

Biblioteka  
Politechniki Wrocławskiej

II A 1107

Biblioteka Główna i OINT  
Politechniki Wrocławskiej



100100234913



Biblioteka  
Politechniki Wrocławskiej

A. II 1107











# CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA  
POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE

REDAKTOR:

Prof. Dr Inż. WITOLD AULICH

ROCZNIK LIV 1936

Z 436 RYCINAMI W TEKŚCIE I IX TABLICAMI.

LWÓW 1936

NAKŁADEM POLSKIEGO TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE

Pierwsza Związkowa Drukarnia we Lwowie, Lindego 4.



# CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA  
POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE



Prof. Dr. inż. WITOLD AULICH

ROZNIK LIX 1938

WYDAWCA: WYDZIAŁ I INŻYNIERII

LWÓW 1938

WYDZIAŁ I INŻYNIERII POLITECHNIKI W WILNIE

*Aka 239. 1946*  
K



# SPIS RZECZY

zawartych w roczniku LIV „Czasopisma Technicznego“ z r. 1936.

(Artykuły z rysunkami oznaczono gwiazdką: \*).

Strona

Strona

## Artykuły treści ogólnej.

Aulich W., Prof.: James Watt. -- W dwuchsetną rocznicę urodzin . . . . .	77
Bratro E., Prof.: Pierwszy inżynier drogowy na ziemi polskiej . . . . .	115, 136
Fachowcy i prawnicy . . . . .	75
Maślanka Marcin, Inż.: Oswald Spengler -- pogromca techniki . . . . .	221
Memoriał wystosowany do Pana Prezesa Rady Ministrów w sprawie robót publicznych . . . . .	303
Memoriał wystosowany do Pana Prezesa Rady Ministrów w sprawie robót inwestycyjnych . . . . .	303, 325
Przemówienie inauguracyjne J. M. Rektora Politechniki Lwowskiej, Prof. Dra Inż. Adolfa Joszta na uroczystości inauguracji Roku Akademickiego 1936/37, w dniu 5 października 1936 r. . . . .	349
Uczenie zasług Prezesa Inż. Stanisława Rybickiego . . . . .	237
Wspomnienie o Placydzie Dziwińskim . . . . .	301

## Beton i Żelazobeton.

Bukowski Bronisław, Inż.: Rozbudowa Tomaszowskiej Fabryki Sztucznego Jedwabiu* . . . . .	256
Chmielowiec A., Doc. Dr. Inż.: Na pograniczu żelbetu i stali* . . . . .	46
Fels J. i Hanna W., Inżwie: Tablice do obliczania płyt ciągłych krzyżowo zbrojonych metodą Marcusa* . . . . .	41
Griffel H., Inż.: Stal wyborowa o wysokiej granicy plastyczności w konstrukcjach żelbetowych* . . . . .	155
Kuryło A., Prof.: Niektóre konstrukcje żelbetowe gmachu kurji biskupiej w Katowicach* . . . . .	34
Pogány W., Inż.: Uwagi o skurczu i pęcznieniu betonu* . . . . .	36
Serafin S., Inż. i Kowalski J., Budowa kąpieliska „Zamarstynów“ we Lwowie* . . . . .	54
Beton porowaty . . . . .	250
Bezpieczne i dopuszczalne naprężenia ściskające w helce żelbetowej . . . . .	250
Doświadczenia ze słupami żelbetowymi . . . . .	428

Konstrukcje stalowe obetonowane . . . . .	15
Most łukowy żelbetowy . . . . .	162
Most łukowy żelbetowy na Sekwanie w La Roche-Guyon . . . . .	251
Nowe przepisy ministerjalne dla żelbetu we Francji . . . . .	251
O pewności na złamanie belek żelbetowych . . . . .	250
Plecionka Benzingerera . . . . .	124
Projektowanie belek żelbetowych zginanych z uwzględnieniem najmniejszej wysokości i ciężaru własnego . . . . .	331
Rozszerzenie i wzmocnienie betonem mostu . . . . .	251
Słupy żelbetowe . . . . .	232
Stal „Griffel“ . . . . .	339, 409
Szwajcarskie przepisy żelbetowe z r. 1935 . . . . .	375
Wkładki specjalne w konstrukcjach żelbetowych . . . . .	124
Współdziałanie żelbetu ze składami stalowymi . . . . .	124
Wytrzymałość betonu lanego pod wodą . . . . .	250
Wzrost wytrzymałości betonu z czasem twardnienia . . . . .	250

## Bibliografia.

Książki nadesłane do Redakcji . . . . .	126, 182
Nowe dzieła techniczne . . . . .	202

## Budowa maszyn.

Borowicz W., Prof.: Analityczne badanie drgań wałów opartych na trzech łożyskach* . . . . .	9
Borowicz Wilhelm, Prof. Dr. Inż.: Obliczanie wytrzymałości wirników maszyn wirujących* . . . . .	222, 245
Czyżowski Roman, Inż.: Porównanie mechanicznej i elektrycznej regulacji wydajności pompy odśrodkowej napędzanej motorem elektrycznym* . . . . .	293
Mozer W., Prof.: Nowsze materiały stosowane w budownictwie maszyn* . . . . .	402, 413
Nowy pociąg parowy . . . . .	395
Pięćdziesięciolecie samochodu . . . . .	202
Pierwsza maszyna parowa na ziemiach polskich . . . . .	112
Pierwszy polski wagon silnikowy . . . . .	161
Wagony motorowe . . . . .	143
Wały korbowe lane . . . . .	262



	Strona	Strona	
<b>Budownictwo drewniane.</b>			
Drewniane belki złożone układu Derewiagina . . . . .	362	Kanalizacja Neckaru w Niemczech . . . . . 299	
Most łukowy drewniany na Canal Grande w Wenecji . . . . .	251	Katastrofalna woda na Stryju . . . . . 126	
Most łukowy kratowy drewniany . . . . .	362	Nowa szluz komorowa kanalizacji Wezery pod Hameln . . . . . 299	
Rusztowania budowlane . . . . .	233	O zaopatrywaniu ludności w wodę. Studnie i wodociągi . . . . . 199	
Pierwszy kurs walki z grzybem i owadami w budownictwie . . . . .	112	Postęp budowy wielkiej drogi wodnej Ren — Men — Dunaj . . . . . 263	
<b>Budownictwo i architektura.</b>			
Bratko Emil, Prof.: Wpływ obrony przeciwlotniczej na rozbudowę miast . . . . .	365	Prace regulacyjne na Bugu . . . . . 126	
Budowa Państwowych Gmachów Sądowych w Przemysłu . . . . .	144	Przegroda ziemna i zbiornik Fort-Peck na Missouri 298	
Konkurs na projekt garażu . . . . .	332	Regulacja Odry i kanał Adolfa Hitlera w Prusach 14	
Rusztowania budowlane . . . . .	233	Statek z żórawiami i warsztatami dla dróg wodnych* 123	
Słupy ceglane wzmocnione . . . . .	15	Trafne porównanie Rodanu, Sekwany i Renu . . . . . 315	
Wymiana stropu nad aulą Politechniki Lwowskiej . . . . .	144	Statystyka robót wodnych* . . . . . 125, 144	
<b>Budownictwo stalowe.</b>			
Bryła Stefan, Prof. Dr Inż.: Spawana konstrukcja stalowa hali targowej w Katowicach* . . . . .	242	Uszczelnienie asfaltowe kanału żeglugi . . . . . 316	
Bryła Stefan, Prof. Dr Inż.: O naprężeniach termicznych w połączeniach spawanych . . . . .	317	Uszczelnienie i wzmocnienie przegród dolin działających ciężarem . . . . . 316	
Ghmielowiec A., Doc. Dr Inż.: Na pograniczu żelbetu i stali* . . . . .	46	Wytrzymałość betonu lanego pod wodą . . . . . 250	
Wasilkowski F., Dr Inż.: Brama hangaru na samoloty . . . . .	155	Wyzyskanie sił wodnych w Urugwaju . . . . . 123	
Wasilkowski F., Dr Inż.: Wieże radiowe* . . . . .	165	Zakład o sile wodnej na Dordogne, pod Maréges we Francji* . . . . . 331	
Badanie jakości połączeń spawanych . . . . .	125	Zakład wodny Etzel . . . . . 124	
Dzisiejsze mosty stalowe . . . . .	428	Zasilanie Łaby przy niskich stanach wodą zbiornikową . . . . . 123	
Konstrukcje stalowe betonowe . . . . .	15	<b>Drogi i tunele.</b>	
Konstrukcje stalowe spawane gmachu Funduszu kwaterunkowego w Warszawie . . . . .	361	Bratko E., Prof.: Pierwszy inżynier drogowy na ziemi polskiej . . . . . 113, 136	
Nowe rozporządzenie ministerstwa pruskiego co do obliczania zeskładów żelaznych w budownictwie . . . . .	124	Tunele . . . . . 201	
O stalowych mostach drogowych mniejszych rozpiętości . . . . .	361	<b>Ekonomia inżynierska, Organizacja i Zarząd.</b>	
Porównanie wytrzymałości zeskładów stalowych spawanych i nitowanych . . . . .	125	Cykl wykładów . . . . . 95	
Program walcowania hut polskich . . . . .	395	Polityka wielkich robót publicznych . . . . . 144	
Przejazdy stalowe nad koleją . . . . .	125	Rozdawnictwo robót przy rozpisanych ofertach . . . . . 428	
Przyszłość mostów o wielkiej rozpiętości żelbetowych i stalowych . . . . .	251	Specjalizacja warsztatów kolejowych w Polsce . . . . . 376	
Szerokość użyteczna płyty w belce teowej . . . . .	251	Współczynnik eksploatacyjny . . . . . 200	
Współdziałanie żelbetu ze składami stalowymi . . . . .	124	<b>Elektrotechnika.</b>	
<b>Budownictwo wodne.</b>			
Hubicki Stanisław, Prof. Inż.: Zabudowanie potoków w dorzeczu Dunajca* . . . . .	319	Dorosz L., Inż.: Zjawisko naskórkowości prądów szybkozmiennych* . . . . . 145, 173	
Matakiewicz M., Prof.: Materiał ruchomy w potokach i rzekach i badanie jego ruchu* 1, 21, 68, 79		Pareński A., Dr Inż.: Rozwój elektryfikacji Holandii* . . . . . 129	
Serafin S. Inż. i Kowalski J.: Budowa kąpieliska „Zamarstynów“ we Lwowie* . . . . .	54	Bezwzględny system jednostek elektrycznych . . . . . 232	
Angielskie kanały żeglugi śródlądowej . . . . .	14	<b>Fizyka techniczna.</b>	
Czasopismo „Gospodarka wodna“ . . . . .	124, 298	Dorabialska Alicja, Prof. Dr: Nauka o promieniotwórczości w świetle techniki . . . . . 397	
Budowa jazu pod Rawenną* . . . . .	315	Gawliński Stanisław, Inż.: W sprawie wyznaczenia punktu kroplenia wg. Ubbelohde'go . . . . . 179	
Budowa jazu Nr. 5 kanalizacji Mississippi . . . . .	362	Niemczynowski T., Dr Inż.: Palniki atmosferyczne 104, 119	
Budowa zbiornika i zamykającej go wielkiej grobli ziemnej na Małej Panwi pod Turawą . . . . .	124	Ochęduszek Stanisław, Dr Inż.: Osobliwości termodynamiczne przy wysokich ciśnieniach* 194, 213, 226	
Jaz na Łabie pod Magdeburgiem i regulacja Łaby dla żeglugi . . . . .	14	Ochęduszek Stanisław, Dr Inż.: Pomiar wydatku sprężarki metodą napełnienia zbiornika 336, 356	
Kanalizacja górnej Pregoly . . . . .	15	<b>Gospodarka energetyczna.</b>	
		Pareński A., Dr Inż.: Rozwój elektryfikacji Holandii* . . . . . 129	
		Gospodarka energetyczna w Bułgarii* . . . . . 410	
		Wyzyskanie sił wodnych w Urugwaju . . . . . 123	
		Zakład o sile wodnej na Dordogne, pod Maréges we Francji* . . . . . 331	
		Zakład wodny Etzel . . . . . 124	



