast tradycyjnego gaszonego oraz o stosowanie specjalnych wapienno-węglanowych spoiw, zapraw i betonów. Badania autora wykazały, że obydwu tych odkryć dokonano również w starożytności. Dotyczy to także bardzo racjonalnych zapraw wapienno-gipsowych.

3. Wysoka jakość zbadanych przez autora kijowskich, ryskich i petersburskich zapraw z wieków XI — XIX, sporządzonych z miejscowego wapna hydraulicznego, a przekraczających 3—10 razy współczesne nam normy wytrzymałościowe, wykazuje niesłuszność ignorowania w naszych czasach wartościowego spoiwa miejscowego i zastępowania go kosztownym, częstokroć przywożonym z daleka cementem portlandzkim. Stwierdzenie to zostało uznane za konstruktywne i starożytna praktyka używania miejscowego wapna hydraulicznego w budownictwie hydrotechnicznym została z pomyślnymi wynikami odrodzona przy budowie Kanału Północnokrymskiego.

4. Trzeba jednak zauważyć, że niekiedy bezmyślne, bezkrytyczne przejmowanie metod antycznych okazywało się szkodliwe. Tak np. powszechna w ciągu siedemnastu i pół wieków naszej ery tendencja do stosowania jedynie klasycznego spoiwa hydraulicznego, otrzymywanego dro-

⁴ Por.: R. Grün, *Der Zement*. Berlin 1927, s. 15; tenże, *Zusammensetzung und Beständigkeit von 1850 Jahre altem Beton*. „Angewandte Chemie”, nr 7/1935, ss. 124—127; S. C. Solacolu, *Considérations sur la technique du ciment et du béton du pont de Trajan sur le Danube*. „Bulletin de Mathématiques et de Physique [...] de l'École Polytechnique à Bucarest”, nr 17—18/1936, ss. 1—17.

gą dodawania domieszek hydraulicznych do wapna powietrznego, bez uwzględniania charakterystycznych cech miejscowego surowca, była ślepym naśladownictwem doświadczenia rzymskiego, słusznego dla określonych warunków, ale bynajmniej nie uniwersalnego. Tendencja ta długo hamowała odkrycie i wdrożenie nowych spoiw hydraulicznych i cementów przy użyciu odpowiednich surowców.

Podobnie, nieuznawanie przez starożytnych Greków i Rzymian spoiwa gipsowego, rozpowszechnione go poprzednio w Egipcie, Azji Przedniej, Iranie i Indiach (a także i w Ameryce), doprowadziło do niesłusznego zapomnienia tego wartościowego materiału na całym obszarze wpływów rzymsko-greckich, a nawet w przykładowym kraju zapraw gipsowych — w Egipcie. Dopiero w wiekach VII — VIII, po wielkiej wędrówce ludów, nastąpiło w Europie ponowne odkrycie gipsu jako materiału wiążącego.

5. Badania nad pierwszym w Imperium Rzymskim sztucznym cementem Jegora Czelijewa (Czelidzego) pozwoliły na zidentyfikowanie go jako spoiwa bliskiego współczesnemu cementowi romańskiemu. Ujawniły się w ten sposób podstawy do przyznania zapomnianemu odkrywcy moskiewskiemu (pochodzenia gruzińskiego) zaszczytu współudziału w odkryciu nowego spoiwa, dokonany niezależnie i równocześnie (w latach 1824—1825) przez ogólnie znanego angielskiego murarza Josepha Aspdina z Leeds⁵.

III

Względne wyczerpanie podstawowych pisemnych źródeł historycznych (np. kronik) na równi z ich wąskością tematyczną i subiektywizmem powodują wzmożenie walorów i znaczenia rzeczowych źródeł archeologicznych i doświadczalnego ich badania dla celów archeologii i nauk historycznych⁶. Ujawniają się przy tym nie tylko konkretne wartościowe dane, bezpośrednio historycznego znaczenia, obejmujące charakterystykę spoiw, zapraw i betonów, ale i informacje o sposobach ich doboru, produkcji i stosowania przez dawnych budowniczych w rozmaitych warunkach, o ich powstawaniu i rozwoju, o zapożyczeniach metod technologicznych i tradycji budowlanych jako elementów kultury powszechnej. Wszystkie zaś te informacje ułatwiają m. in. restaurowanie i ochronę zabytków architektury.

Badania starożytnych zapraw z rejonu północnego wybrzeża Morza Czarnego pozwoliły autorowi na opracowanie wniosków metodycznych ważnych dla archeologów i historyków architektury. Ustalono m. in. niewątpliwie, że barwa zaprawy (biała, różowa, czerwona) nie może służyć za pewne kryterium oceny składu zaprawy (zawartość lub brak w zaprawie cegły drobnomielonej) i datowania zabytków, na tej podstawie. Wykazano tą drogą błędność opartych o te kryteria, a rozpowszechnionych mniemań o zaprawach niektórych znanych budowli historycznych.

W szczególności, materiał występujący w spoinach wapienno-piaskowcowego muru z VI w. p.n.e. w Pantikapajonie okazał się nie jasną gli-

⁵ Por.: I. L. Znaczko-Jaworski, *Z historii odkrycia sztucznego cementu hydraulicznego*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki”, nr 2/1960, ss. 205—223; oraz: tenże, *Jegor Gierasimowicz Czelidze — izobrietatel cementa*. Tbilisi 1969; por. także w niniejszym numerze recenzję tej broszury (ss. 381—382).

