

STANISŁAW POKRZYK
Instytut Metalurgii Żelaza

POMIAR NAPIĘCIA POWIERZCHNIOWEGO CIECZY
METODĄ WYPORU HYDROSTATYCZNEGO

Streszczenie. Wykazano na drodze teoretycznej nieścisłość w obecnie używanej formie zapisu podstawowego prawa wyporu. Nieścisłość ta, spowodowana napięciem powierzchniowym cieczy, kątem zetknięcia cieczy z ciałem stałym oraz napięciem międzyfazowym ciecz - ciało stałe, stała się podstawą do rozważań teoretycznych prowadzących do nowej metody pomiaru.

Opisano przebieg i wyniki doświadczeń potwierdzających słuszność rozważań teoretycznych.

1. Rozważania teoretyczne

Wycobraźmy sobie drucianą ramkę, której jedna z krawędzi jest ruchoma. Na ramkę naniesiono cienką błonkę mydlaną, próbując odciągnąć ruchomy człon ramki na odległość dx . Aby to uczynić trzeba wykonać elementarną pracę

$$dL = 2n \sigma dx, \quad (1)$$

gdzie:

$2n\sigma$ - siła pochodząca od błonki,

dx - elementarne przemieszczenie,

n - szerokość ramki.

Siła $2n\sigma$ (rys. 1) ma zwrot przeciwny niż przyłożona siła zewnętrzna F .

Analiza rozkładu sił przedstawionych na rysunku 3a pozwala ustalić, że oprócz siły wyporu i napięcia powierzchniowego, pływające ciało doznaje oddziaływania $q = l\sigma \cos\psi$, związanego z kątem zetknięcia ψ ciała stałego z cieczą. Oprócz tego na ciało pływające oddziałuje jeszcze siła $\sigma_2 l$, pochodząca od napięcia międzyfazowego, "ciecz - ciało stałe"; siła ta ma jednakowy zwrot dla zwilżających i niezwilżających cieczy, zgodny ze zwrotem siły ciężkości.

Na rysunku 3 przez $\sigma_1, \sigma_2, \sigma$ oznaczono odpowiednio napięcia międzyfazowe "powietrze-ciało stałe", "ciecz - ciało stałe" oraz "ciecz-powietrze"; q - rzut pionowy siły $l\sigma$, zaś θ - kąt zwilżania, $\cos\theta = (\sigma_1 - \sigma_2)/\sigma$. Uwzględniając powyższe rozważania otrzymujemy następujące wzory:

$$W = \gamma v_z \pm \sigma l (1 + \cos\psi) - \sigma_2 l, \quad (4)$$

$$x = g v_z \pm \frac{\sigma l}{g} (1 + \cos\psi) - \frac{\sigma_2 l}{g}. \quad (5)$$

Znak "+" obowiązuje dla cieczy niezwilżających, ponieważ siła q ma zwrot zgodny z siłą W i siłą σl , a więc siły te zmniejszają głębokość zamurzenia pływającego ciała. Znak "-" dotyczy cieczy zwilżających, jako że siły σl i q przeciwdziałają sile wyporu W , powodując wzrost głębokości zamurzenia.

Kontynuując powyższą analizę można wyprowadzić dalsze wzory, służące do pomiaru napięć powierzchniowych ciekłych substancji.

Ogólnie słuszny jest wzór

$$\sigma = \pm \frac{(v_t - v_z) \rho g \pm l \sigma_2}{l (1 \pm \cos\psi)}, \quad (6)$$

górne znaki dotyczą cieczy niezwilżających, dolne - zwilżających.