	Strona		Strona
<b>Jubileusze, rocznice i uroczystości.</b>			
James Watt. W dwuchsetną rocznicę urodzin . . . . .	77	Nadolski Adam, Inż.: Rozwój komunikacji lotniczej w Niemczech*	392
Pan Prezydent Rzeczypospolitej Polskiej, Profesor Dr Inż. Ignacy Mościcki, 1926—1936 . . . . .	189	Wasilkowski Fr., Dr Inż.: Brama hangaru na samoloty . . . . .	155
Uczczenie zasług Prezesa Inż. Stanisława Rybickiego . . . . .	237	<b>Materiałoznawstwo.</b>	
Stulecie śmierci Andrzeja Ampère . . . . .	74	Hrobni Mieczysław, Inż.: Zależność własności mechanicznych taśm platerowanych od własności płyt stalowych użytych do ich wyrobu* . . . . .	307
<b>Koleje.</b>			
Huber M. T., Prof.: Drgania nawierzchni kolejowej	17	Gawliński Stanisław, Inż.: W sprawie wyznaczania punktu kroplenia wg. Ubbelohde'go* . . . . .	179
Huber M. T., Prof.: Uwagi o pracach Inż. F. Szelągowskiego nad zagadnieniem wybożenia spawanych szyn kolejowych*	381	Griffel H., Inż.: Stal wyborowa o wysokiej granicy plastyczności w konstrukcjach żelbetowych* . . . . .	155
Miś J., Inż.: O konstrukcji i badaniu lin kolejki linowej Kuźnice—Kasprowy Wierch* . . . . .	61	Miś Jan, Inż.: O konstrukcji i badaniu lin kolejki linowej Kuźnice—Kasprowy Wierch . . . . .	61
Badanie różnych gatunków żwiru tłuczonego . . . . .	363	Mozer W., Prof.: Nowsze materiały stosowane w budownictwie maszyn* . . . . .	402, 413
Badanie żwirówki tłuczonej . . . . .	160	Pogany W., Inż.: Uwagi o skurczu i pęcznieniu betonu* . . . . .	36
Dotychczasowy podział kolei na pierwszo- i drugorzędne oraz lokalne . . . . .	160	Popiel Marian, Inż.: Wzgórki na miseczkach z niklomiedzi i sposoby ich uniknięcia* . . . . .	283
Drogi żelazne globu ziemskiego . . . . .	316	Włodek Tadeusz, Inż.: Badania nad doborem kształtu małych próbek na udarność* . . . . .	269
Hartowanie szyn . . . . .	410	Badanie różnych gatunków żwiru tłuczonego . . . . .	363
Ilość wypadków na polskich kolejach normalnotorowych . . . . .	200	Badanie żwirówki tłuczonej . . . . .	160
Klinowe wiązanie podkładów stalowych z szynami	200	Dodatek niobu do stali chromoniklowej, austenitycznej, przy spawaniu . . . . .	262
Kolej linowa wisząca na szczycie Säntis . . . . .	316	Niektóre uwagi o tworzeniu się płatków w stalach z niklem, chromem i molibdenem . . . . .	232
Kolej łącząca ocean Indyjski z morzem Śródziemnym	316	O desoksydacji stali . . . . .	262
Koleje są największym pracodawcą w państwie . . . . .	410	Płatki w stali kutej . . . . .	245
Nowa kolej linowa turystyczna w Alpach francuskich . . . . .	340	Skłonność do pęknięcia a skład chemiczny szyn	262
Nowa linja kolejowa przez środek Berlina . . . . .	161	Stal „Griffel“ . . . . .	339, 409
Nowa linja kolejowa w Turcji . . . . .	340	Wagony z lekkich metali . . . . .	409
Nowy pociąg parowy . . . . .	395	Wały korbowe lane . . . . .	262
Ogrodnictwo a koleje . . . . .	161	Wzrost wytrzymałości betonu z czasem twardnienia	250
O moskiewskiej kolei podziemnej . . . . .	395	Użycie płyt miedzianych na kokile do odlewania bloków stalowych . . . . .	262
O nacisku dopuszczalnym na nawierzchnię . . . . .	161	<b>Mechanika techniczna.</b>	
O nawierzchni niemieckich kolei państwowych . . . . .	249	Bessaga Mieczysław, Dr Inż.: O wyznaczaniu reakcyj belek ciągłych* . . . . .	206
Pierwsza fabryka parowozów w Jugosławii . . . . .	299	Borowicz W., Prof. Dr Inż.: Analityczne badanie drgań wałów opartych na trzech łożyskach . . . . .	9
Pierwszy parowóz zbudowany w Polsce dla Chin . . . . .	332	Freudenthal A., Dr Inż.: Naprężenia w belce pod wpływem uderzenia poprzecznego* . . . . .	29
Pierwszy polski wagon silnikowy . . . . .	161	Huber M. T., Prof. Dr: Drgania nawierzchni kolejowej . . . . .	17
Projekt kolei podziemnej w Stambule . . . . .	364	Huber M. T., Prof. Dr: Uwagi o pracach Inż. Dr F. Szelągowskiego nad zagadnieniem wybożenia spawanych szyn kolejowych . . . . .	381
Przejazdy stalowe nad koleją . . . . .	125	Olszak W., Inż.: O pewnym zagadnieniu z dziedziny mechaniki gruntów budowlanych . . . . .	190
Rozbudowa sieci kolejowej w Bułgarii . . . . .	364	Trakało B., Inż.: Teoria całkowata parcia ziemi* . . . . .	352, 370, 386, 421
Spadek ruchu osobowego na kolejach amerykańskich	410	Wierzbicki Witold, Prof. Dr: W sprawie pochodzenia podstawowego twierdzenia teorii belek ciągłych . . . . .	253
Specjalizacja warsztatów kolejowych w Polsce . . . . .	376	<b>Memoriały.</b>	
Stalowe podkłady kolejowe w Czechosłowacji . . . . .	332	Memoriał wystosowany do Pana Prezesa Rady Ministrów w sprawie robót inwestycyjnych . . . . .	303, 325
Stalowe podkłady kolejowe ze strategicznego punktu widzenia . . . . .	200	Memoriał wystosowany do Pana Prezesa Rady Ministrów w sprawie robót publicznych . . . . .	303
Stalowe podkłady kolejowe w Niemczech . . . . .	340	Memoriał wystosowany do Pana Ministra Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego w sprawie Szkolnictwa Zawodowego . . . . .	238
Stulecie kolei belgijskich . . . . .	299		
Stulecie kolejnictwa w Niemczech . . . . .	144		
Szybkie jazdy pociągów . . . . .	161		
Wagony z lekkich metali . . . . .	409		
Wagony motorowe dla przewozów towarów . . . . .	395		
Wagony motorowe . . . . .	143		
Wisząca kolej linowa w Tatrach po stronie Czechosłowackiej . . . . .	412		
Współczynnik eksploatacyjny . . . . .	200		
Zamierające linie kolejowe . . . . .	412		
Zużycie wody na kolejach . . . . .	362		
<b>Listy nadesłane do Redakcji.</b>			
Listy nadesłane do Redakcji . . . . .	163, 232, 346, 429		
<b>Lotnictwo i obrona przeciwlotnicza.</b>			
Bratró Emil, Prof.: Wpływ obrony przeciwlotniczej na rozbudowę miast . . . . .	365		



	Strona		Strona
Memoriał Krakowskiego Tow. Technicznego . . . . .	345, 376	„Księga pamiątkowa“ Polskiego Towarzystwa Eko-	
Memoriał w sprawie organizacji służby technicz-		nomicznego . . . . .	143
nej, państwowej i samorządowej . . . . .	15	Mozer W., Prof.: Budowa i obliczanie części paro-	
		wózów“ . . . . .	162
		Stadtmüller K. Prof. i Stadtmüller K. Inż.: „Słow-	
		nik techniczny“ . . . . .	93
		Na marginesie nowej książki Prof. Dr A. Lomnic-	
		kiego . . . . .	340
		Nowe wydawnictwa o stalowych mostach drogowych	125
		Orley Leopold, Dr: Problem europejskich dróg dale-	
		kobieźnych i jego rozwiązania w krajach o mniej-	
		szej gęstości zaludnienia . . . . .	411
		Przybylski A.: „Ulice i mosty Warszawy“ . . . . .	429
		<b>Regulacja rzek.</b>	
		Hubicki S., Prof. Inż.: Zabudowanie potoków w do-	
		rzeczu Dunajca . . . . .	319
		Kanalizacja górnej Pregoly . . . . .	15
		Kanalizacja Neckaru w Niemczech . . . . .	299
		Nowa szluga komorowa kanalizacji Wezery pod Ha-	
		meln . . . . .	299
		Postęp budowy wielkiej drogi wodnej Ren—Men—	
		Dunaj . . . . .	263
		Pracę regulacyjną na Bugu . . . . .	126
		Regulacja Odry i kanał Adolfa Hitlera w Prusach	14
		Trafne porównanie Rodanu, Sekwany i Renu . . . . .	315
		Zasilanie Łaby przy niskich stanach wodą zbiorni-	
		kową . . . . .	123
		<b>Różne.</b>	
		Produkcja ropy na globie ziemskim . . . . .	412
		Produkcja suchego lodu . . . . .	412
		<b>Sprawy Towarzystwa.</b>	
		Do członków Polskiego Towarzystwa Politechnicznego	97
		Działalność Sekcji P. T. P. . . . .	144
		Konkurs na pracę naukową z fundacji imienia Gost-	
		kowskiego . . . . .	163
		Nowi członkowie P. T. P. . . . .	164, 204, 332, 364
		Oddział Polskiego Związku Inżynierów Budowlan-	
		nych we Lwowie . . . . .	144
		Protokół Walnego Zgromadzenia Członków Polskie-	
		go Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie, od-	
		bytego dnia 25 marca 1936 r. . . . .	266
		Protokoły z posiedzeń Wydziału Głównego P. T. P. . . . .	32
		76, 127, 164, 204, 219, 234, 235, 346, 348, 379	
		Przyjazd Dr Empergera do Lwowa . . . . .	364
		58 Sprawozdanie Wydziału Głównego Polskiego To-	
		warzystwa Politechnicznego we Lwowie za rok	
		1935 . . . . .	86
		Uczczenie zasług Prezesa Inżyniera Stanisława Ry-	
		bickiego . . . . .	237
		Uzupełnienie „Porządku dziennego“ Walnego Zgro-	
		madzenia . . . . .	96
		W sprawie szkolnictwa zawodowego . . . . .	300
		Wydział Główny P. T. P. . . . .	126
		Zebrań Ogólne Członków Sekcji Ogólnej . . . . .	32
		Zwyczajne Walne Zgromadzenie Członków Polskie-	
		go Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie	32, 60
		<b>Sprawy zawodowe Stanu Inżynierskiego.</b>	
		Fachowcy i prawnicy . . . . .	75
		Memoriał Krakowskiego Towarzystwa Technicz-	
		nego . . . . .	345, 376
		Memoriał w sprawie organizacji służby technicznej	
		państwowej i samorządowej . . . . .	15