⁶ Por. np.: B. A. Rybakow, *Archieologija i letopiś. W: Tiezisy dokładow na siessii Otdielenija istoriczeskich nauk (AN SSSR), poswiaszczennoj itogam archieologičeskich i etnograficzeskich issledowanij 1957 g.* Moskwa 1958, ss. 18—23.

nianą zaprawą — jak przypuszczali archeolodzy, sądząc, że okres archaiczny nie znał wapna — ale zaprawą wapienno-węglanową. W białej, nie zawierającej — zdaniem archeologów — drobnomielonej cegły wyprawie jednej z bosporańskich wytwórni win z III w. p.n.e. wykryto bezspornie obecność bardzo drobno zmielonej cegły (w tym rozdrobnieniu już bezbarwnej dla nie uzbrojonego oka ludzkiego), która — według mniemań archeologów — miała być stosowana tu dopiero od połowy II w. p.n.e. Drobniejsze i grubsze kruszywo betonów i zapraw rzymskiej twierdzy Charaks (I — III w. n.e.) było uważane przez architektów i archeologów — z powodu czerwonej barwy — za kruszoną cegłę. Okazało się jednak, że jest to kruszony keratofir, skała wulkaniczna o własnościach pucolanów, stosowana tu łącznie z cegłą kruszoną lub oddzielnie.

Na podstawie ujawnionych podobieństw lub różnic w składzie i technice stosowania zapraw mogły być opracowane wnioski o zapożyczeniu lub o niezależności odpowiednich regionalnych tradycji budowlanych. Tak np. obecność tłuczonej i mielonej cegły i brak kruszywa węglanowego różni zaprawy świątyni z 1023 r. w Tmutarakanie (na Półwyspie Tamańskim) od zapraw wczesnobizantyjskiej świątyni z VIII w., znajdującej się w Kerzcu, położonym po drugiej stronie cieśniny, i zbliża je do zapraw Uspeńskiego Soboru z XI w. w dalekim Kijowie. Nie wyda się to dziwne, jeśli pamiętać, że budowniczy świątyni, książę tmutarakański Mścisław, był synem kijowskiego księcia Włodzimierza.

IV

Badania procesów i produktów długotrwałego, parotysiącletniego, przebiegającego w rozmaitych warunkach twardnienia zapraw doprowadziły autora do wniosków, wiążących się z zagadnieniami teorii twardnienia i korozji dziś używanych spoiw, zapraw i betonów oraz z problemami trwałości i długowieczności współczesnych nam budowli.

We wszystkich dawnych zaprawach zakończone zostały podstawowe fizyko-chemiczne procesy twardnienia, łącznie z karbonizacją wapna (tj. wodorotlenku wapnia) i wiązaniem go w uwodnione krzemiany i gliniany, lecz wciąż, niekiedy przez tysiąclecia, trwają dalsze procesy wzajemnego oddziaływania tych związków z atmosferycznym dwutlenkiem węgla. Zachodząca przy tym karbonizacja uwodnionych krzemianów wapnia prowadzi do rozkładu tych decydujących o wytrzymałości składników twardniejących zapraw oraz do powstawania węglanów wapnia i wydzielania się bezpostaciowej krzemionki, co jest zazwyczaj określane jako proces niszczący.

Jak wykazały jednak badania, w określonych warunkach nadmiaru wapna w stosunku do domieszek, wydzielany żel kwasu krzemowego (a także i powstający węglan wapnia) sprzyja wzrostowi wytrzymałości, trwałości oraz odporności na wpływy atmosferyczne zapraw. Z całą pewnością ustalono także, że przy długotrwałym twardnieniu zapraw następuje wzajemne oddziaływanie spoiwa z tzw. obojętnymi (niezdolnymi do reakcji chemicznych) wypełniaczami (kruszywem), co również sprzyja wzrostowi wytrzymałości zaprawy, podobnie jak to ma miejsce przy wprowadzeniu dodatku pucolanów lub w obróbce w autoklawie masy wapienno-piaskowej. Widocznym pod mikroskopem rezultatem wzajemnego oddziaływania spoiwa i kruszywa w dawnych zaprawach jest pojawienie

się przereagowanej otoczki na ziarnach kruszywa (kwarcu, szpatu polnego, tłucznia ceglanego itd.), składającej się z produktów tego oddziaływania i różniącej się składem chemicznym i właściwościami od obydwu składników wyjściowych⁷.

Równocześnie ujawniono, że przy długotrwałym twardnieniu na równi z procesami tworzenia się minerałów przebiegają w zaprawach także polimorficzne strukturalne przemiany w stanie stałym powstających związków. Procesy te są podobne do zachodzących w warunkach naturalnych w skałach osadowych, a szczególnie w skałach metamorficznych, i również sprzyjają wzrostowi wytrzymałości sztucznego kamienia, jakim jest zaprawa. Struktura stwardniałych zapraw zbliżona jest bowiem do struktury niektórych skał, w szczególności osadowych.

Tak oto doświadczalne badania spoiw i zapraw starożytnych mają doniosłe znaczenie nie tylko dla historii spoiw, cementu i betonu, ale i dla współczesnej ich chemii i technologii. Ważne jest przy tym nie tylko uzyskanie danych, ale i ustalenie założeń dla dalszych teoretycznych badań nad twardnieniem i korozją współczesnych nam spoiw z pełnym uwzględnieniem procesów przebiegających wiekami i tysiącleciami.

