

Z kart historii:

Twórcy cementu portlandzkiego cz. II

Rozwój produkcji naturalnych spoiw hydraulicznych, w tym cementu romańskiego (cementu naturalnego) ograniczała w Europie niewielka liczba złóż surowców zupełnych, które mogły być eksploatowane w sposób opłacalny oraz niewystarczające wielkości zasobów tych złóż. Równocześnie powszechność występowania łatwo się szlamującej kredy, margli oraz glin zachęcała do podejmowania prób tworzenia mieszanin surowcowych, które po wypaleniu dałyby materiały wiążące o cechach użytkowych nie gorszych niż właściwości naturalnych spoiw hydraulicznych. Niebagatelne znaczenie miało również dążenie do obniżenia cen spoiw. Próby tworzenia sztucznych mieszanek surowcowych podejmowane były już w pierwszym dziesięcioleciu XIX wieku. W 1810 roku Edgar Dobbs opatentował sztuczne spoiwo hydrauliczne, które mogło być wytwarzane w wyniku wypalania mieszanin wielu różnych surowców, w tym mieszaniny zmielonego wapienia i wapiennego pyłu tworzącego się na drogach (*road dust*) z surowcami ilastymi.

Wśród pionierów rozwoju sztucznych hydraulicznych materiałów wiążących na szczególną uwagę zasługują Louis Joseph Vicat (1786-1861) – twórca i propagator sztucznego wapna hydraulicznego oraz James Frost (1780?-1840?), który opatentował i rozwinął produkcję spoiwa o nazwie *British cement*. Nazwa kolejnego sztucznego spoiwa hydraulicznego – *Portland cement* jest natomiast związana nierozdzielnie z historycznym patentem Josepha Aspdina z 1824 roku oraz późniejszymi dokonaniem Williama Aspdina i Isaacka Charlesa Johnsona.

Louis Joseph Vicat

Louis Joseph Vicat był wszechstronnie uzdolnionym inżynierem, absolwentem *École Nationale des Ponts et Chaussées*. W 1812 roku podjął się wybudowania ważnego strategicznie mostu na rzece Dordogne w Souillac w Akwitanii. Zadanie nie należało do łatwych. Częste przybory wód i niestabilne dno rzeki potęgowały trudności w posadowieniu filarów mostowych. Konieczne było zastosowanie hydraulicznych materiałów wiążących o dużej wytrzymałości i trwałości. Olbrzymim problemem były niedobry finansowe. Trwała wojna. Skarb państwa francuskiego był pusty. Brak funduszy zahamował prace budowlane, lecz paradoksalnie ufa-

twił L. Vicatowi przeprowadzenie wielu czasochłonnnych badań prowadzących do uzyskanie relatywnie taniego spoiwa hydraulicznego zapewniającego rzetelne wykonanie planowanych prac. Wyniki badań stały się tematem obszernego opracowania: *Memoire sur la fabrication artificielle des chaux hydrauliques* opublikowanej w *Annales de Chimie* w 1817 roku oraz perfekcyjnego raportu: *Recherches expérimentales sur les Chaux de construction, les Bétons et les Mortiers ordinaires*, w którym Vicat przedstawił Francuskiej Akademii Nauk w najdrobniejszych szczegółach nie tylko metody wytwarzania sztucznego wapna hydraulicznego i kształtowania jego cech użytkowych na założonym poziomie, ale również wskazał kryteria oceny doboru surowców do jego produkcji oraz najważniejsze sposoby przygotowania zapraw wapienno-piaskowych. Zaprezentował także przyrządy badawcze, które powinny być użyte do oceny jakości spoiw i zapraw. Jednym z tych przyrządów był używany do dzisiaj aparat Vicata, służący do oznaczania czasu wiązania spoiw mineralnych. Raport został w pełni zaakceptowany przez członków Francuskiej Akademii Nauk w lutym 1818 roku i zyskał wiele pochwał, w tym również od Josepha Louisa Gay-Lussaca. Wyprodukowane w oparciu o wskazania Vicata sztuczne wapno hydrauliczne doskonale zdało egzamin. Budowę konstrukcji nośnej mostu w Souillac ukończono w 1822 roku. Most został oddany oficjalnie do użytku 1 stycznia 1824 roku. Tworzy go siedem przęseł o rozpiętości 22 m każde. Jego całkowita długość wynosi 180 m, zaś szerokość – 9 m. Jest pierwszym mostem na świecie, do budowy którego użyto sztucznego spoiwa hydraulicznego. Użytkowany jest do dzisiaj. Badania poprzedzające jego remont w 2014 roku, potwierdziły zadawalający stan filarów mostowych wybudowanych przez Vicata.