Strona	Strona		
Odezwa N. O. I. . . . .	396	Sprawozdanie z II. Międzynarodowego Kongresu Mostów i Konstrukcji Inżynierskich . . . . .	430
Organizacja Świata technicznego . . . . .	163	Wiosenne Targi Katowickie . . . . .	126
Sprawozdanie z pierwszego Zjazdu Delegatów Naczelnej Organizacji Inżynierów R. P. . . . .	182	Wystawa kolejowa w Norymberdze . . . . .	60
<b>Wodociągi.</b>		Wystawa Przemysłu Metalowego i Elektrotechnicznego w Warszawie, 23. VIII.—11. X. 1936 r. . . . .	233
Czyżowski R., Inż.: Samoczynna stacja pompowa Zakładów Wodociągowych m. Lwowa* . . . . .	150	Zjazd Betoniarski w Warszawie . . . . .	364
Pareński Aleksander, Dr Inż.: Znaczenie znormalizowanego znakowania rurociągów żeliwnych i ich armatur dla projektów i budowy rurociągów* . . . . .	333	Zjazd Inżynierów Budowlanych w Katowicach . . . . .	60, 109
		Zjazd w sprawie szkolnictwa technicznego . . . . .	376
<b>Wystawy i Zjazdy.</b>		<b>Z sali odczytowej.</b>	
O zaopatrywanie ludności w wodę. Studnie i kanalizacje . . . . .	199	Streszczenia.	
Zużycie wody na kolejach . . . . .	362	Bieńkowski St., Dr Inż.: „Uwagi co do położenia przemysłu średniego w Polsce“ . . . . .	264
		Dorabalska Alicja, Prof. Dr: „O promieniotwórczości wzbudzonej“ . . . . .	203
		Jackowski K., Inż.: „Dydaktyka na ostatniej Wystawie Międzynarodowej w Brukseli i aktualne sprawy związane z organizacją Polskiego Muzeum Przemysłu i Techniki . . . . .	218
XIV Zjazd Polskich Inżynierów Kolejowych . . . . .	201	Kollis Józef, Inż.: „Ostatnie gigantyczne projekty wodno-komunikacyjne w Rosji Sowieckiej“ . . . . .	233
II Kongres Międzynarodowego Związku Mostów i Konstrukcji Inżynierskich . . . . .	217, 364	Nechay Jerzy, Inż.: „Drogi betonowe wykonywane w Polsce“ . . . . .	203
Drugi Międzynarodowy Kongres Badania Materiałów . . . . .	345	Trzebiatowski W., Dos. Dr Inż.: „Promienie Roentgena w technologicznych badaniach metali . . . . .	203
II Międzynarodowy Kongres Międzynarodowego Związku Badania Materiałów . . . . .	396	Wrażeń W., Dr Inż.: „Teoria i praktyka o płatkach w stali“ . . . . .	233
X Zjazd Inżynierów Mechaników Polskich 23—26 sierpnia 1936 r. w Warszawie . . . . .	233	Sekcja Mechaników P. T. P. i Lwowski Oddział SIMP'u. Wystawa samochodowa w Berlinie i Targi Lipskie. Cykl wykładów . . . . .	234
IX Zjazd Naftowy . . . . .	73	Wzmianki . . . . .	203, 204, 218, 233, 234, 252, 266
Kongres Inżynierów Chemików . . . . .	217	<b>Z życia Polskich Towarzystw Technicznych.</b>	
Kongres mostów i konstrukcji . . . . .	345	Odezwa N. O. I. . . . .	396
Międzynarodowa wystawa sztuki i techniki w Paryżu . . . . .	412	Pożar w gmachu Stowarzyszenia Techników w Warszawie . . . . .	316
V Kongres zastosowań stali w Berlinie . . . . .	251	Związek Inżynierów Chemików . . . . .	182
I Zjazd Delegatów Miast Polskich . . . . .	182		
I-szy Zjazd Ogrzewników Polskich . . . . .	182		
Ogólno-polski Zjazd w sprawie szkół technicznych . . . . .	126		
XVIII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich . . . . .	217		
VIII-me Walne Zgromadzenie Stowarzyszenia Elektryków Polskich . . . . .	182		
Sprawozdanie z I Zjazdu Delegatów Naczelnej Organizacji Inżynierów R. P. . . . .	182		

## SPIS TABLIC.

- Tabl. I.—IV.: Zdjęcia mikro- i makroskopowe do art. Inż. J. Misia, p. t. „O konstrukcji i badaniu lin kolejki linowej Kuźnice—Kasprowy Wierch“.
- Tabl. V.—VII.: Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inż. T. Włodka, p. t. „Badania nad doborem kształtu małej próbki na udarność“.
- Tabl. VIII.: Zdjęcia mikroskopowe do art. Inż. M. Popiela, p. t. „Wzgorzki na miseczkach z nikłomiedzi i sposoby ich uniknięcia“.
- Tabl. IX.: Zdjęcia mikroskopowe do art. Inż. St. Hroboniego p. t. „Zależność własności mechanicznych taśm platerowanych od własności płyt stalowych użytych do ich wyrobu“.







Prof. MAKSYMILJAN MATAKIEWICZ

## Materiał ruchomy w potokach i rzekach i badanie jego ruchu.

### 1. Wstęp.

Łożyska przyrodzone różnią się zasadniczo tem od łożysk sztucznych, że wraz z wodą płynie w nich i materiał ruchomy, który dzielimy na trzy rodzaje: 1. materiał gruby (materiał wleczony, rumowisko, rumosz, żwir, fr. galet, cailloux roulés; niem. Schotter, Geschiebe, Gerölle), 2. materiał drobny, mialki, unoszony, piasek<sup>1)</sup>; fr. matériel suspendé, sable; niem. Schwebestoff, Sinkstoff, Sand) i 3. materiał bardzo drobny, zawieszony (namuł<sup>2)</sup>, zawiesziny, męty; fr. vase, limon; niem. Schlamm, Schlick). Wszystkie te trzy rodzaje materiału poruszają się razem z wodą, jednak każdy inaczej: pierwszy znachodzi się zasadniczo tylko w biegach górnych i średnich i porusza się tylko przy stanach wyższych, kiedy woda ma większą siłę poruszającą, a ruch jego odbywa się przeważnie tylko po dnie. Drugi rodzaj jest unoszony przez wodę, masowo porusza go woda również przy stanach wyższych i średnich, a znajduje się on w czasie ruchu w różnych głębokościach. Wreszcie trzeci rodzaj jest stale zawieszony w wodzie i może się unosić, bez opadania na dno, nawet przez bardzo długi czas (ujścia wielkich rzek nizinnych).

Zadania dotyczące łożysk przyrodzonych, a więc z dziedziny regulacji rzek, zabudowania potoków górskich, ochrony przed powodzią i regulacji odpływu (obwałowania i zbiorniki zamknięte przegradami dolin), ujęcia i odprowadzenia wody z rzek do kanałów sztucznych, powinny być rozważane zasadniczo nie tylko ze względu na przepływ i gromadzenie wody, ale również z uwagi na ruch i osadzanie materiału rzecznoego (stałego, matériel entraîné, débit solide, bewegliches Material). W zadaniach tych chodzi przede wszystkim o pierwsze dwa rodzaje materiału, podczas gdy trzeci niema tu wybitniejszego znaczenia.

Granica między tymi dwoma rodzajami, tj. materiałem wleczonym (rumowiskiem) i unoszonym, nie jest ściśle określona i zależy zresztą od wielkości siły poruszającej wody; niektórzy przyjmują tę granicę w pobliżu średnicy ziarna  $d$  równej 1 m/m. Co się tyczy dalej stosunku ilościowego obu tych rodzajów materiału rzecznoego, to jest on bardzo różny i zależy od składu petrograficznego ziarn i od charakteru rzeki, względnie jej przestrzeni. W każdym razie materiału unoszonego jest znacznie więcej jak

wlezonego (rumowiska); w dół rzeki ilość materiału unoszonego wzrasta w znacznej mierze, na niekorzyść materiału wlezonego. Dla niektórych górskich rzek alpejskich przyjmowano  $\frac{2}{5}$  materiału grubego (wlezonego) a  $\frac{3}{5}$ , materiału drobnego (unoszonego).

Z uwagi na wielkie znaczenie zbadania właściwości ruchu materiału rzecznoego, tak pod względem jakościowym, jak i ilościowym, poświęcono w części V. „Budownictwa wodnego (Regulacja rzek)“ omówieniu tej kwestji osobny rozdział<sup>3)</sup>; tu przedstawimy dalszy postęp badania tego problemu, podjętego w ostatnich latach bardzo intensywnie przez wielu badaczy, tak w przyrodzie jak i w laboratorjach wodnych. Stwierdzić jednak trzeba, że badanie to jest bardzo trudne, gdyż w przyrodzie obserwacja ruchu materiału jest wprawdzie najwłaściwszą, ale napotyka na wielkie trudności, z powodu, że ruch ten odbywa się przede wszystkim przy stanach wyższych, a bezpośrednie wglądnięcie w te zjawiska jest niemożliwe<sup>4)</sup>. W laboratorjum wodnem natomiast, w korycie próbnem o szklanych ścianach, przedstawiającem przepływ wody i materiału w zmniejszonej podziałce, bezpośrednie przenoszenie zjawisk obserwowanych na przyrodę nie daje rezultatów w zupełności prawdziwych. Dopuszczalność bowiem takiego przenoszenia zależna jest od spełnienia praw podobieństwa, a to nie tylko geometrycznego, ale i hydraulicznego. To ostatnie wiąże się z jednej strony z siłami bezwładności i ciężkości (prawo podobieństwa Froude'a; znamię  $F = \frac{v^2}{gr}$ )<sup>5)</sup>, z drugiej zaś strony z oporami tarcia (prawo podobieństwa Reynolds'a; znamię  $R = \frac{vr}{\nu}$ )<sup>6)</sup>. Ponieważ przy experymencie, dotyczącym ruchu materiału rzecznoego, zawsze obydwaj rodzaje sił występują w najściślejszej łączności, przeto niemożliwym jest uzyskanie zupełnego podobieństwa między modelem a przyrodą, a szczególną trudność stanowi uzyskanie należytych wyników ilościowych<sup>7)</sup>. Z tego wynika, że badania laboratoryjne na modelu mogą nas informować o przebiegu ruchu materiału i dawać

<sup>3)</sup> Lwów 1921, część I, rozdział 4, str. 50–85.