Brak jednej, ogólnie przyjętej teorii twardnienia i korozji współczesnych nam cementów, w tym i cementu portlandzkiego, oraz istnienie wielu takich teorii świadczą o tym, że procesy te nie zostały dotychczas w pełni wyjaśnione. Trudności związane ze zbadaniem podstawowego z praktycznego punktu widzenia, złożonego, poliminerálnego spoiwa typu cementu portlandzkiego skłaniają wielu badaczy procesów twardnienia do korzystania — jako z modeli uproszczonych — z monomineralnych spoiw typu gipsu półwodnego, wapna i poszczególnych minerałów, wchodzących w skład cementu. Wymuszoną osobliwością badań współczesnych, nawet gdy zmierzają do ustalenia zmienności procesów w czasie, jest krótkość okresu prowadzenia obserwacji. Badacz i budowniczy współdziałają zatem przy wznoszeniu długowiecznych monumentalnych budowli z cementu portlandzkiego, który został wynaleziony przed kilkunastu dziesiątkami lat i nie zdążył jeszcze przejść przez decydujący egzamin czasu. Wszystko to nadaje specjalne znaczenie badaniom antycznych zapraw i betonów, wykonanych ze spoiw, które są zbliżone do dziś stosowanych, a które twardniały, nie rozpadając się, w ciągu tysiącleci.

Teorie powstawania (w procesie wypału) i twardnienia materiałów wiążących, będące naukową podstawą ich produkcji i stosowania, mają za sobą już dwa tysiąclecia rozwoju: w najwcześniejszym zapewne wariantcie występują one u Witruwiusza, a w najbardziej współczesnych — m. in. u P. A. Rebintera i J. D. Bernala⁸. Rozmaitość tych wariantów jest wielka i stanowi miernik naukowego postępu w ciągu dwu tysiącleci.

Hipotetyczne pierwotne elementy wszechrzeczy starożytnych filozofów i przyrodników (ziemia, woda, ogień, powietrze) stanowiły pod-

⁷ Por.: I. L. Znaczko-Jaworski, *Badania doświadczalne* [...], ss. 390—392 i 400—401.

⁸ Por.: Witruwiusz, *O architekturze ksiąg dziesięć*. Warszawa 1956, ss. 31—32; P. A. Rebinder, *Fiziko-chimiczeskaja miechanika*. Moskwa 1958; E. E. Siegałowa, P. A. Rebinder, *Sowriemiennyje fiziko-chimiczeskije predstavlenija o processach twierdienia mineralnych wiazuszczich wieszczestw*. „Stroitelnyje Materialy”, nr 1/1960, ss. 21—26; J. D. Bernal, *The Structures of Cement Hydration Compounds*. W: *Proceedings of the Third International Symposium on the Chemistry of Cement*. London, 1952. London 1954, ss. 216—260.

stawę teorii procesów wypału wapna i jego twardnienia nie tylko dla Witruwiusza, ale i dla wielu późniejszych uczonych z R. Boylem łącznie. Istota natomiast procesu wypału wapieni na wapno pozostawała nie wyjaśniona aż do zbadania własności dwutlenku węgla przez J. Blacka w sześćdziesiątych latach XVIII w. Wapno palone (CaO) uważane było za pierwiastek chemiczny (figurowało np. w pierwszej tabeli ciężarów atomowych pierwiastków J. Daltona) aż do 1808 r., kiedy H. Davy rozłożył je i dowiódł, że stanowi ono związek chemiczny. Dopiero jednak w 1836 r. J. L. Gay-Lussac stworzył naukowe podstawy do racjonalnego wypalania wapna. Natomiast praktyczne wskazówki Katona i Witruwiusza (powtórzone przez Pliniusza i Palladia) o wypalaniu, gaszeniu i stosowaniu wapna zachowały w znacznym stopniu wartość do dzisiaj.

Studia nad postępowaniem techniki produkcji i stosowania materiałów wiążących w zestawieniu z rozwojem pojęć teoretycznych doprowadziły do interesujących wniosków o roli teorii i praktyki spoiw w ogólnym rozwoju chemii. Tak np. znany teoretyk i historyk chemii S. A. Szukariew pisał: „Rodzi się myśl o niezbędności wypracowywania nowego poglądu na generalną linię rozwoju chemii. Idzie o to, że tradycyjnie historię wiedzy o materii i przemianach chemicznych wiąże się z procesem utleniania. Jednakże analiza dziejów wiedzy o materiałach wiążących [...] wykazuje, że w formowaniu pojęć o materii i przemianach chemicznych wielką rolę odegrały systematyczne obserwacje i wielki zasób doświadczeń praktycznych w dziedzinie technologii spoiw budowlanych [...]. Nauka o spoiwach odegrała także dużą rolę w rozwoju innego kierunku badań chemicznych — w poznaniu warunków powstawania soli, wzajemnego wypierania tlenków (krzemionka i dwutlenek węgla) oraz tworzenia się uwodnionych kryształów. Szczególnie duże znaczenie mają te badania dla dalszego rozwoju wiedzy o równowadze złożonych układów soli i przemian fazowych. Przygotowały też one rozwój termodynamiki, co znalazło m. in. wyraz w twórczej drodze Le Chateliera, wybitnego teoretyka w dziedzinie termodynamiki i równocześnie znakomitego specjalisty w zakresie spoiw i krzemianów”⁹.

V

Historyczno-etymologiczne badania nad ewolucją formy i znaczenia specjalnych terminów również doprowadziły autora do ciekawych i ważnych wniosków. Tak np. termin „cement” w ciągu ostatnich dwu tysięcy lat miał kilka różnych znaczeń, począwszy od rzymskiego tłuczniaka do znaczenia nam współczesnego¹⁰. Niektóre z tych znaczeń zastępowały się kolejno, inne — długo współistniały.