W przybliżeniu można przyjąć

$$\sigma = \frac{(V_t - V_z) \rho g}{1} \quad (7)$$

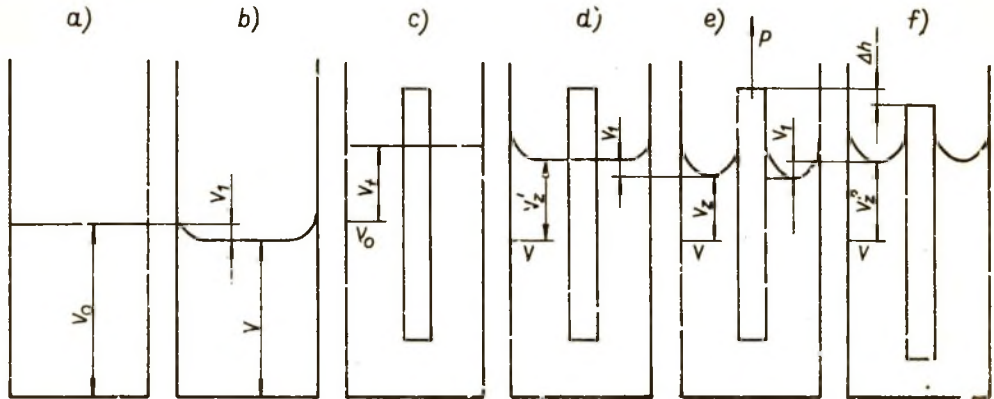
Dla wyjaśnienia tego uproszczenia przeanalizujemy jeszcze raz schemat przedstawiony na rys. 3a i 3b.

W stanie równowagi (rys. 3a) objętość zanurzenia V_z będzie mniejsza od objętości teoretycznej V_t o wielkość wprost proporcjonalną do sumy sił $\sigma l + \sigma l \cos \psi$, współdziałających z siłą wyporu. Mierząc wartość V_z i obliczając V_t z zależności (2), otrzymujemy różnicę wartości objętości $\Delta V = V_t - V_z$. Przy dokładnym liczeniu wartości należy odjąć od wartości $\Delta V \rho g$ wartość $\sigma \cos \psi$. Wielkość $l \sigma_2$ zmniejsza wartość siły W , w związku z tym wartość $l \sigma_2$ należy dodać do wartości $\Delta V \rho g$.

Dla cieczy zwilżających mechanizm zjawiska jest odwrotny, obserwujemy tu wzrost objętości zanurzenia, a wielkość V_z będzie większa od V_t , zaś $\Delta V < 0$. Suma sił $\sigma l + \sigma l \cos \psi + \sigma_2 l$ przeciwdziała sile W , (rys. 3b) przyczyniając się do wzrostu głębokości zanurzenia pływającego ciała.

Na zakończenie tych rozważań opiszemy dokładnie rysunek 4. Rysunek 4a przedstawia naczynie, w którym znajduje się ciecz idealna ($\sigma = 0$); V_0 jest objętością zawartej cieczy, która zmniejsza się do wartości V , gdy cieczy przywrócimy rzeczywiste własności (rys. 4b). Na rysunku 4c pokazano zanurzone ciało w cieczy idealnej; V_t jest objętością zanurzonego ciała, która odpowiada wielkości liczonej wzorem (2) [3], a więc jest to objętość teoretyczna. Rysunek 4d przedstawia pomyślany przypadek zanurzenia w cieczy, która w stosunku do naczynia zachowuje się jak ciecz rzeczywista, a w stosunku do próbki jak ciecz idealna; wówczas objętość zanurzenia $V'_z = V_t$. Rysunek 4e obrazuje rzeczywistą objętość zanurzenia. Widzimy, że objętość V_z jest mniejsza od V'_z o war-

tość objętości menisku V_1 , przy czym $V_z < V_t$. Należy zwrócić uwagę, że mechanizm przebiegu zjawiska, przedstawiony na rysunku 4e, jest tylko wtedy zgodny z powyższym opisem, gdy ciało stałe



Rys. 4. Graficzne przedstawienie przebiegu zjawiska zanurzenia ciała stałego w cieczy oraz swobodnego pływania

nie pływa swobodnie po powierzchni cieczy, lecz jest zamurzona. Siła P w stanie równowagi musi być równa:

$$P = Q + Q_m - W + \sigma_2 l, \quad (8)$$

gdzie:

Q - ciężar ciała zanurzanego,

Q_m - ciężar menisku cieczy na obwodzie zanurzanego ciała.