<sup>4)</sup> Jakkolwiek już projektowano przyrządy optyczne do wglądu.

<sup>5)</sup> <sup>6)</sup>  $v$  prędkość w m/sek,  $r$  promień hydrauliczny w m,  $\nu$  lepkość kinematyczna w m<sup>2</sup>/sek,  $g$  przyspieszenie ciężkości w m/sek<sup>2</sup>.

<sup>7)</sup> Patrz H. J. Casey: „Über Geschiebebewegung“, Mitteilungen der preuss. Versuchsanstalt f. Wasserbau und Schiffbau, Berlin 1935, str. 65.

<sup>1)</sup> Może wchodzić w skład 1-go i 2-o rodzaju.

<sup>2)</sup> „ „ „ „ 2-go i 3-o „



pewne wskazówki również pod względem ilościowym, jednak nie dają absolutnie pewnych wyników co do ilości materiału transportowanego przez rzekę w danych warunkach przyrodzonych. Z tego powodu szczególną wartość mają doświadczenia w dużych rozmiarach, zbliżone do warunków w przyrodzie, a jeszcze większą badania w samej przyrodzie, które, jak to już powyżej zaznaczono, są również bardzo trudne. Chodzi tu bowiem przedewszystkiem o oznaczenie ilości poruszanego materiału na sekundę i 1 m szerokości łożyska (którą nazwijmy sekundowym przepływem materiału, niem. Geschiebetrieb, w kg, lub  $m^3/sek/1m$  i oznaczymy literą  $g$ ), względnie w ciągu roku, lub pewnego okresu i przez całą szerokość łożyska (którą nazwijmy przepływem rocznym materiału, wzgl. za dany okres, niem. Geschiebefracht i oznaczymy literą  $G$  w kg, względnie w  $m^3/rok$ ), a oznaczenie to inaczej się przedstawia dla materiału grubszego, wleczonego po dnie, a inaczej dla materiału unoszonego.

Ilość materiału unoszonego można mierzyć, a to przez zaczerpnięcie wody wraz z materiałem w różnych punktach profilu (gdyż zawartość materiału w wodzie płynącej w różnych punktach profilu jest różna), zapomocą odpowiednich przyrządów czerpiących, następnie oznaczenie ilości wody i ilości materiału przez wysuszenie i zważenie. Co się dotyczy oznaczenia ilości materiału grubszego, wleczonego po dnie, to wprawdzie można sobie wyobrazić podobny pomiar, zapomocą skrzynki umieszczonej na dnie, jednak pomiar taki jest trudny i nie zawsze pewny. Dlatego dotychczasowe dane, jakie co do ilości materiału wleczonego posiadamy, pochodzą przeważnie nie z pomiarów w profilach rzek i potoków, ale z oznaczenia wielkości zamulenia zbiorników zamkniętych przegradami dolin, lub też przyrostu materiału osadzonego w deltach rzecznych w dłuższym okresie lat<sup>8)</sup>, przyczem jednak w tych osadach zmieszany jest materiał wleczony z unoszonym.

Jak widać z tego przedstawienia rzeczy, bardzo ważne problemy hydrotechniczne, dotyczące regulacji rzek, zabudowania potoków górskich, ochrony przed powodzią, wyzyskania sił wodnych i i., wymagają dla stworzenia postępu zbadania ruchu materiału rzecznoego, tak pod względem jakościowym, jak i ilościowym. Dotychczasowe badania są jednak niewystarczające i należy je jak najusilniej posuwać naprzód, tak w przyrodzie, jak i w laboratorjach wodnych, na modelach. Słusznie też stwierdza Schoklitsch, że według dotychczasowego stanu wiedzy w tym przedmiocie nie może być jeszcze mowy o „rachowaniu“ z uwzględnieniem ilości transportowanego przez rzekę materiału — można tylko mniej lub więcej trafnie oceniać ruch materiału pod względem ilościowym.

## 2. Skład materiału rzecznoego.

Materiał ruchomy, wyścielający dno i brzegi rzek i potoków i wprawiany stopniowo w ruch,

<sup>8)</sup> Patrz tabela na stronie 52 „Regulacji rzek“ autora, również: Schoklitsch: „Der Wasserbau“, I Tom, tabela 26, str. 136, Wiedeń 1930.

w miarę podnoszenia się stanu wody, składa się z ziarn rozmaitej wielkości, kształtu i składu petrograficznego. W jednym i tym samym więc profilu poprzecznym znachodźmy mieszaninę ziarn różnej grubości i różnego kształtu. Materiał ten pochodzi częściowo z górnej części zlewni, z rozpadających się skał, gdyż potoki górskie, wzbierające w czasie ulew, posuwają nawet wielkie kamienie<sup>9)</sup> do ścieku odbiorczego (recipienta) częściowo z dna i brzegów. Materiał transportowany przez rzekę w dół ulega rozpadaniu i ścieraniu, stąd w miarę posuwania się w dół rzeki znachodźmy w jej łożysku materiał coraz to drobniejszy, osadzony w czasie opadania stanów wody. Rozdrabnianie się materiału w dół biegu zależy przedewszystkiem od składu petrograficznego materiału rzecznoego i od długości przebytej drogi. Sternberg podaje następujący wzór:

$$P = P_0 e^{-cs},$$

w którym  $P_0$  oznacza ciężar, lub objętość ziarna na początku przestrzeni, o którą chodzi,  $P$  ciężar, lub objętość ziarna na końcu tej przestrzeni w  $m^3$ ,  $s$  jej długość,  $e$  zasadę logarytmów naturalnych,  $c$  starcie jednostkowe (tj. na 1 kg ciężaru ziarna, wzgl. objętości i na 1 m drogi);  $c$  zależne jest według powyższego od petrograficznego składu ziarna. Starcie jednostkowe  $c$  wynosi w przybliżeniu<sup>10)</sup>:

dla wapienia marglowego . . . . .	0,0000167
„ wapienia . . . . .	0,0000100
„ dolomitu . . . . .	0,0000083
„ granitu, gnajsu od . . . . .	0,0000050
„ „ „ do . . . . .	0,0000033
„ kwarcu . . . . .	0,0000033
„ amfibolitu od . . . . .	0,0000035
„ „ do . . . . .	0,0000020,

zresztą wyznacza się je na podstawie badań. Taki sam związek jak powyższy zachodzi również między średnicami, gdyż:

$$\gamma \frac{d^3 \pi}{6} = \gamma \frac{d_0^3 \pi}{6} e^{-cs}, \text{ zatem } d = d_0 e^{-\frac{cs}{3}}$$

Analiza mechaniczna. Ponieważ materiał rzeczny jest mieszaniną ziarn różnej wielkości, przeto należy go zbadać pod względem procentowego składu różnej wielkości ziarn. Uskutecznia się to przez przesianie przez sita o okach różnych rozmiarów.

Tak na przykład analiza mechaniczna t. z. białego piasku lwowskiego (z przedmieścia Ły-

<sup>9)</sup> Ruch ich jest chwilowy, a następuje wtedy, gdy przy wezbraniu nastąpi podmycie głazu i głaz ten przewala się w dół; ziarna rumowiska (materiału wleczonego), odbywają ruch również przy wyższych stanach, a ruch ten objawia się albo przez „posuwanie“, albo przez „toczenie“, albo wreszcie przez „skakanie“. Ruch materiału unoszonego jest więcej trwały i wzrasta w miarę podnoszenia się stanu wody.

<sup>10)</sup> Jak świadczy tabela na str. 130 dzieła Schoklitscha (Wasserbau. tom I),  $c$  może być i znacznie większe, co zależy od stanu skały pod względem zwietrzienia, łupliwości, etc. Zresztą dopływy ścieku odbiorczego, mającego słabszy spadek i mniejsze rumowisko, co zmienia charakter ścieku odbiorczego na łagodniejszy (mniej górski), wprowadzić mogą skoki w grubości materiału, gdyż ściek odbiorczy, z powodu zmniejszenia spadku i siły poruszającej, może już stracić możność posuwania tak grubych ziarn jak powyżej dopływu.



czaków; trzeciorzędny, osadowy piasek morski), przeprowadzona na sitach amerykańskich w pracowni I. Katedry Budownictwa wodnego P. L., dała następujące rezultaty (średnia z 5 analiz)<sup>11)</sup>:

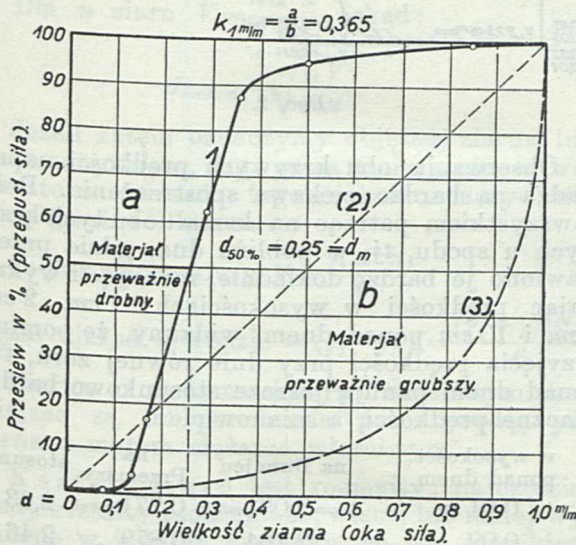
Wymiar ziarn <i>m/m</i> ponad	0,85	0,85—0,5	0,5—0,36	0,36—0,29	0,29—0,17	0,17—0,14	0,14—0,074	poniżej 0,074
Zawartość %	0,50	4,28	8,09	25,07	45,91	12,13	3,28	0,74
	100%							

Ciężar właściwy ziarn, oznaczony metodą piknometryczną, wynosił 2,64 gr, ciężar objętościowy 1,60 gr.

Skład materiału mieszanego charakteryzuje bardzo dobrze linja zmieszania rumowiska, zwana także linją przesiewu, którą kreśli się w ten sposób, że na osi odciętych odcina się średnice ziarn, czyli równocześnie wymiary ok sita, a na osi rzędnych ilość przesiewu w procentach wagi w stosunku do całej ilości materiału. Wyniki powyższej analizy mechanicznej można zatem uporządkować w sposób następujący:

przez sito o okach <i>m/m</i>	1	0,85	0,5	0,36	0,29	0,17	0,14	0,074
przechodzi % materiału	100	99,5	95,22	87,13	62,06	16,15	4,02	0,76

Ryc. 1 przedstawia krzywą, wyrysowaną według tych współrzędnych.