Dokonując przekładów źródeł rzymskich, a w szczególności znanego cytatu z Pliniusza Starszego o przyczynie destrukcji budowli w Rzymie, wszyscy autorzy, począwszy od Loriota, budowniczego wersal-

⁹ S. A. Szukariew, *Otzyw o monografii I. L. Znaczkó-Jaworskogo „Oczerki istorii wiazuszczich [...]”, predstavlennoj w kaczestwie dissertacii na soiskanie uczenoj stiepieni doktora tiechniczeskich nauk. W: Matieriaty zasiedanija Učenogo soiweta Instituta chimii silikatow AN SSSR ot 28 I 1965 po zaszcitije dissiertacii I. L. Znaczkó-Jaworskogo. Leningrad 1965.*

¹⁰ Por. np.: I. L. Znaczkó-Jaworski, *Badania doświadczalne [...]*, ss. 377—378.

skich fontann, którego praca została opublikowana w 1774 r., zazwyczaj nadają terminowi *caementa* znaczenie dziś używane — zaprawy (lub cementu). Badania wykazały jednak niezbitie niesłuszność takiego tłumaczenia, gdyż Rzymianie nadawali słowu „cement” pierwotne jedynie znaczenie: tłucznia, kamienia polnego itd. Oprócz tego udało się ustalić, że użycie tego terminu w nowym znaczeniu — zaprawy, spoiwa czy cementu — nie pochodzi od Loriota (jak się zazwyczaj uważa), ale pojawia się w łacińskich tekstach już w IV w. (Hieronim ze Strydonu w przekładzie *Biblii*), chociaż w niektórych wypadkach jeszcze w XVIII w. termin ten był stosowany w pierwotnym znaczeniu.

Badania lingwistyczne pozwoliły zatem na prześledzenie „etymologicznej” historii cementu, na rozszyfrowanie sensu tego terminu wedle źródeł z różnych okresów oraz na skorygowanie ogólnie przyjętego błędnego jego pojmowania i wynikających stąd błędnych poglądów na historię spoiw. Niekiedy do tego celu było konieczne doświadczalne zbadanie odpowiednich źródeł rzeczowych.

Nie uzasadniona interpretacja terminów „cement”, „sement”, spotykanych w archiwalnych źródłach z XVIII w., doprowadziła do zakorzonego w radzieckiej literaturze lat 1951—1957 efektownego wniosku o przemysłowej produkcji i stosowaniu cementu hydraulicznego w Rosji już w czasach Piotra Wielkiego, a zatem znacznie wcześniej aniżeli w Anglii i w innych krajach. Jednakże studia językoznawcze, poparte zbadaniem dodatkowych źródeł pisemnych oraz analizami petersburskich zapraw, doprowadziły do wniosku, iż „cement” z czasów Piotra Wielkiego był niczym innym, jak tylko drobno zmieloną, niekiedy paloną, aktywną (glinit, cegła, węglany itd.) domieszką do spoiwa, którym było wapno hydrauliczne. Było ono w Rosji efektywnie i w sposób ściśle znormalizowany stosowane na kilkadziesiąt lat przed pracami Smeatona, a zatem wtedy, gdy w innych krajach nadal używano odziedziczone po Rzymianach wapno powietrzne z aktywnymi domieszkami.

Efektowne angielskie określenie *History is bottled up in words* („Historia jest zamknięta w słowach jak w butelce”) okazuje się nie pozbawione podstaw.

VI

Historia nauki i techniki świadczy o tym, że nie tylko starożytne materiały konstrukcyjne i budowlane, ale często i te, które są uważane za osiągnięcia najnowsze, mają swoją historię i — ściśle mówiąc — filozofię rozwoju ¹¹.

Historia rozwoju spoiw budowlanych daje podstawę do uznania, że specyficzną jego ideą — przejawiającą się w ciągu wieków i tysiącleci, niezależnie od poziomu rozwoju przemysłowego i społecznego ludzkości — było zastąpienie kamienia naturalnego — kamieniem sztucznym, tj. zaprawą, betonem, żelbetem, a zatem materiałami o założonych własnościach mechanicznych i uniwersalnym zastosowaniu. W ciągu owych ty-

¹¹ Por.: tenże, *Nowyje matieriaty w sowriemiennom i istoriczeskom aspiectach*. W: *Nowyje matieriaty w technike i naukie. Proszioje, nastojaszczeeje, buduszczeeje*. Moskwa 1966, ss. 38—54.

sięcleci odbywał się swoisty obieg zamknięty, który w liniowym rozwinięciu można przedstawić następująco:

kamień naturalny (wytrzymały, nieplastyczny, trudny do obróbki dożądanego kształtu i wymiarów)	→	spoiwo (proszek)	→	ciasto budowlane (plastyczne, łatwo przyjmujące dowolne kształty i wymiary)	→	sztuczny kamień (twardy, zachowuje kształt i wymiary, jego cechy mechaniczne i skład w miarę upływu czasu zbliżają się do kamienia naturalnego)
---	---	---------------------	---	--	---	--

Ten schemat ogólny można zezemplifikować dla prostszych monomineralnych materiałów wiążących.