Vicat świadomie nie podjął starań o opatentowanie rezultatów swych badań i chętnie upowszechniał wszelkie informacje dotyczące technologii sztucznego wapna hydraulicznego. Wychował wielu zdolnych naśladowców. Motywy jego działania były jak najbardziej altruistyczne. Pragnął umożliwić szybki i powszechny rozwój produkcji taniego, sztucznego wapna hydraulicznego, zakładając, że o ile produkcja naturalnych materiałów wiążących ma znaczenie regionalne, to dostępność i powszechność surowców, z których wytwarzane będą sztuczne materiały wiążące, uczyni je produktami o globalnym charakterze. Podobne motywy skłoniły Vicata do wydania szeregu opracowań książkowych, w których odstaniał tajniki wytwarzania i stosowania wapna hydraulicznego oraz innych sztucznych materiałów wiążących. Prace te zawierają wiele informacji, które w sposób bezpośredni można odnieść również do produkcji cementu, w tym zalecenia dotyczące przygotowania namiarów surowcowych (wspólne mielenie na mokro surowców wapiennych i ilastych), ich uziarnienia oraz homogenizacji.

Ślusnie zakładając, że wypalenie mieszanin wapieni i minerałów ilastych prowadzi do powstania nowych, nadających właściwości hydrauliczne wypalonym materiałom związków chemicznych, które nie występują

Louis-Joseph Vicat (1786-1861)
(Źródło: <http://files1.structurae.de/files/photos/vicat01.jpg>)



w układzie wapno-pucolana, Vicat wskazywał jednak na celowość ograniczenia zawartości składników ilastych w namiarze surowcowym oraz temperatury wypalania. Wynikało to z obawy przed nadmiernym spiekaniem się materiału, a tym samym znaczącym ograniczeniem możliwości jego „gaszenia”, co pociągałoby za sobą konieczność mielenia wypalonego materiału. Podwyższenie temperatury wypalania oraz mielenie generowało dodatkowe koszty, czego Vicat starał się unikać. Rozumowanie takie, jak najbardziej poprawne, zamykało jednak drogę do uzyskaniaklinkieru, z którego można było wyprodukować „prawdziwy” cement portlandzki. Obszarami zainteresowań zawodowych Vicata były również problemy destrukcji materiałów budowlanych w środowisku morskiej wody oraz zabezpieczenia przed rozciąganiem lin stalowych w konstrukcjach mostów wiszących.

Dokonania Vicata wywarły ogromny wpływ na rozwój produkcji materiałów wiążących. Louis J. Vicat cieszył się powszechnym szacunkiem, w tym również wśród znakomitości epoki o zainteresowaniach odległych od problemów budownictwa. Z wielkim uznaniem pisał o nim między innymi Honoriusz Balzak. Za swą działalność Vicat otrzymał szereg odznaczeń, nagród i wyróżnień we Francji i innych krajach. W 1821 roku został kawalerem Legii Honorowej, zaś w 1833 roku członkiem korespondentem Francuskiej Akademii Nauk. Jego nazwisko znajduje się na fryzie pierwszego piętra wieży Eiffla wśród 72 nazwisk innych wielkich uczonych działających w latach 1789-1889. Przez wiele lat pracował razem ze swym synem Josephem Bertrandem (1821-1902), pod kierownictwem którego w dolinie Gresse w pobliżu Grenoble wybudowany został w 1853 roku doświadczalny piec i rozpoczęto produkcję cementu portlandzkiego. Udany eksperyment dał początek istniejącej do dziś rodzinnej firmie VICAT. Wspólnym dziełem Louisa J. Vicata i Josepha B. Vicata jest pierwszy na świecie most wykonany całkowicie z betonu, wybudowany w ogrodzie botanicznym w Grenoble w 1855 roku. Kolejnym wyrazem uznania dla historycznych już osiągnięć L. Vicata było zwodowanie w 1944 roku statku o betonowym kadłubie noszącego jego imię.