Ryc. 1.

Aby skład materiału scharakteryzować ogólnie, jedną liczbą, bierze się stosunek części powierzchni wyrysowanego prostokąta nad krzywą (a) i pod krzywą (b) i otrzymuje charakterystykę:

$$k = \frac{a}{b}$$

Ponieważ w danym przykładzie powierzchnia a zawiera przeważnie ziarna drobniejsze, a powierzchnia b ziarna przeważnie grubsze, przeto *k* oznacza stosunek ziarn drobniejszych do grubszych. W danym przykładzie (krzywa 1) *k* dla

całości materiału, aż po grubość (średnicę *d*) 1 *m/m*, wynosi:

$$k_{1m/m} = \frac{a}{b} = 0,365,$$

co oznacza znaczną przewagę ziarn drobnych. Gdyby linja przesiewu przedstawiała linję prostą (2), łączącą przeciwległe wierzchołki prostokąta, to byłby to przykład jednostajnego zróżniczkowania ziarn materiału, o wartości *k*=0,5. Wreszcie ewentualny kształt krzywej przesiewu, przedstawiony linją (3), oznacza mieszaninę o przewadze ziarn grubszych.

Pozatem istnieją i inne charakterystyki uziarnienia materiału, związane ze średnicą ziarna *d*, rozmaicie określaną, a mianowicie:

1. Przeciętna średnica ciężarowa ziarna (ge-

wichtsgemittelter Korndurchmesser *d<sub>g</sub>*), wyrażona z formuły:

$$d_g = \frac{\sum d \cdot \Delta p}{\sum \Delta p},$$

w której licznik oznacza sumę iloczynów poszczególnych średnic i ciężarów poszczególnych stopni materiału, według analizy mechanicznej, a mianownik ciężar materiału w całości. Dla obranego przykładu jest *d<sub>g</sub>* = 0,28 *m/m*.

2. Przeciętna średnica ziarna (mittlerer Korndurchmesser, *d<sub>50%</sub>* = *d<sub>m</sub>*), odpowiadająca przesiewowi 50%, czyli również takiej samej częstości. Jak wynika z ryc. 1., *d<sub>50%</sub>* = *d<sub>m</sub>* = 0,25.

3. Kramer<sup>12)</sup> i Casey<sup>13)</sup> używają, o ile chodzi o badania laboratoryjne, jeszcze jednego znamienia, a mianowicie:

$$M = \frac{\text{powierzchnia poniżej } d_m = d_{50\%}}{\text{powierzchnia powyżej } d_m = d_{50\%}}$$

i nazywają go modułem jednostajności uziarnienia (Gleichkörnigkeitsmodul); w przyjętym przykładzie *M* = 0,54.

Dla ziarn jednolitej grubości *M* = 1 dla ziarn o jednostajnie wzrastającej grubości (mieszanka idealna), linja prosta (2) na ryc. 1, *M* = 1/2.

Wielkość i kształt ziarn, wymiary, średnica, ciężar. Materiał ruchomy, zalegający łożysko rzeki lub potoku, składa się z ziarn różnej wielkości, zmieszanych z sobą w ten sposób, że ziarna mniejsze wypełniają wolne miejsca między większymi.

Stąd też przy najniższych stanach zwięzłość dna rzeki jest największa, gdyż przy tych stanach prędkości wody i siła poruszająca są najmniejsze, a nawet bardzo drobny materiał, unoszony dotychczas przez wodę, opada i osadza

<sup>11)</sup> Wynik ten podany był już w *Czasopiśmie* w r. 1934, w artykule p. t.: „Wpływ materiału ruchomego na prędkość przepływu”. Wobec wyczerpującego omówienia na tem miejscu tego problemu, obecnie się go nie porusza.

<sup>12)</sup> Modellgeschiebe und Schleppekraft. Mitteilungen der preuss. Versuchsanstalt für Wasserbau u. Schiffbau Berlin.

<sup>13)</sup> j. w.



się między ziarnami grubszymi, już poprzednio osadzonemi. Czujemy to całkiem wyraźnie w czasie kąpieli w rzece o dnie złożonym z drobnego żwirku i z grubszego i drobnego piasku. W czasie bardzo niskich stanów czujemy pod stopami dno zbite, twarde, gdy zaś stan wody się podniesie, dno staje się podatnem, gdyż ziarna materiału grubszego leżą, po wypłukaniu drobniejszych, luźnie. W pewnych wypadkach następuje jednak t. zw. opancerzenie dna, jeżeli po wypłukaniu materiału drobnego, pozostał tylko materiał gruby, którego woda przy stanach niezbyt wysokich nie może ruszyć.

Co do ilości materiału grubego i drobnego, to jak to już powiedziano w rozdziale poprzednim, zmienia się on z biegiem rzeki; w biegu górnym przeważa materiał gruby, w biegu dolnym materiał drobny; analiza mechaniczna wykaże najczęściej w biegu górnym dużą ilość żwiru, a małą piasku i namułu, natomiast w biegu dolnym przeciwnie. Zachodzą jednak i pod tym względem wielkie różnice między rzekami o różnym charakterze.

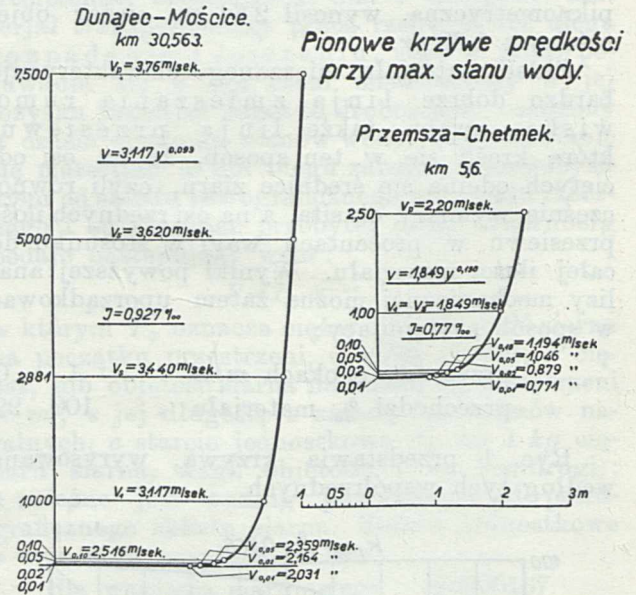
Zazwyczaj charakteryzujemy rzeki na podstawie przeciętnego spadku pewnych ich przestrzeni i na tej charakterystyce opieramy nasz sąd, czy to jest rzeka nizinna, czy góraska. Nie jest to jednak charakterystyka jedyna i wystarczająca. Jako przykład można tu przytoczyć przestrzenie dwu rzek o podobnym przeciętnym spadku, a mianowicie Dunajec pod Mościcami (powyżej Białej (tj. powyżej *km* 30,285 od ujścia; przeciętny spadek  $0,927\text{‰}$ ) i Przemszę w partji dolnej (poniżej *km* 22 od ujścia; przeciętny spadek  $0,777\text{‰}$ ). Pomimo tak małej różnicy spadku, materiał ruchomy Przemszy stanowi tylko piasek, podczas gdy Dunajec ma w wymienionej partji w dnie jeszcze gruby żwir, do 10 *cm* średnicy. Jaki powód? Otóż powodem jest to, że Dunajec jest silnym strumieniem, wypływającym z wysokich gór (Tatry, Karpaty), Przemsza zaś łagodną rzeką, wypływającą z niewysokich pagórków. Stąd też, pomimo że dorzecze Dunajca jest tu od dorzecza Przemszy tylko 2,8 razy większe (5689 : 2045), największa wielka woda Dunajca jest od największej wielkiej wody Przemszy około 18 razy większa (3600 : 200), a podczas gdy różnica stanu najwyższego i najniższego wynosi na Dunajcu<sup>14)</sup> aż 6,67 *m*, na Przemszy<sup>15)</sup> zaledwie 1,83 *m*. Wynika z tego, że na Dunajcu przy najwyższym stanie ma się do czynienia w normalnem łóżysku z głębokością około 7,5 *m*, podczas gdy na Przemszy z głębokością około 2,5 *m*. Jeżeli teraz dla wymienionych spadków i głębokości obliczymy według metody autora pionowe krzywe prędkości, stosując równanie<sup>16)</sup>:

$$v = \frac{v_s}{m T^{\frac{1-m}{m}}} y^{\frac{1-m}{m}}, \text{ przyczem}$$

$$m = 0,78 + \frac{0,02}{T^{0,7}} + 0,015 T, \quad \text{\%}$$

to (biorąc do pomocy tabele podane w powołanem źródle) otrzymamy następujące równania i kształty pionowych krzywych prędkości dla obu rzek (ryc. 2):

równanie dla Dunajca:  $v = 3,117 y^{0,093} \text{ m/sek}$   
 " " Przemszy:  $v = 1,849 y^{0,190}$  " ;  
 wyrachowane dla poszczególnych głębokości prędkości wody przedstawione są na rysunku.



Ryc. 2.

Obserwacja obu krzywych prędkości naprowadza na bardzo ciekawe spostrzeżenia. Przedewszystkiem patrząc na kształt obu tych krzywych u spodu, tj. w pobliżu dna, gdzie przedstawiono je bardzo dokładnie, rachując i wykreślając prędkości w wysokościach: 1 *cm*, 2 *cm*, 5 *cm* i 10 *cm* ponad dnem, widzimy, że pomimo przyjęcia prędkości przy dnie równej zero, tuż ponad dnem panują jeszcze stosunkowo bardzo znaczne prędkości, a mianowicie:

w wysokości ponad dnem	na Dunajcu	na Przemszy	stosunek
0,01 <i>m</i>	$v = 2,031 \text{ m/sek}$	$0,771 \text{ m/sek}$	2,63 : 1
0,02 "	" " 2,164 "	0,879 "	2,46 : 1
0,05 "	" " 2,359 "	1,046 "	2,26 : 1
0,10 "	" " 2,516 "	1,194 "	2,11 : 1
prędkości średnie	$v_s = 3,620$ "	1,849 "	1,96 : 1
" na powierzchni	3,760 "	2,200 "	1,71 : 1

Wynika z tego, że działanie płynącej wody na dno, zwłaszcza przy wysokich stanach, jest bardzo silne, gdyż pomimo przyjęcia teoretycznego kształtu pionowej krzywej prędkości z prędkością zero u spodu, otrzymaliśmy znaczne prędkości w pobliżu dna.

Powtóre, widzimy tu dla obu wypadków znaczne różnice tych prędkości dennych, co wyjaśnia nam kwestję grubości materiału ruchomego w obu wziętych za przykład przestrzeniach rzek.