Dla gipsu:

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	→	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	→	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
(wyjściowy kamień gipsowy)		(gips półwodny)		(stwardniały kamień gipsowy)
	↓		↓	
	dehydratacja przy wypale		hydratacja przy twardnieniu	

Dla wapna powietrznego:

CaCO_3	→	CaO	→	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	→	CaCO_3
(wapień wyjściowy)		(wapno palone)		(wapno gaszone)		(stwardniały kamień wapienny)
	↓	↓	↓	↓		
	dekarbonizacja przy wypale	hydratacja (gaszenie)		karbonizacja przy twardnieniu		

Dla spoiw polimineralnych (wapno hydrauliczne, cement romański, cement portlandzki) schematy takie komplikują się, ale odpowiadają tejże idei przetworzenia naturalnej skały w materiał wiążący, a następnie w zarobione wodą spoiwo i kolejno w kamień sztuczny, bliski naturalnemu.

W odróżnieniu przy tym od współczesnej produkcji tworzyw sztucznych, opartej o najnowsze osiągnięcia chemii, wykorzystanie sztucznych materiałów wiążących zamiast materiałów naturalnych powstało przed tysiącletiami bez podstaw naukowych, lecz na podstawie twórczej intuicji mas ludowych.

*

Badacze nieraz przekonywali się o tym, że źródła pisemne nie są wystarczające przy opracowaniach w dziedzinie historii różnych gałęzi nauki i techniki, przy rozstrzyganiu więc poszczególnych zagadnień uciekali się do doświadczalnego badania źródeł rzeczowych, tj. znalezisk archeologicznych, próbek pobranych z zabytków architektury, pozostałości surowców, produktów i odpadów dawnej wytwórczości¹².

¹² Por.: tenże, *Ekspierimentalnyje metody w issledowanijach po istorii nauki i techniki*, W: *Actes du XI^e Congrès International d'Histoire des Sciences*, Varsovie — Toruń — Kielce — Cracovie, 24—31 Août 1965. T. 6. Wrocław — Varsovie — Cracovie 1968, ss. 29—33.

N. N. Stoskowa ustaliła np. za pomocą metalograficznych badań pustych wewnątrz wyrobów z metali kolorowych, pochodzących z okresu przedmongolskiego dawnej Rusi, że były one wykonywane z wielkim kunsztem w specjalnych formach odlewniczych sposobem stosowanym i dzisiaj¹³. Skoordynowanie zaś badań metalograficznych i spektralnych, a częściowo także rentgenostrukturalnych i wytrzymałościowych, jakim poddane zostały dawne metalowe narzędzia i broń, z analizą wielu danych archeologicznych umożliwiło B. A. Kołczinowi odtworzenie obrazu wysockiego rozwoju hutnictwa żelaza i obróbki metali w Rusi przedmongolskiej¹⁴.

Z. A. Szagiejew zbadał wszechstronnie żeliwne szyny kopalnianej kolejnej kolei, zbudowanej w latach 1806—1809. Szyny te były odlewane z żeliwa z dokładnością eliminującą potrzebę dalszej ich obróbki mechanicznej. Miękkie perlitowo-ferrytowe żeliwo z przewagą składnika perlitowego, z wysokim stopniem grafityzacji, niewielką zawartością naturalnych domieszek uszlachetniających oraz nieznaczną domieszką siarki — w trudnych warunkach stuletniej eksploatacji wykazało wysoką odporność na korozję. Rozszyfrowanie procesu technologicznego wykazało przy tym jego racjonalność, sprzyjającą uzyskiwaniu odlewów wysokiej jakości przy znacznej techniczno-ekonomicznej efektywności ich produkcji i stosowania¹⁵.

Na podstawie obszernych chemiczno-technologicznych badań szklanych wyrobów z okresu przedmongolskiego M. A. Biezborodow ustalił znaczny rozwój na Rusi w wiekach XI — XIII produkcji szkła (i materiałów ogniotrwałych), która — zdaniem jego poprzedników — pojawić się miała w Rosji dopiero w XVII w. Na równi ze szkłem wytwarzanym według ogólnie znanej antycznej receptury produkowano wtedy także nieznane ówczesnej zachodniej Europie — szkła potasowo-ołowiowo-krzemionkowe i ołowiowo-krzemionkowe (te ostatnie były również produkowane w ówczesnej Polsce). Stwierdzono także użycie potasu jako alkalizującego składnika szkła, choć dawniej początki produkcji na Rusi potasu datowano dopiero na XV w.¹⁶

Badania materiałów ogniotrwałych, pochodzących z wykopalisk na terenie fabryki szkła kolorowych Łomonosowa w Ust-Rudicy, wykonane przez M. A. Biezborodowa i niezależnie od niego przez W. W. Danilewskiego, rozszerzyły wiedzę o roli wielkiego uczonego w odrodzeniu produkcji artystycznych szkła kolorowych, przerwanej najazdem mongolskim na starą Ruś.

P. M. Łukjanow poddał analizie chemicznej (często mikrochemicznej) i spektralnej farby licznych ikon, fresków i miniatur dawnej Rusi oraz Rosji (z wieków XI — XIX), zbierając obszerny materiał faktograficzny, z którego wyprowadził interesujące wnioski. M. in., po raz pierwszy stwierdzono w ten sposób używanie przez malarzy już w XI w. zawierającej tlenek chromu zielonej farby, najprawdopodobniej wolkon-

¹³ Por.: N. N. Stoskowa, *Litje sposobom „nawyplesk” w driewniej Rusi*. „Woprosy Istorii Jestiestwoznanija i Techniki”, zes. 1, 1956, ss. 151—157.