Wreszcie rysunek 4f przedstawia ciało pływające swobodnie, objętość V_z zwiększa się do wartości $V_z' + V_1$, powodując zwiększenie głębokości zanurzenia o wielkość Δh , a objętość $V_z^{(P)} = (m_0 + m_m)/\rho$, gdzie m_0 - masa pływającego ciała, m_m - masa cie-

czy zawartej w menisku utworzonym wokół pływającego ciała, $V_z^{(F)}$ - objętość części zamurzonej ciała pływającego.

Zatem

$$V_z^{(P)} = V_z' + V_1, \text{ czyli } V_z^P > V_t, \text{ zaś } \Delta V < 0.$$

2. Opis doświadczeń

Część doświadczalna pracy została wykonana w czterech etapach, z których trzy dotyczą cieczy niezwilżających, zaś czwarta - zwilżających.

Etap I. Pierwsze eksperymenty miały udzielić odpowiedzi, czy spostrzeżenie dotyczące współdziałania siły wyporu z siłą napięcia powierzchniowego jest słuszne i możliwe do zmierzenia. Dlatego też w części tej nie zwracano większej uwagi na dokładność wyników. Jako cieczy użyto rtęci technicznie czystej. Użyte próbki wykonane zostały ze stali konstrukcyjnej zwykłej jakości PN/H-84022, MSt5 i mosiądzu. Te ostatnie poniklowano elektrolitycznie w celu zmniejszenia reakcyjności próbki z rtęcią. Tak próbki jak i miseczka ceramiczna przed użyciem zostały obmyte alkoholem metylowym, następnie wysuszone, zważone z dokładnością do $\pm 0,1$ mg. Kształt użytych próbek był dwójaki, część w postaci walców, a reszta w postaci łoramyrych prostopadłościaków o przekroju prostokątnym. Głębokość zamurzenia mierzono katetometrem z dokładnością $\pm 50 \mu\text{m}$. W momencie pomiaru mierzono zwykłym termometrem temperaturę rtęci z dokładnością $\pm 273,5^\circ\text{K}$. Przy obliczaniu objętości V_t uwzględniano zmianę gęstości rtęci dla danej temperatury pomiaru. Powierzchnię zamurzenia próbek walcowych liczono wzorami