Jeżeli teraz weźmiemy pod rozwagę ruch materiału rzecznoego przy wszystkich stanach

<sup>14)</sup> Wodoskaz Biała.

<sup>15)</sup> Wodoskaz Chetmek.

<sup>16)</sup> M. Matakiewicz: „Ogólny kształt i równanie pionowej krzywej prędkości...” Lwów 1933, Towarzystwo Naukowe.



wody, od najniższego (przy którym niema właściwie ruchu materiału), aż do najwyższego, (przy którym ten ruch jest najsilniejszy), to ponieważ do poruszenia ziarna pewnej wielkości potrzebna jest odpowiednia prędkość, w miarę wzrostu stanu wody i równocześnie wzrostu prędkości, powstaje możność poruszania coraz to większych ziarn materiału. Zgodnie z tem można powiedzieć, że do poruszenia ziarna pewnej wielkości potrzebny jest odpowiedni stan wody.

Średnica ziarna jest ważnym czynnikiem przy rozważaniu ruchu materiału; jeżeli przyjmujemy w przybliżeniu okrągły kształt ziarn, to ciężar ziarna, a zatem i opór tarcia, zależy od  $d^3$ , a napór prądu wody na powierzchnię ziarna zależy od  $d^2$ . Przytem pamiętać należy, że ciężar ziarna w wodzie należy zmniejszyć o wypór wody, czyli przyjąć ciężar właściwy ziarna w wodzie  $(\gamma_1 - \gamma)$ .

Objętość poszczególnego ziarna:

$$V = \frac{4}{3} r^3 \pi, \text{ a ponieważ } r = \frac{d}{2}, v = \frac{4}{3} \frac{d^3}{8} \pi = \frac{d^3 \pi}{6},$$

$$\text{skąd } d = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}}.$$

Dla  $n$  ziarn  $V = \frac{n d^3 \pi}{6}$ , skąd:

$$d_{\text{średnie}} = \sqrt[3]{\frac{6V}{n\pi}}.$$

Jeżeli zatem oznaczymy objętość ziarna, lub mieszaniny ziarn, np. przez zanurzenie w wodzie, to z równania tego można oznaczyć średnicę (grubość) ziarna.

$$\text{Ciężar ziarna } C = \gamma_1 V = \frac{\gamma_1 d^3 \pi}{6}$$

$$\text{Ciężar ziarna w wodzie } = (\gamma_1 - \gamma) V = \frac{(\gamma_1 - \gamma) d^3 \pi}{6}$$

Ziarna o dużym ciężarze właściwym trudniejsze są do poruszenia przez wodę, jak ziarna o małym ciężarze właściwym.

Kształt ziarn jest rozmaity; najczęściej mamy kształty zaokrąglone, więcej lub mniej wydłużone w jednym kierunku, co jest wynikiem ścierania w czasie wędrówki i to ścierania nierównomiernego. Jeżeli zatem mówimy o średnicy  $d$ , to jest to średnia średnica, wyznaczona w powyższy sposób. Zdarza się jednak również rumowisko złożone z ziarn o ostrych krawędziach; ruch takich ziarn napotyka na większe opory. Wreszcie niejednokrotnie mamy do czynienia z ziarnami o kształcie płytek (łuski), które również sprawiają większy opór w czasie ruchu, a przy opadaniu osadzają się trudno.

Luźne ułożenie ziarn ułatwia ruch, natomiast zbite wymaga większej siły do pokonania oporów. Mówimy również o zlepieniu (skitowaniu ziarn), jeżeli są otoczone ilastymi, gliniastymi, lub organicznymi cząsteczkami. Woda płynąca w różnych miejscach, z różnymi prędkościami (ruch zmienny), dokonywa wielokrotnie przesiewu (sortowania) ziarn i oddzielenia ziarn grubszych od drobniejszych. Na brzegach wy-

pukłych, gdzie panują mniejsze prędkości, znajdujemy złożony przeważnie materiał grubszy, na brzegach wklęsłych drobniejszy; pochodzi to stąd, że przy wyższych stanach woda płynąca, posiadając przy brzegu wklęsłym jeszcze dużą prędkość i dużą siłę poruszającą, może jeszcze poruszać materiał gruby, podczas gdy na brzegach wypukłych, gdzie panuje mniejsza głębokość, prędkość i siła poruszająca, materiał ten musi już osiąść. Gdy zaś przy wysokich stanach prąd wody jest więcej wyprostowany i te same strugi wody przechodzą raz przy brzegach wklęsłych, raz znowu przy wypukłych łóżyska, zrozumiałą jest rzeczą, że materiał grubszy złożony będzie na brzegach wypukłych. Stąd też między ostrogami, wybudowanymi na brzegu wypukłym, znajdujemy materiał gruby, natomiast poza tamami równoległymi, wykonanymi na brzegu wklęsłym, namul, który najdłużej (przy opadającej wodzie) utrzymał się w ruchu i wreszcie tu opadł<sup>17)</sup>.

Ciężar właściwy materiału jest to ciężar jednostki objętości materiału, bez wolnych, niewypełnionych miejsc i wyraża się go w gramach na  $1 \text{ cm}^3$ , natomiast gęstość jest to liczba niemianowana, podająca, ile razy cięższa jest pewna objętość materiału, jak taka sama objętość wody. Obie wielkości oznacza się za pomocą piknometru na sproszkowanym materiale<sup>18)</sup>. Piknometr jest to flaszeczka, z szyjką wewnątrz szlifowaną, zamykaną korkiem szklanym, zewnątrz szlifowanym, z przewierconym osiowo kanalikiem. Ciężar właściwy materiału oznacza się w ten sposób, że najpierw oznacza się ciężar proszku materiału ( $C_p$ ); następnie ciężar piknometru wypełnionego wodą ( $C_w$ ) dokładnie aż po markę na korku, przyczem należy uważać, aby woda miała temperaturę pokojową. Następnie wypróżnia się piknometr częściowo, wsypuje do niego sproszkowany materiał (bez strat), usuwa ewentualne bańki powietrza i waży ponownie ( $C$ ). Ciężar właściwy materiału  $\gamma_1 \left[ \frac{g}{\text{cm}^3} \right]$  równa się  $\frac{C_p}{C_w + C_p - C} \cdot \gamma$ , gdzie  $\gamma$  jest ciężarem właściwym wody.

O ile chodzi o materiały zbite, przy których objętość por nie ma znaczenia, oznacza się ciężar właściwy kamienia (ziarna) zapomocą wagi hydrostatycznej. Najpierw oznacza się jego ciężar bezwzględny  $C$ , a potem zawieszają go zapomocą cienkiego drucika na jednym końcu wagi (zważenie I,  $W_1$ ). Następnie zanurza się wiszące na wadze ciało w wodzie destylowanej i waży na nowo (zważenie II,  $W_2$ ). Ciężar właściwy  $\gamma_1 = \frac{C}{W_1 - W_2} \cdot \gamma$ . Według Razen'a oznacza się średnią średnicę  $d_s$ <sup>19)</sup> ziarn powyżej  $0,1 \text{ m/m}$  grubości

<sup>17)</sup> Patrz również Schoklitsch: „Der Wasserbau“, Tom I, str. 131/132.

<sup>18)</sup> Patrz Redlich, Terzaghi, Kampe: „Ingenieurgeologie“; Wiedeń i Berlin 1929.

<sup>19)</sup> W literaturze spotykamy się niejednokrotnie z wyrażeniem „materiał jednolity“. Takiego materiału w przyrodzie niema, a nawet pewna sorta, powstała przez przesianie, zawiera ziarna zawarte między granicami dwu średnic, równych okom dwu sit, przez które została przesiana i zatrzymana.



w sposób następujący: Waży się najpierw pewną policzoną ilość ziarn ( $n$ ) łącznie i otrzymuje ich sumaryczny ciężar  $C_n$ . Ciężar ziarna średni wynosi  $C = \frac{C_n}{n}$ , a jeżeli ciężar właściwy materiału jest  $\gamma_1$ , natenczas, według powyższego:

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{6C}{\gamma_1 \pi}}$$

### 3. Ruch materiału rzeczno.

Rodzaj mechanicznego działania wody płynącej na dno, względnie na materiał ruchomy tworzący to dno, jest dwojaki: 1) jako siła uderzenia (l'effet du choc, Stosskraft), o ile chodzi o działanie na poszczególne ziarna, wprawiające je ze spoczynku w ruch, oraz 2) jako siła poruszająca (force d'entraînement, Schleppekraft) utrzymująca przeznaczony materiał w ruchu.

Jeżeli chodzi o uderzenie, to wynosi ono:

$$k \gamma \frac{v^2}{2g} P,$$

w czym  $k$  oznacza współczynnik,  $\gamma$  ciężar właściwy wody,  $v$  chwilową prędkość, prostopadłą do powierzchni,  $P$  powierzchnię ciała zwróconą ku prądowi wody,  $g$  przyspieszenie ciężkości. Ta siła uderzenia ma pokonać opór ciała przeciw przesunięciu:

$$f C = f(\gamma_1 - \gamma) \omega,$$

w czym  $f$  oznacza współczynnik oporu (tarcia),  $C = (\gamma_1 - \gamma) \omega$  ciężar ciała w wodzie,  $\omega$  objętość ciała. Obustronne ciśnienia statyczne wody znoszą się. Porównując obie wartości można napisać:

$$k \gamma \frac{v^2}{2g} P = f(\gamma_1 - \gamma) \omega, \text{ skąd}$$

$$v = \sqrt{c \frac{\omega}{P}}, \text{ przyczem stała } c = \frac{2f(\gamma_1 - \gamma)g}{k\gamma}$$

Ponieważ  $\omega$ , jako objętość, ma wymiar trzeciej potęgi długości, a  $P$  wymiar drugiej potęgi długości, zatem  $\frac{\omega}{P}$  jest długością w pierwszej potędze; wynika z tego, że prędkość wody, potrzebna do poruszenia ziarna materiału rzeczno, jest proporcjonalna do pierwiastka drugiego jego wymiarów liniowych. Równanie powyższe możemy również napisać w formie:

$$v = \sqrt[6]{c^3 \left(\frac{\omega}{P}\right)^3};$$

ponieważ  $\frac{\omega}{P}$  przedstawia wymiar liniowy, a  $\left(\frac{\omega}{P}\right)^3$  długość w potędze trzeciej, a zatem objętość, możemy powyższe zdanie wyrazić także następująco: Prędkość wody potrzebna do poruszenia ziarna materiału jest proporcjonalna do pierwiastka szóstego z objętości<sup>20)</sup>. Twierdzenia te są dość zgodne z doświadczeniami.