¹⁴ Por. np.: B. A. Kołczin, *Czernaja mietallurgija i mietalloobrabotka w driewniej Rusi*. „Materiały i Issledowanija po Archieologii SSSR”, zes. 32, 1953.

¹⁵ Por.: Z. A. Szagiejew, *Issledowanije litych rielsov czugunnoj dorogi P. K. Frołowa*. „Trudy Instituta Istorii Jestiestwoznanija i Techniki”, t. 20, 1959, ss. 384—409.

¹⁶ Por.: M. A. Biezborodow, *Stieklodielije w driewniej Rusi*. Mińsk 1956; tenże, *Chimija i technologija driewnich i sriednewiekowych stiekoł*. Mińsk 1969.

skoitu, tj. minerału „odkrytego” w 1830 r. i jeszcze kilkanaście lat temu uważanego za minerał bardzo rzadko spotykany¹⁷.

Wspaniałym przykładem celowego, efektywnego zastosowania współczesnych metod badawczych do poznania dziejów hutnictwa są prace zmarłego niedawno M. Radwana, wykonane przy udziale R. Pleinera, K. Bielenina i innych specjalistów. Te kompleksowe, stojące na wysokim poziomie naukowym prace wykonywane były zespołowo przez przedstawicieli dyscyplin technicznych i humanistycznych. Obejmowały one nie tylko badania źródeł rzeczowych, ale i rekonstrukcję dawnych hutniczych pieców i procesów. Prace te spotkały się — jak wiadomo — z zasłużonym uznaniem w wielu krajach¹⁸.

Podobne badania doświadczalne pozwalają zazwyczaj na ustalenie składników i własności, receptury i technologii dawnych materiałów, na wyjaśnienie ewentualnych zapożyczeń metod technologicznych oraz pojęć dawnych techników o możliwości stosowania poszczególnych materiałów w rozmaitych warunkach itd. Praktykowane jest także odtwarzanie dawnych eksperymentów dla sprawdzenia i sprecyzowania zarówno dawnych pojęć i osiągnięć, jak i wniosków naukowych, wynikających z analizy historycznej prowadzonej na podstawie współczesnego nam stanu wiedzy.

Tak np. J. A. Szejberg na podstawie pracy znanego fizyka W. W. Pietrowa z 1803 r. skonstruował dwudziestą część ogromnej galwanicznej baterii tego uczonego. Na tej podstawie Szejberg ustalił nie znane uprzednio elektryczne charakterystyki baterii i odtworzył doświadczenia Pietrowa nad łukiem elektrycznym i wyładowaniami elektrycznymi w próżni. W rezultacie zupełnie od nowa naświetlona została działalność twórcza W. W. Pietrowa, wykazany jego priorytet w odkryciu łuku elektrycznego oraz rola w stworzeniu podstaw dalszych badań i praktycznych zastosowań elektryczności¹⁹.

J. S. Musabiekow w trakcie badania dziejów syntezy mocznika doszedł do nowej interpretacji ze współczesnego nam punktu widzenia znanej obserwacji F. Wöhlera i potwierdził ją doświadczalnie, uściślając termiczny efekt powstawania mocznika z dwutlenku węgla i amoniaku. W sposób analogiczny, wychodząc z analizy historycznej, J. S. Musabiekow stwierdził i doświadczalnie wykazał, że połączenie teorii budowy trójfenilometanowych barwników z teorią trwałych wolnych rodników pozwoliłoby na wyjaśnienie niektórych niezrozumiałych dotąd własności tych barwników²⁰.

¹⁷ Por.: P. M. Łukjanow, *Istoria chemicznych przemysłów i chemicznej przemysłowości Rosji do końca XIX wieku*. T. 4. Moskwa 1955, ss. 55—58 i 73—74; por. także napisaną przez J. L. Znaczkę-Jaworskiego recenzję pięciu tomów dzieła Łukjanowa w nrze 3/1962 „Kwartalnika”, ss. 353—356.

¹⁸ Por. np. napisane przez W. Różańskiego wspomnienie pośmiertne o M. Radwanie w nrze 3/1968 „Kwartalnika” (ss. 657—664); do wspomnienia tego dołączono wykaz historycznonaukowych i historycznotechnicznych prac M. Radwana.

¹⁹ Por.: J. A. Szejberg, *Zaróżdżenie elektrotechniki w trudach W. W. Pietrowa, jego uczniów i współczesników w Rosji w pierwszej czwartej XIX w. Awtoriefierat kandydatskiej dissertacji*. Moskwa 1953.

²⁰ Por.: J. S. Musabiekow, *Istoriczeskij mietod i chemiczskij eksperiment w istoriko-naucznom issledowanii*. W: VIII Mendelejewskij sjezd po obszcziej i prikladnoj chimii. Riefieraty dokładow i soobsczenij. Zesz. 17. Moskwa 1958, ss. 28—32; por. także sprawozdanie z VIII Zjazdu Mendelejewowskiego w nrze 1/1960 „Kwartalnika”, s. 158.

Odtworzenie zaś zapomnianego doświadczenia na podstawie wspomnianych wyżej badań pozwoliło Z. A. Szagiejewowi na opracowanie składu i technologii produkcji odpornego na korozję żeliwa, przydatnego praktycznie także i obecnie.

*

Archeologowie, na równi z przedstawicielami innych nauk historycznych, okazują ostatnio rosnące zainteresowanie stosowaniem w badaniach historycznych metod eksperymentalnych przy współpracy ze specjalistami z zakresu nauk przyrodniczych i ścisłych²¹.