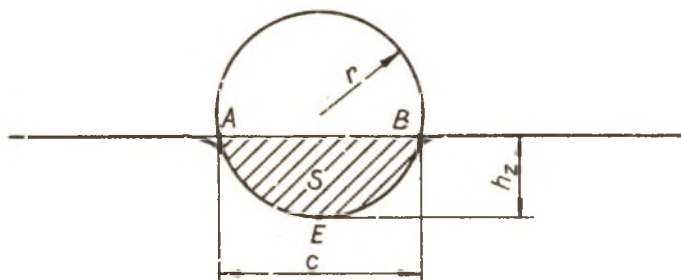
$$S = 1/2 [1 r - c(r - h)],$$

$$c = 2 \sqrt{h(2r - h)}, \quad (9)$$

Tablica 1

Wyniki pomiarów oraz obliczeń dla pierwszego etapu pomiarów

Ip.	Masa $\times 10^{-3}$ kg	Mate- riał	Śred- nica próbki $\times 10^{-3}$ m	Diu- gość prób- ki $\times 10^{-3}$ m	Temp. °K	Gęstość rtęci $\times 10^{-3}$ kg/ m^3	V_t $\times 10^{-3}$ m ³	V_z $\times 10^{-3}$ m ³	ΔV $\times 10^{-3}$ m ³	l $\times 10^{-2}$ m	σ $\times 10^{-6}$ N/m
1	4,5992	MSt5	7,0	15,0	297	13,5364	0,339	0,181	0,158	4,4	476,8
2	4,7671	Mst5	8,0	15,0	297	13,5364	0,426	0,263	0,163	4,6	472,0
3	13,0094	mosiądz	10,0	20,0	304	13,5119	0,962	0,752	0,210	5,94	470,5
4	39,2689	mosiądz	16,0	23,5	308	13,5095	2,901	2,630	0,271	7,7	466,4
5	64,3210	mosiądz	16,0	38,2	307	13,5119	4,760	4,399	0,361	10,78	443,7
6	73,3138	mosiądz	15,0	50,0	308	13,5095	5,423	4,956	0,469	13,0	478,4
7	181,8797	MSt5	18,3	88,1	308	13,5095	13,453	12,775	0,676	19,45	461,0
8	12,2730	mosiądz	30x1	10x5	309	13,5070	0,908	0,630	0,278	8,0	460,3
9	49,3600	mosiądz	30x2	0x10	309	13,5070	3,654	3,300	0,354	10,0	469,0
10	61,8442	mosiądz	50x1	5x10	309	13,5070	4,578	4,125	0,455	13,0	477,5
11	98,7880	mosiądz	40x2	0x15	309	13,5070	7,313	6,960	0,353	10,0	467,7



Rys. 5. Graficzne przedstawienie wielkości występujących we wzorach (10)

gdzie:

- S - pole (część zakreskowana na rys. 5),
- l - długość łuku części zamurzonej $l = AEB$ (rysunek 5),
- o - cięciwa,
- h - głębokość zamurzenia,
- r - promień walca.

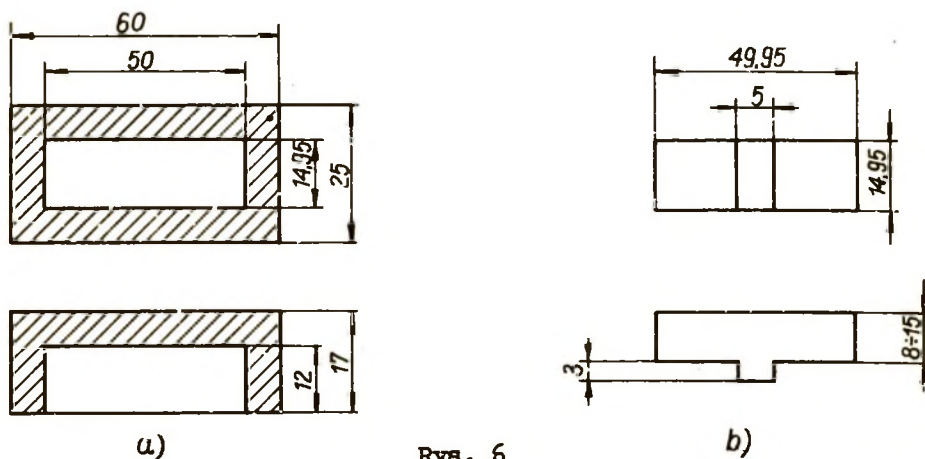
Wartości σ liczone z uproszczonego wzoru (7). Wyniki obliczeń i pomiarów podane są w tabelicy 1.

Etap II. Po otrzymaniu zachęcających wyników w pierwszej serii pomiarów przystąpiono do następnej, bardziej dokładnej. Serię tę poprzedził eksperyment, który miał dać odpowiedź na pytanie, jaki jest wpływ ewentualnej reakcyjności próbek na pomiar wielkości napięcia powierzchniowego. W tym celu przygotowano osłonę z pleksi, a następnie wkładano do niej próbki o różnych masach, wykonane ze stali szynowej o następującym składzie chemicznym: C = 0,50, Mn = 1,56, Si = 0,33, P + S < 0,056%.

Próbki te wkładano kolejno do osłony z pleksi, mierząc V_z . W tych samych warunkach mierzono objętość V_z samej próbki (bez osłony), której powierzchnię oszlifowano do połysku lustrzanego. Zarówno próbki, jak i osłonę czyżczono jak w części pierwszej.