Przykład a) Biorąc za podstawę wyznaczone powyżej (ryc. 2) prędkości przy-

<sup>20)</sup> Rudzki: Fizyka ziemi, str. 443; podobnie Forchheimer: Hydraulik,

denne dla Dunajca pod Mościcami i dla Przemśy pod Chełmkami, jak również przyjmując, że największe ziarna materiału na Dunajcu pod Mościcami mają  $d = 10 \text{ cm}$ , zapytajmy się, jaka będzie średnica największych ziarn na Przemśy pod Chełmkami?

$$\text{Dane } \begin{cases} v_{0,05} \text{ dla Dunajca}^{21)} & 2,360 \text{ m} \\ v_{0,01} \text{ „ Przemśy} & 0,771 \text{ „} \\ d_D \text{ „ Dunajca} & 10 \text{ cm} \end{cases}$$

Według powyższego, prędkości są proporcjonalne do drugiego pierwiastka wymiarów długości, a zatem:

$$2,360 : 0,771 = \sqrt{d_D} : \sqrt{d_P}; \quad d_D = 10 \text{ cm} \\ d_P = 10,6 \text{ m/m}$$

Tak średnica 10 cm dla Dunajca, jak i 1 cm dla Przemśy, należą do największych ziarn jakie mogą być w danych przestrzeniach jeszcze poruszone, gdyż przyjęliśmy tu jako założenie warunki zachodzące przy najwyższych stanach, dotąd w obu przestrzeniach spotykanych. Ziarna te tkwią naturalnie wśród materiału złożonego z ziarn mniejszej gubości.

Przykład b). Biorąc pod uwagę równanie powyżej podane, określające kształt pionowej krzywej prędkości:

$$v = \frac{v_s}{m T^m} y^{\frac{1-m}{m}},$$

to przyjmując w przybliżeniu jako prędkość denną, prędkość w wysokości 1 cm nad dnem ( $v_{0,01}$ ), otrzymujemy z tego równania wartość tej prędkości dla wszystkich przypadków, a mianowicie:

$$v_d = v_{0,01} = \frac{v_s}{m T^m} y^{\frac{1-m}{m}}, \text{ lub}$$

$$v_{0,01} = \frac{v_s}{m (100 \cdot T)^{\frac{1-m}{m}}},$$

w którym to równaniu  $T$  oznacza głębokość w dowolnym punkcie profilu. To równanie może być jednak stosowane tylko dla przestrzeni o ziarnach grubszych; o ile chodzi o materiał drobniejszy (piasek), trzeba zejść jeszcze niżej, gdyż jak widać z rysunku 2, pionowa krzywa prędkości u spodu szybko się zagina, a prędkości szybko maleją. Dlatego dla drobnego materiału (piasku) należy wziąć prędkość w wysokości np. 1 m/m nad dnem, a więc:

$$v_d' = v_{0,001} = \frac{v_s}{m (1000 T)^{\frac{1-m}{m}}}$$

Zastosujmy to ostatnie równanie dla Wisły pod Warszawą i to 1) dla stanu absolutnie najwyższego z r. 1884 (6,55), dla którego w łożysku normalnym możemy przyjąć głębokość  $T = 7,1 \text{ m}$ <sup>22)</sup> i dla stanu średniego rocznego, któremu odpowiada głębokość około 2 m. Dla przypadku 1) otrzymujemy:

<sup>21)</sup> W połowie wysokości ziarna.

<sup>22)</sup> Stan abs. najniższy 0,45;  $T = 6,55 - 0,45 + 1 \text{ m} = 7,1 \text{ m}$ .



$$T=7,1 \text{ m}, I=0,00025, v_s=1,862^{23}), m=0,941^{23}),$$

$$v_{0,001} = \frac{1,862}{0,941 (1000 \cdot 7,1)^{0,063}} = 1,140 \text{ m}$$

Dla przypadku 2):

$$T=2 \text{ m}, I=0,00025, v_s=0,946, m=0,865,$$

$$v_{0,001} = \frac{0,946}{0,865 (1000 \cdot 2)^{0,156}} = 0,334 \text{ m}.$$

Rachując według tej samej zasady, co w przykładzie a) i opierając się na grubości materiału Dunajca pod Mościcami, otrzymujemy:

$$\text{ad 1): } 2,36 : 1,14 = \sqrt{d_D} : \sqrt{d_W}$$

$$2,36 : 1,14 = \sqrt{10 \text{ cm}} : \sqrt{d_W}$$

$$d_W = 2,6 \text{ cm} = 26 \text{ m/m}.$$

Rachując  $v_{0,01}$ , otrzymujemy 1,277 m, a zatem niewiele różną, czyli, że rezultat dla  $v_{0,01}$  nieznacznie się tylko zmieni.

$$\text{ad 2): } 2,36 : 0,334 = \sqrt{d_D} : \sqrt{d_W} = \sqrt{10 \text{ cm}} : \sqrt{d_W}$$

$$d_W = 0,229 \text{ cm} \approx 2,3 \text{ m/m}.$$

W literaturze technicznej podawane są wartości prędkości granicznej, przy której ziarna materiału zostają poruszone. Tak na przykład według Sainjon'a na Loarze:

ziarna o średnicy	porusza woda płynąca z prędkością na dnie	średnią
0,25 cm . . . . .	25 cm/sek	36 cm/sek
1 " . . . . .	50 " "	70 " "
4 " . . . . .	100 " "	143 " "
10 " . . . . .	150 " "	214 " "
17 " . . . . .	200 " "	286 " "
38 " . . . . .	300 " "	429 " "
67 " . . . . .	400 " "	521 " "

Redtenbacher podaje, że aby dno rzeki nie zostało wzruszone, prędkość wody w m/sek nie powinna przekraczać następujących wartości:

Wzruszona ziemia	Tłusty il	Piasek	Żwirzek okrągły	Żwirzek ostrokątny
0,076	0,152	0,305	0,914	1,22
Zlepniec	1,52	1,83	3,05	Skała nie-warstwowa

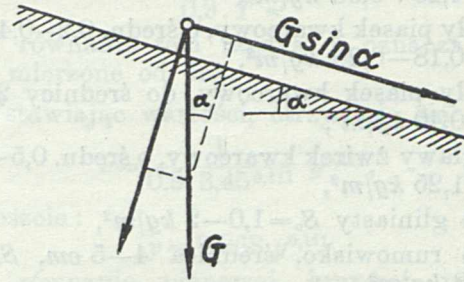
Wogóle miękka glina i ziemia bywa rozmywana już przy prędkości na dnie 8—10 cm, więcej zbita glina i mialki piasek 20 cm, grubszy piasek 30 cm, żwirzek o ziarnach 1 cm 70 cm, żwir kilkocentymetrowy i grubszy 100 cm i wyższych.

Wartości te wcale dobrze zgadzają się z wartościami obliczonymi powyżej na drodze teoretycznej.

#### 4. Siła poruszająca wody<sup>24)</sup>.

Woda płynąca w łóżysku doznawłaby pod wpływem składowej siły ciężkości, działającej w kierunku ruchu, przyspieszenia. Jednak tarcie zewnętrzne, istniejące na obwodzie, oraz tarcie wewnętrzne, ujednostajniają ruch wody, używając tę siłę. Jeżeli ciężar wody jest  $G$ , to składowa w kierunku ruchu (ryc. 3) jest  $G \sin \alpha =$

(wobec tego, że kąt  $\alpha$  jest bardzo mały),  $G \sin \alpha = G I$ . Ponieważ bryła wody o przekroju  $F$  i długości  $l$ , przy ciężarze właściwym  $\gamma = 1000 \text{ kg}$ , ma ciężar  $G = \gamma F l$ , a opory tarcia (z pominięciem oporów wewnętrznych) możemy przedstawić wzorem  $P l \varphi$ , w którym  $P$  ozna-



Ryc. 3.

cza obwód zwilżony,  $l$  długość, a  $\varphi$  współczynnik tarcia, czyli tarcie na jednostkę powierzchni łożyska, przeto można napisać:

$$G \sin \alpha = \gamma F l I = P l \varphi, \text{ skąd}$$

$$\varphi = \gamma I \frac{F}{P} = \gamma I R,$$

gdzie  $R$  oznacza promień hydrauliczny. Dla profilów o dużej szerokości można zamiast  $R$  przyjąć głębokość  $T$ , a wtedy  $\varphi = \gamma T I$ .

Wyrachowane tu tarcie wody na  $1 \text{ m}^2$  dna jest powodem ruchu materiału i dlatego wyrażenie to nazywa się siłą poruszającą  $S$ :

$$S = \gamma T I = 1000 T I \text{ kg/m}^2$$

i wyraża, jeżeli się przejmie  $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $T$  w metrach, ( $I$  wartość niemianowana; spadek względny) w  $\text{kg}$  na  $1 \text{ m}^2$  dna rzeki<sup>25)</sup>

Z powyższego wynika, że jeżeli dno rzeki składa się z materiału ruchomego, to gdy siła poruszająca osiągnie pewną wartość, odpowiadającą grubości i kształtowi ziarna materiału dna, rozpoczyna się ruch tego materiału. Siłę poruszającą graniczną, przy której następuje początek ruchu materiału, oznacza się  $S_0$ , a przy równych warunkach spadku wynosi ona:

$$S_0 = \gamma T_0 I$$

Jeżeli przyjmiemy materiał dna, jak to z reguły bywa, mieszany, to  $S_0$  wiąże się z pewną grubością (średnicą) ziarna i w zasadzie nie można mówić o jakiej ogólnej sile poruszającej granicznej, dla całej mieszaniny materiału ruchomego, stanowiącej dno. Rozróżnia się przytem siłę poruszającą graniczną przy wprawieniu materiału w ruch i przy osadzaniu materiału; ta druga ma być, według oceny, około o  $\frac{1}{3}$  mniejszą od pierwszej. Graniczna siła poruszająca zależy nie tylko od wielkości i ciężaru ziarn, ale także i od ich kształtu, który znowu jest w związku z ich petrograficznym składem,

<sup>25)</sup> Casey (j. w.) nazywa  $S$  napięciem ruchu (wleczenia) materiału (Schleppspannung) i wyraża je w  $\text{gr/m}^2$ . Proponuje przytem wprowadzenie nowego pojęcia: sprawności ruchu (wleczenia) materiału (Schleppleistung), jako iloczynu prędkości  $v$  i siły poruszającej  $S = \gamma T I$ , a zatem  $v \cdot \gamma T I = \gamma v T \cdot I = Q \cdot I$ . Wyrażenie to oznaczałoby zatem pracę, której funkcją byłaby ilość transportowanego na sekundę materiału rzeczno: ( $Q$  = objętość wody na  $1 \text{ m}$  szerokości łożyska).

<sup>23)</sup> Z pomocą tabel cyfrowych.

<sup>24)</sup> Patrz także ustęp pod tym tytułem w autora „Regulacji rzek“, Lwów 1921, str. 57, gdzie podane są dawniejsze studja i zapatrywania.