Pogłębieniu zagadnień związanych ze stosowaniem różnorodnych metod nauk przyrodniczych i technicznych w polowej i laboratoryjnej praktyce archeologii poświęcona była w ZSRR w 1963 r. specjalna ogólnozwiązkowa narada. Miała ona na celu przedyskutowanie metod: względnego i ścisłego datowania zabytków, badania materiałów do historii technologii oraz więzi kulturalnych i ekonomicznych, badania dziejów uprawy roli i hodowli z odtworzeniem dawnego krajobrazu i klimatu, a także wdrożenia metod matematycznych i cybernetycznych do polowych i laboratoryjnych badań archeologicznych²².

Podobne metody pracy wprowadzane są także do historii architektury i techniki budowlanej, przy czym wielu badaczy powołuje się na osiągnięcia uzyskane w tym zakresie w historii spoiw²³.

*

Na wstępie artykułu wspomniana była nowa pograniczna dyscyplina naukowa, powstała w wyniku współdziałania różnych nauk w praktyce badawczej. Zawarty w początkowej części artykułu opis kompleksowych badań z zakresu historii materiałów wiążących daje podstawę do wyznaczenia ważniejszych cech, odrębności i możliwości tej nowej dziedziny.

Kompleksowe badania w zakresie historii nauki, techniki i kultury materialnej znajdują się na styku, w strefie współdziałania różnych dziedzin wiedzy i wymagają bliskiej współpracy przedstawicieli nauk społecznych, technicznych i przyrodniczych. Owa pograniczna dziedzina badań ma w pełni określone założenia i zadania, metodologiczną i metodyczną specyfikę i przeogromne możliwości. W niektórych zwłaszcza wypadkach odsłaniają się perspektywy koordynacji różnych metod badania rozlicznych źródeł historycznych z matematyczno-statystycznymi metodami

²¹ Por. np. pracę B. A. Rybakowa, cytowaną w przypisie 6, a także: B. A. Kołozin, A. L. Mongajt, *Primenienije jestiestwiennno-naucznych metodow w archieologii*. „Woprosy Istorii”, nr 3/1960, ss. 75—87.

²² Większa część materiałów z narady została ogłoszona w pracy zbiorowej *Archieologija i jestiestwiennnye nauki*. Moskwa 1965; por. napisaną przez J. Piaskowskiego recenzję tej pracy w nrze 4/1967 „Kwartalnika”, ss. 822—824.

²³ Por. np.: J. K. Miłonow, *Architektornoje tworczestwo i stroitielnaja tiechnika*. W: *Architektura i stroitielnaja tiechnika*. Moskwa 1960, ss. 3—48; tenże, przedmowa do drugiego zeszytu wydawnictwa nieperiodycznego „Materiały po Istorii Stroitielnoj Tiechniki”, 1962, ss. 3—10. Por. także cytowaną w przypisie 1 recenzję książki I. L. Znaczkowskiego w „Kwartalniku Historii Nauki i Techniki” oraz recenzje tej książki, które ukazały się w czasopismach: „Zement-Kalk-Gips” (nr 3/1964, s. 352), „Silikaty” (nr 4/1964, s. 352), „Cement” (nr 6/1964, s. 25), „Cement-Wapno-Gips” (nr 12/1964, s. 347), „Stroitielnyje Materiały” (nr 5/1965, ss. 34—36), „Woprosy Istorii Jestiestwoznaniija i Tiechniki” (zesz. 20, 1966, ss. 116—117), „Archives Internationales d'Histoire des Sciences” (nr 74—75, 1966, ss. 169—172).

analizy ujawnianych elementów rozwoju nauki i techniki. Z takiego podejścia wynikają istotne następstwa, określające właściwości i wyniki prac.

Kompleksowe wykorzystanie rozmaitych źródeł, badanych uprzednio odrębnie przez każdego specjalistę, umożliwi odtworzenie rozwoju każdej konkretnej gałęzi nauki, techniki lub kultury materialnej na tle ogólnohistorycznego rozwoju ludzkości, w powiązaniu ze społecznymi, gospodarczymi i kulturalnymi warunkami oraz z uwzględnieniem zainteresowań współczesnej nauki, techniki i kultury. W wyniku ujęcia tego typu opracowywany temat uzyskuje różnorodne aspekty — historyczny i współczesny, teoretyczny i praktyczny, społeczno-gospodarczy i historyczno-archeologiczny, lingwistyczny i filozoficzny.

W tych warunkach istnieje możliwość przeprowadzenia szerokiej analizy porównawczej źródeł historycznych różnych rodzajów, stworzenia prawidłowego obrazu rozwoju danej gałęzi nauki czy techniki, sprecyzowania jej historiografii, ujawnienia szkół naukowych i kierunków badań oraz wykazania znaczenia źródeł historycznych dla współczesnej nam teorii i praktyki. Pozwala to także na zrewidowanie ogólnie przyjętych a błędnych pojęć wynikających z jednostronnego podejścia do badanych źródeł i na uzasadnienie nowych wniosków o znaczeniu historycznym i współczesnym.

Badania kompleksowe prowadzą zarazem do szerokich historycznych i metodologicznych uogólnień, nabierając w ten sposób charakteru teoretycznego. Jednocześnie — co jest szczególnie ważne — pozwalają one na bardzo nieraz istotne bezpośrednie wnioski o współczesnym, teoretycznym i praktycznym znaczeniu dla dalszego postępu nie tylko badanej gałęzi nauki czy techniki, ale i innych, z nią powiązanych. W ten sposób powstaje podstawa do korekty zwyczajowych pojęć o przedmiocie i zadaniach, źródłach i metodach badawczych historii nauki, techniki i kultury materialnej.