Głębokość zamurzenia mierzono katetometrem z dokładnością $\pm 50\mu\text{m}$, użyta rtęć miała większą czystość (cz.d.a. PN-56/C-80080) niż w pierwszej serii.

Kształt użytych próbek pokazano na rysunku 6, zaś wyniki pomiarów i obliczeń zebrano w tabelicy 2.



Rys. 6

Stosowana w doświadczeniu osłona z pleksi

Kształt i wymiary używanych próbek metalowych

Etap III. Ze względu na małą dokładność pomiaru głębokości zamurzenia wyniki σ podane w tabelicy 2 są nieco większe od rzeczywistych tym niemniej można stwierdzić, że wpływ ewentualnej reakcyjności jest dużo mniejszy od błędu jaki popełniono przy odczycie h_z . Wobec tego w etapie III przystąpiono do dokładnego pomiaru napięcia powierzchniowego. W doświadczeniu tym użyto rtęci o wysokiej czystości (cz.d.a. PN-56/C-80080) i mikrobiurety, na której można odczytać $5 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3$, zaś przy pomocy lupy nawet 1 nm^3 . Próbki wykonano z drutu stalowego St5 i drutu ze stali o składzie Cr = 17,5, Ni = 8,8, C = 0,20, Mn = 0,272, Si = 0,65, P = 0,026 i S = 0,02%. Próbki czyszczone w sposób opisany w poprzednich etapach. Mikrobiuretę, po dokładnym wymyciu, wygrzewano w ciągu dwóch dni po około 6 godzin pod lampą grzewczą

Tablica 2

Wyniki pomiarów oraz obliczeń dla drugiego etapu pomiarów

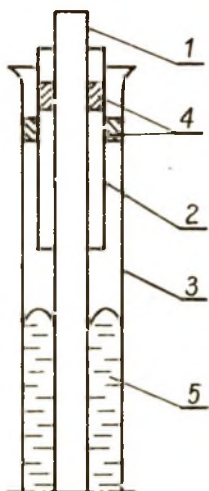
($t = 296,3^{\circ}\text{K}$, $\rho_{\text{Hg}} = 13538,9 \text{ kg/m}^3$)

Ip.	Próbki w oszkonie z pleksi					$\sigma \times 10^{-3} \text{ N/m}$
	masa $\times 10^{-3} \text{ kg}$	$V_t \times 10^{-6} \text{ m}^3$	$V_z \times 10^{-6} \text{ m}^3$	$\Delta V \times 10^{-6} \text{ m}^3$	$L \times 10^{-2} \text{ m}$	
1	61,4515	4,5388	3,9232	0,6156	17,0	481,0
2	73,2861	5,4140	4,7997	0,6143	17,0	480,0
3	84,5386	6,2440	5,6269	0,6171	17,0	482,0

Próbki bez oszkony ($t = ^{\circ}\text{K}$)

1	47,5389	3,5111	3,0435	0,4676	12,95	479,7
2	59,3735	4,3854	3,9167	0,4687	12,93	481,5
3	70,6260	5,2165	4,7486	0,4679	12,94	480,3

w temperaturze ok. 348 °K w celu usunięcia wilgoci. Schemat urządzenia pomiarowego przedstawiono na rysunku 7, a wyniki pomiarów i obliczeń zestawiono w tabelicy 3.