Dzieła Louisa J. Vicata bardzo szybko znalazły twórczych kontynuatorów. Jednym z nich był Antoine Raucourt de Charleville (1789-1841), który prowadząc prace budowlane w porcie tulońskim w latach 1819-1820, potwierdził możliwość zastąpienia zapraw z wapna powietrznego i drogich pucolan włoskich przez znacznie tańsze zaprawy z wapna hydraulicznego, uzyskanego z wapieni prowansalskich. Wyniki tych prac stały się podstawą wydania przez francuskie władze państwowe zarządzenia, które nakazywało, aby do wykonywania podwodnych części budowli morskich jako spoiwo było używane wyłącznie sztuczne wapno hydrauliczne. W 1821 roku A. Raucourt de Charleville został zaproszony do Petersburga, gdzie kontynuował swoje prace oraz prowadził wykłady w Instytucie Korpusu Inżynierów Komunikacji. Jego dziełem był między innymi most na Narwie. Prace zakończone pełnym sukcesem wykonywane były w bardzo trudnych warunkach (bystry prąd rzeki i duża jej głębokość). Jako spoiwa użyto sztucznego wapna hydraulicznego otrzymanego z lokalnych surowców. Wyniki swych badań oraz spostrzeżenia z prac budowlanych we Francji i Rosji Raucourt de Charleville opublikował w Petersburgu w 1822 roku w obszernym traktacie: „*Traité sur l'art de faire de bons mortiers et notions pratiques pour en bien diriger l'emploi*”. Autor dzieła był perfekcjonistą i zdawał so-

bie doskonale sprawę, że traktat tworzony w pośpiechu nie jest doskonały, lecz jest „pracą w toku”, dlatego też po powrocie do Francji dokonał szeregu zmian i opracował drugie jego wydanie, które ukazało się w 1828 roku. Książka miała duże powodzenie w wielu krajach. W 1831 roku została przetłumaczona i wydana w Niemczech. Raucourt de Charleville będący gorliwym propagatorem idei Vicata również nie zalecał wypalania surowca w temperaturze, która uniemożliwiała szybkie gaszenie wapna. Uważał, podobnie jak Vicat, iż ograniczenie to pozwalające na rozdrobnienie materiału w wyniku przejścia CaO w Ca(OH)_2 jest nieodzownym warunkiem niskich kosztów produkcji wapna hydraulicznego (mniejsze zużycia paliwa, eliminacja mielenia wypalonego materiału).

James Frost

James Frost doskonale łączył uzdolnienia inżyniera-eksperymentatora ze zdolnościami biznesowymi. W 1807 roku założył w Harwich fabrykę produkującą cement romański. Chcąc obniżyć koszty wytwarzania spoiwa udanie eksperymentował, zamieniając naturalny surowiec zupełny na sztucznie przygotowane mieszaniny wapieni i surowców ilastych, osiągając sukcesy prawdopodobnie jeszcze przed 1810 rokiem. Patent na sztuczne spoiwo hydrauliczne, które nazwał *British cement*, uzyskał jednak dopiero w 1822 roku. Patent ten zatytułowany „*Specification for Cement or Artificial Stone*” zawierał opis składu surowcowego i oraz warunki jego obróbki termicznej. Surowce były wypalane w relatywnie niskiej temperaturze, która zapewniała całkowity rozkład węgla wapnia, nie powodując jednak spiekania materiału z udziałem fazy ciekłej, co właściwie eliminowało możliwości powstania alitu. Wytwarzany w ten sposób *British cement* osiągał stosunkowo niskie wytrzymałości, był jednak spoiwem relatywnie tanim.

W 1825 roku Frost uruchomił fabrykę w Swanscombe, w hrabstwie Kent, która produkowała zarówno cement romański, jak i *British cement*. Był w tym czasie jednym z największych wytwórców cementu romańskiego na Wyspach Brytyjskich. Zrealizował wiele zleceń rządowych, w tym dostawy cementu do prac przy budowie pierwszego tunelu pod Tamizą. Wiele uwagi poświęcał przygotowaniu namiaru surowcowego. Jako surowce wykorzystywał miękką kredę lub margle oraz łatwo szlamujące się surowce ilaste. Adoptując do warunków cementowni opracowaną przez Vicata (którego odwiedził prawdopodobnie między rokiem 1822 a 1825) mokrą metodę przygotowania namiaru surowcowego, udoskonalił szlamatory oraz sposoby uzyskiwania homogenicznego szlamu surowcowego i usuwania z niego ziaren o nadmiernych wymiarach. Był autorem ponad dwudziestu patentów. Rozwiązania techniczne opracowane przez Frosta miały duże znaczenie dla rozwoju produkcji cementu portlandzkiego. Wiele z nich było wykorzystywanych przez niemal dwieście lat w cementowniach produkujących cement portlandzki metodą mokrą.

W 1832 roku James Frost sprzedał fabrykę w Swanscombe J.B. White'owi i wyemigrował do Nowego Jorku, gdzie pracował w budownictwie, publikując również rozprawy o spoiwach wapiennych.

Marek Gawlicki

**Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych
w Warszawie**

**Oddział Inżynierii Procesowej Materiałów
Budowlanych w Opolu**