Tak oto, wraz z opracowywaniem określonych zagadnień, tworzy się i zdobywa uznanie nowy kompleksowy kierunek badawczy historii nauki, techniki i cywilizacji, mający ważne znaczenie dla prac nad powszechną historią kultury, a w szczególności dla ustalenia wkładu narodów wschodnioeuropejskich i nieeuropejskich w jej rozwój.

Warunki kompleksowego badania na styku nauk sprzyjają również opracowywaniu zagadnień gospodarczych i społeczno-kulturalnych postępu naukowo-technicznego oraz zagadnień wynikających ze współdziałania nauk przyrodniczych, technicznych i społecznych. Opisowo-faktograficzny charakter prowadzonych dawniej jednostronnych badań ustępuje zatem ustalaniu mniej lub bardziej ogólnych prawidłowości rozwoju.

A więc — nie wyda się paradoksem twierdzenie, że postęp nauki jest w znacznym stopniu uzależniony od współdziałania nauk.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАУК В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО ИСТОРИИ НАУКИ, ТЕХНИКИ И МАТЕРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ

Важнейшей задачей истории науки и техники, наряду с исследованием их прошлого, становится также содействие дальнейшему их развитию. Это достижимо как непосредственным использованием или учетом ценного наследия прошлого в современной практике,

так и методологически-перспективными разработками на основании анализа прошлого. Однако решение новых задач требует привлечения и новых, прогрессивных методов исследования, эффективных и для выполнения традиционных задач чисто исторического характера.

Поиски ответа на некоторые вопросы, возникшие в связи с исследовательской практикой в области современных цементов, побудили автора к исследованию всеобщей истории вяжущих веществ для того, чтобы связать их прошлое с настоящим и выяснить возможности использования исторического опыта в современной практике. При этом традиционное историко-литературное изучение предмета по письменным источникам потребовалось сочетать с экспериментальным исследованием вещественных источников — вяжущих, растворов и бетонов из сооружений разных времен и народов — и с историко-этимологическим изучением специальных терминов, изменявшихся на протяжении двух последних тысячелетий по форме и значению.

Проведенное комплексное исследование привело к изложенным в статье новым выводам исторического и современного значения не только для истории вяжущих, цемента, бетона, но и для современной их химии и технологии, а также для истории архитектуры и строительства, цивилизации, для археологии и исторической науки.

Комплексные исследования по истории науки, техники и материальной культуры находятся на стыке и в зоне взаимодействия различных областей знания и требует тесного сотрудничества представителей естественных, технических и гуманитарных наук. Они связаны с развитием новой пограничной области науки, имеющей определенные предпосылки, задачи, методологические и методические особенности и наибольшие возможности.

Комплексное использование различных, ранее порознь применявшихся различными же специалистами, источников позволяет воссоздавать исчерпывающую картину истории развития отраслей науки, техники и культуры на фоне общесторического развития человечества и с учетом интересов современности.

Такие исследования имеют разнообразные аспекты, приводят к широким обобщениям и предельно способствуют как всесторонней разработке истории науки, техники и культуры, так и современному их развитию. Условия комплексного „стыкового” исследования наиболее благоприятны также для разработки экономических, социально-культурных и специальных проблем научно-технического прогресса и вопросов взаимодействия естественных, технических и общественных наук.

Прогресс науки в значительной мере зависит от взаимодействия наук.

ABOUT THE COOPERATION OF VARIOUS SCIENCES IN RESEARCH CONCERNING THE HISTORY OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND MATERIAL CULTURE

One of the most important tasks of the history of science and technology is to promote their further development, this task is as important as the research concerning their history. This is possible either by making immediate use of and including the past achievements in contemporary practice or thanks to methodological-perspective studies completed on the basis of a critical analysis of the past. In order to find solutions to new problems it is necessary to apply new, progressive research methods which would be equally effective with old, traditional problems of a strictly historical nature.

Encouraged by the quest for solutions to certain problems which occurred in connection with studies dealing with contemporary cements, the author undertook research in the field of the general history of joining materials; he wanted to explain the possibilities of making use of historical experience in contemporary practice thanks to the comparison between the past and present of these materials.

At the same time the author studied the subject from a historical point of view on the basis of written sources, he also studied concrete mortars and binding materials which were taken from buildings originating from various periods as well as from the works of various people; he also studied the terminology from a historical-etimological point of view. This terminology had changed during the course of two thousand years both in its contents and form.

The complex research led to new conclusions of great importance from a historical and contemporary point of view. These conclusions, presented in the article, are of importance not only to the history of joining materials, cement and concrete, but also to contemporary chemistry and technology and also to the history of architecture and building, to the history of civilisation, to archeology and historical sciences. They are connected with the development of a new, marginal science which has definite methodological premises, methodical distinctions and the greatest possibilities.

The fact that sources which were previously adapted by various specialists seperately can be examined universally makes it possible to reconstruct a full picture of the development of various branches of science, technology and culture on the background of the general historical development of mankind, taking into consideration the interest of the present day.

Such research has various aspects which lead to great generalisations and especially usher in both universal studies concerning the history of science, technology and culture, as well as their contemporary development. The circumstances of a complex "abutment" research are especially useful to economical, socio-cultural studies and research on special scientific-technological problems of advance as well as problems concerning the coordination of natural, technical and social sciences. The progress of Science depends, to a great degree, on the coordination of its various branches.