Rys. 7. Schemat aparatury pomiarowej

1 - próbka, 2 - przewodnica szklana,
3 - mikrobiureta,
4 - korek, 5 - rtęć

Współczynnik rozszerzalności liniowej użytych próbek waha się w granicach $1,1 \cdot 10^{-5} + 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ (}^\circ\text{K}^{-1}\text{)}$, zaś dla szkła jenajskiego (w zakresie temperatur $0 + 373 \text{ }^\circ\text{K}$) wynosi $0,081 \cdot 10^{-5} \text{ (}^\circ\text{K}^{-1}\text{)}$, co znacznie przewyższa dokładność pomiaru V_z , jak i pozostałych wymiarów próbek. Wobec tego postanowiono nie uwzględniać tych poprawek. Uwzględniono natomiast zmianę gęstości rtęci dla danej temperatury, przy obliczeniu V_t . Wielkość przyspieszenia ziemskiego przyjęto $9,8107 \text{ m/s}^2$. Przy pomiarze V_z uwzględniono zmianę wielkości obniżenia kapilarnego, spowodowaną zmniejszeniem się średnicy mikrobiurety po wprowadzeniu do niej próbki.

Ponieważ V_z mierzono z dokładnością do 1 mm^3 , wobec tego wartości ΔV , stojące na czwartym miejscu po przecinku, są nieprawdziwe. Jeżeli uwzględnić ten fakt, to otrzymamy wyniki bardziej poprawne, których wartości podano w ostatniej kolumnie tabelicy 3. Drugą przyczyną niezgodności wyników może być fakt pominięcia wpływu kąta ψ .

Wartość napięcia powierzchniowego rtęci, dla temperatury 288°K , wynosi $487 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ [4].

Tablica 3

Wyniki pomiarów i obliczeń dla trzeciego etapu pomiarowego
 ($t = 287,2 \text{ }^\circ\text{K}$, $\rho_{\text{Hg}} = 13561 \text{ kg/m}^3$)

Ip.	Masa $\times 10^{-3} \text{ kg}$	v_t $\times 10^{-6} \text{ m}^3$	v_z $\times 10^{-6} \text{ m}^3$	$\Delta^x v$ $\times 10^{-6} \text{ m}^3$	$2\pi r$ $\times 10^{-2} \text{ m}$	σ $\times 10^{-3} \text{ N/m}$	σ^x $\times 10^{-3} \text{ N/m}$
1	5,0965	0,3758	0,350	0,0258	0,69115	496,6	481,2
2	4,6638	0,3439	0,318	0,0259		498,5	481,2
3	3,5026	0,2582	0,233	0,0252		485,1	481,2
4	2,4882	0,1834	0,158	0,0254		488,9	481,2
5	1,7032	0,1277	0,102	0,0257	0,4639	494,7	481,2
6	2,2470	0,1635	0,146	0,0175		501,8	487,5
7	1,4882	0,1097	0,092	0,0177		507,6	487,5
8	0,7524	0,0554	0,038	0,0174		499,0	487,5

Etap IV - dotyczy cieczy zwilżających. Aby można posługiwać się wzorem (7) musi być spełniony warunek $\Delta V > 0$.

W związku z tym część doświadczalną przeprowadzono zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 4e, realizując pomiar ΔV nie dla ciała pływającego, lecz zamurzonego. W tym celu użyto zwykłej biurety wypełnionej wodą destylowaną, w której zamurzano rurkę szklaną, z jednej strony zatopioną. Długość rurki wynosiła około 25 cm i ϕ $4,1 \times 10^{-3}$ m. Rurkę bez wyjmowania z biurety zamurzano kolejno na głębokość 2,5, 5, 10 i 15×10^{-2} m. Odległości między działkami biurety, które oznaczają $0,1 \mu\text{m}^3$, wynosiły 10^{-3} m, co przy odczycie katetometrycznym z dokładnością $0,05 \times 10^{-3}$ m, daje dokładność odczytu objętości cieczy 5 mm^3 . Dokładność odczytu głębokości zanurzonej próbki wynosiła $\pm 0,1$ mm, co powoduje błąd w odczycie objętości rzędu $\pm 12 \text{ mm}^3$. Próbka przed użyciem została dokładnie oczyszczona alkoholem etylowym (podobnie jak i biureta). Wielkość wzniesienia kapilarnego w biurecie, spowodowana zmniejszeniem się jej średnicy po zamurzeniu w niej badanej próbki, uwzględniono przy pomiarze V_z . Wyniki pomiarów oraz obliczeń podano w tablicy 4.

Wartość σ dla wody w 287°K wynosi $73,64 \times 10^{-3}$ N/m [4].

3. Dyskusja wyników

Z wartości podanych w tablicach od 1 do 4 wynikają dwie bardzo ważne zależności, które w sposób zdecydowany podważają dokładność prawa wyporu dla rozpatrywanego przypadku, tj. dla ciał stałych pływających po powierzchni cieczy.

Pierwsza, to odwrotnie proporcjonalna zależność objętości V_z od długości obwodu styku ciała stałego z cieczą. Zależność druga, to brak wpływu ciężaru ciała pływającego na wielkość ΔV , która z kolei jest wielkością wprost proporcjonalną do długości obwodu.

Tablica 4

Wyniki pomiarów i obliczeń dla czwartego etapu pomiarowego
 ($t = 287,4 \text{ } ^\circ\text{K}$, $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 999,27 \text{ kg/m}^3$)

Lp.	Masa $\times 10^{-3} \text{ kg}$	h_z $\times 10^{-2} \text{ m}$	v_t $\times 10^{-6} \text{ m}^3$	Δv $\times 10^{-6} \text{ m}^3$	v_z $\times 10^{-6} \text{ m}^3$	$2\pi r$ $\times 10^{-2} \text{ m}$	σ $\times 10^{-3} \text{ N/m}$
1	1,9785	15,0	1,980	0,081	1,899	1,2881	61,6
2	1,3190	10,0	1,320	0,101	1,2119	1,2881	76,8
3	0,6595	5,0	0,660	0,088	0,572	1,2881	66,9
4	0,3297	2,5	0,330	0,079	0,251	1,2881	60,1

W oparciu o rozważania teoretyczne i wyniki pomiarów można stwierdzić, że spostrzeżenia poczynione w paragrafie 1 są słuszne. Wobec tego prawo wyporu przestaje być ściśle dla rozpatrywanego przypadku. Prawo to jest szczególnym przypadkiem bardziej ogólnego prawa, które można zapisać w postaci wzoru (6) albo zdefiniować następująco: ciało stałe pływające po powierzchni cieczy traci pozornie na swojej wadze tyle, ile waży wyparta ciecz plus (minus) iloczyn napięcia powierzchniowego przez długość obwodu ciała pływającego (w płaszczyźnie styku "ciecz - ciało stałe"), powiększony (pomniejszony) o wartość napięcia międzyfazowego "ciecz - ciało stałe". W przypadku wyporu cieczy zwilżających należy brać odpowiednio znaki ujemne.

Zauważmy, że gdy $\sigma = 0$, tzn. dla cieczy idealnej lub przy całkowitym zamurzeniu ciała w cieczy, wzory (4) i (5) przybierają postać zgodną z prawem Archimedesesa.

Na podstawie przytoczonych rozważań wyprowadzono uproszczony wzór (7), przy pomocy którego dokonano obliczeń dla rtęci i dla wody. Wartości σ , podane w przedostatniej kolumnie tablicy 3, odbiegają nieco od wartości cytowanych w literaturze z powodu małych dokładności pomiaru V_z , która wynosiła $\pm 1 \text{ nm}^3$ i z powodu pominięcia wielkości $\sigma \cos \psi$. Jeżeli uwzględnić ten sam stopień dokładności przy obliczeniu V_t , wówczas otrzymamy wyniki zbliżone do cytowanych w literaturze (ostatnia kolumna tablicy 3). W wynikach tablicy 4 widać rozrzut spowodowany małą dokładnością pomiaru głębokości zamurzenia próbek, co powoduje błąd objętości rzędu $\pm 12 \text{ nm}^3$.

Drugim czynnikiem, wpływającym na rozrzut i niedokładność wyników, był mało dokładny pomiar objętości w biurecie ($\pm 5 \text{ nm}^3$). Fakt, że wyniki są trochę niezgodne sugeruje, że wpływ pominiętego czynnika $\sigma \cos \psi$, który należało dodać do obliczonej wartości σ z zależności (7), jest dość znaczny i chyba jemu głównie nale-

ży przypisać obniżenie wartości σ . Jednakże w rozpatrywanym przypadku nie chodziło o dokładny pomiar wartości σ , co raczej o sprawdzenie poczynionych spostrzeżeń w stosunku do cieczy zwilżających, jak również sprawdzenie słuszności wzoru (7).

4. Wnioski

Prawo wyporu jest szczególnym przypadkiem bardziej ogólnego prawa, opisanego wzorem (6).

Napięcie powierzchniowe cieczy można obliczać wzorem (6) lub z mniejszą dokładnością, wzorem (7).

Dokładność pomiaru σ uzależniona jest w dużej mierze od dokładności pomiaru V_z .

LITERATURA

- [1] Adamson A.W.: Chemia fizyczna powierzchni, 1963 r.
- [2] Paller E.: Neue Hutte. Nr 12 1963 r. str. 741-751.
- [3] Czetwertyński E.: Hydraulika i hydromechanika, 1958 r.
- [4] Kalendarz Chemiczny t. I. Warszawa 1954 r. tablica 3.2.2.1.1.

ИЗМЕРЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

Р е з ю м е

Рост заинтересованности значением поверхностного натяжения жидких металлов и их шлаков заставляет металлургов к непрерывным поискам новых, возможно точных и несложных для реализации, методов измерения.

Имея в виду затруднения, какие встречаются при такого рода измерениях, автор приводит один из способов - несложный для реализации - которого правильность и пригодность проверяется при обыкновенных температурах; на основании взаимозависимости между законом гидростатического давления, а явлением плавления тел, в увязке с некоторыми поверхностными свойствами жидкости.

В процессе теоретических рассуждений автор указывает на неточность в применяемом в настоящее время способе записи, основного закона давления. Эта неточность, вызвана поверхностным натяжением жидкости, углом соприкосновения жидкости с твердым телом, а также межфазовым натяжением жидкость - твердое тело, была основанием для теоретических рассуждений, ведущих в результате к новому виду измерения.

Далее, после краткого введения приводится обширное описание теоретических рассуждений, после которых дается точное описание экспериментальной части, распределенной на два этапа.

Первый этап относится к несмачивающим жидкостям, а второй к смачивающим. В первом этапе в качестве рабочего тела употреблялась ртуть, а во втором дистиллированная вода.

В выводах приводится дополненная запись закона давления, а также формула, которая применялась в работе при вычислении поверхностных напряжений.

THE MEASUREMENT OF SURFACE TENSION
IN LIQUID WITH A HYDROSTATIC
DISPLACEMENT METHOD

R e s u m e

The increase of interesting on surface tension yield in liquid metal and their slags, force the metallurgical Engineers to find new exactly and ordinary methods for realizing measurement tests.

In attention to the difficult with we meet in this cause of measuring, the author is given a ordinary opportunity of doing realize, which rightly and useful are examined in commonly temperatures, based on the interdependence rising between the hydrostatic displacement, and the apperance of swimming bodys which is coupled with some properties on the liquid surface.

In course of the theoretical contemplate, the author show the inexactness in the present record use, for the basement of the rule displacement.

The inexactness which is induce by the liquid surface tension, in the corner of contact with liquid and constant bodys also with the interstage liquid tension - constant body, has been the general basic for theoretical contemplate, which in consistent way, has giben a new aspect for measurement.

Farther this short review is following a extensive theoretical design testing divisible in two stage. The first stage is concern to the moisture-proof (liquid not moisture) and the other stage for the moisture liquid. In the first stage as a medium is use mercury, and in the second stage destillated water.

In the conclusion is given a record supplement the displacement and a figure, which has serve in this work, for calculate the yield of surface tension.