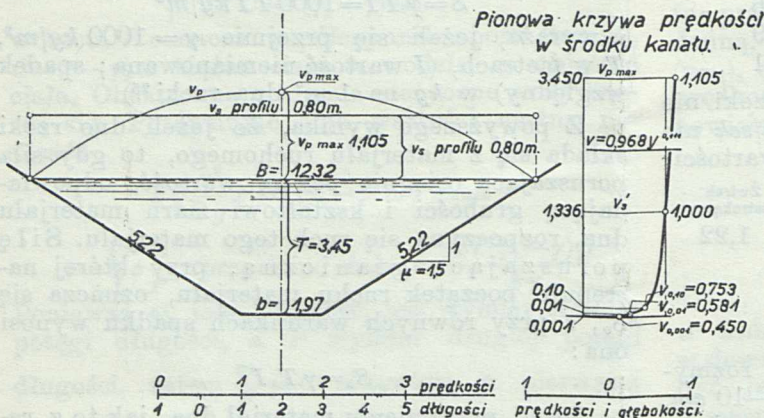


dlatego nie dla każdej rzeki, względnie jej przestrzeni otrzymamy wartość tę samą. Schoklitsch podaje, według pomiarów urzędu meljoracyjnego w Norymberdze, następujące wartości  $S_0$ , przy których następuje ruch materiału:

1. Zwykły piasek kwarcowy, o średnicy 0,4–1 m/m  
 $S_0 = 0,25–0,30 \text{ kg/m}^2$ ,
2. zwykły piasek kwarcowy, o średn. 0,2–0,4 m/m  
 $S_0 = 0,18–0,20 \text{ kg/m}^2$ ,
3. zwykły piasek kwarcowy, do średnicy 2 m/m  
 $S_0 = 0,40 \text{ kg/m}^2$ ,
4. okrągławy żwirzek kwarcowy, o średn. 0,5–1 cm  
 $S_0 = 1,25 \text{ kg/m}^2$ ,
5. grunt gliniasty  $S_0 = 1,0–2 \text{ kg/m}^2$ ,
6. grube rumowisko, średnica 4–5 cm,  $S_0 = 4,8 \text{ kg/m}^2$ ,
7. płaskie rumowisko wapienne, ziarna 4–6 cm długie, 1,2 cm grube,  $S_0 = 5,6 \text{ kg/m}^2$ .

Biorąc pod uwagę przykłady powyżej przytoczone i dane tam zawarte, dotyczące rzek polskich, otrzymujemy następujące wartości  $S_0$ <sup>26)</sup>:

- a) Dunajec pod Mościcami:  $T_0 = 7,5 \text{ m}$ ,  $I = 0,000927$ ,  
 $d_{max} = 10 \text{ cm}$ ,  $S_0 = 1000 T_0 I = 6,955 \text{ kg/m}^2$ ,
- b) Przemsa p. Chełmkim  $T_0 = 2,5 \text{ m}$ ,  $I = 0,000770$ ,  
 $d_{max} = 1,06 \text{ cm}$ ,  $S_0 = 1000 T_0 I = 1,825 \text{ kg/m}^2$ ,
- c) Wisła pod Warszawą  $T_0 = 7,1 \text{ m}$ ,  $I = 0,000250$ ,  
 $d_{max} = 2,6 \text{ cm}$ ,  $S_0 = 1000 T_0 I = 1,775 \text{ kg/m}^2$ ,
- d) Wisła pod Warszawą  $T_0 = 2,0 \text{ m}$ ,  $I = 0,000250$ ,  
 $d = 0,23 \text{ cm}$ ,  $S_0 = 1000 T_0 I = 0,500 \text{ kg/m}^2$ .



Ryc. 4.

Jak widać, wyniki ostatnie, z których tylko a) polega na obserwacji, reszta zaś wynikła z obliczenia  $d$  na drodze teoretycznej, zgadzają się wcale dobrze ze spostrzeżeniami poprzednimi.

Według Kreutera graniczna siła poruszająca wynosi:

Dla poruszenia grubego piasku 0,6–0,7 kg/m<sup>2</sup>,  
„ osadzenia drobnego żwiru 1,25 kg/m<sup>2</sup>,  
siła poruszająca, której opiera się darni 2–3 kg/m<sup>2</sup>,

Według Luegera, siła poruszająca, której opiera się wysięłka faszynowa 4 kg/m<sup>2</sup>,

<sup>26)</sup> Rozumiane tu są wartości  $S_0$  dla pewnych grubości ziarn (w przykładach a, b, c, dla maksymalnych  $d$  i maksimum stanu wody, w przykładzie d dla średniej wody).

Adyga przy moście pod Marlingen, siła poruszająca 15 kg/m<sup>2</sup>,

Dunajec pod Nowym Sączem, przy max. stanie wody, 10,5 kg/m<sup>2</sup>,

Dunajec przy ujściu, przy max. st. wody, 1,82 kg/m<sup>2</sup>,

Wisła p. Warszawą „ „ „ „ 1,77 kg/m<sup>2</sup>,

„ „ Krakowem „ „ „ „ 2,50 kg/m<sup>2</sup>,

W projekcie kanałów roboczych zakładów „Średnia Izara“ w Bawarii przyjęto, że największa siła poruszająca wody, która jeszcze nie narusza dna (nie ubezpieczonego), nie może przekroczyć 0,5 kg/m<sup>2</sup> (dla  $I = 0,0001$ ,  $T = 4,9 \text{ m}$ ,  $S = 0,5 \text{ kg/m}^2$ ).

Podobnie, jak wprowadza się do obliczeń graniczną siłę poruszającą (odpowiadającą pewnej grubości ziarn materiału) tak mówi się również i o granicznej prędkości, o czym wspomnieliśmy już powyżej. Casey<sup>27)</sup> stwierdza, że ta graniczna prędkość nie jest dla pewnego rodzaju materiału stała, lecz zmienia się ze spadkiem. Podaje na nią wzór, oparty na wynikach badań laboratoryjnych:  $v^2 = 2g(\alpha + \beta d_g)$  (wszystko w m/m);  $\alpha = 1,1–125 I$ ,  $\beta = 3,9–260 I$  dla ruchu poszczególnych ziarn, zaś  $\alpha = 1,25–60 I$ ,  $\beta = 6,3–300 I$  dla ruchu ogólnego.

Powyższe uwagi, podane dla łożysk przyrodzonych, odnoszą się analogicznie również i do łożysk sztucznych.

Przykład. Kanał roboczy ma przeprowadzać 20 m<sup>3</sup>/sek. Ma on być wykonany w naturalnym gruncie, złożonym z grubego piasku i drobnego żwirku, bez ubezpieczenia. Profil ma być najkorzystniejszy, o maximum promienia hydraulicznego.

Dane  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{sek}$ , przyjmujemy  $v = 0,8 \text{ m}/\text{sek}$ ; powierzchnia przekroju  $F = \frac{Q}{v} = 25 \text{ m}^2$ . Przyjmujemy profil trapezowy, o nachyleniu skarp  $\mu = 1,5$ .

Głębokość profilu najkorzystniejszego:

$$T = \sqrt{\frac{F}{2\sqrt{1+\mu^2}-\mu}} = \sqrt{\frac{25}{2\sqrt{1+1,5^2}-1,5}} = 3,45 \text{ m}.$$

Promień hydrauliczny  $R = \frac{T}{2} = 1,725 \text{ m}$ .

Średnia prędkość profilu (formuła autora dla kanału ziemnego):

$v = 35,4 I^{0,483} R^{0,7}$ , skąd spadek kanału:

$$I = \sqrt{\frac{v}{35,4 R^{0,7}}} = \sqrt{\frac{0,8}{35,4 \cdot 1,725^{0,7}}} = 0,00018.$$

Profil kanału przedstawiono na ryc. 4-ej.

Siła poruszająca w środku kanału:

<sup>27)</sup> „Über Geschiebebewegung“, j. w.; Versuchsanstalt f. Wasserbau u. Schiffbau, Berlin.



$$S = 1000 T I \text{ kg/m}^2 = 1000 \cdot 3,45 \cdot 0,00018 = 0,62 \text{ kg/m}^2.$$

Jak widać, siła poruszająca nie jest za wielka dla danego materiału, którym jest gruby piasek i drobny żwir.

Ale zbadajmy bliżej prędkości w pobliżu dna, w miejscu, gdzie są one największe, t. j. w środku profilu, a w tym celu obliczmy kształt środkowej pionowej krzywej prędkości. Według autora<sup>28)</sup>, stosunek średniej prędkości profilu, do największej prędkości powierzchniowej (w nurcie), w łożyskach sztucznych, przedstawia następujące równanie:

$$\frac{v_s}{v_{p \text{ max}}} = 1,095 - 0,857 m + 0,0252 R$$

w którym  $m$  jest wykładnikiem spadku w formule na średnią prędkość profilu, a  $R$  promieniem hydraulicznym. W naszym zadaniu:

$$m = 0,483, R = 1,725 m$$

$$\frac{v_s}{v_{p \text{ max}}} = 0,724, \text{ wobec czego:}$$

$$v_{p \text{ max}} = 0,80 : 0,724 = 1,105 m,$$

Aby oznaczyć równanie pionowej krzywej prędkości w środku profilu, trzeba jeszcze obliczyć średnią prędkość w tej pionowej  $v_s'$ . Według autora<sup>28)</sup>, stosunek  $\frac{v_s'}{v_{p \text{ max}}}$  podaje równanie:

$$\frac{v_s}{v_{p \text{ max}}} = 0,78 + 0,015 T + \frac{0,02}{T^{0,7}} = m'.$$

<sup>28)</sup> „Badania nad związkiem między prędkością średnią profilu, a największą prędkością powierzchniową w łożyskach sztucznych“. Warszawa 1931. Akademia Nauk Technicznych.

Po wstawieniu wartości  $T = 3,45$ ,  $I = 0,00018$ , otrzymuje się  $m' = 0,90$ . Wobec tego:

$$v_s' = 1,105 \times 0,90 = 0,9945 \sim 1,00 m.$$

Równanie pionowej krzywej prędkości brzmi<sup>29)</sup>:

$$v = \frac{v_s' \frac{1-m'}{1-m'}}{0,9 \cdot T^{\frac{1-m'}{m'}}} y^{\frac{1-m'}{m'}}.$$

W równaniu tem rzędna  $y$  oznacza wysokości mierzone od dna.

Wstawiając wartości, otrzymuje się:

$$v = \frac{1}{0,9 \cdot 3,45^{0,111}} y^{0,111},$$

a wreszcie:

$$v = 0,968 y^{0,111},$$

jako równanie pionowej krzywej prędkości w środku profilu. Średnia prędkość  $v_s' = 1 m$  leży w wysokości:

$$y_1 = m^{\frac{1}{1-m}} T = 1,336 m \text{ nad dnem.}$$

Z równania tego obliczymy prędkości w pobliżu dna, a więc np. w wysokości  $0,1 m$ ,  $0,01 m$  i  $0,001 m$  nad dnem. Otrzymujemy:

$$v_{0,1} = 0,753, v_{0,01} = 0,581, v_{0,001} = 0,450 m.$$

Pionowa krzywa prędkości narysowana jest na ryc. 4, po prawej stronie. Jak widać, prędkości przydenne nie przekraczają wartości dopuszczalnych dla danego materiału.

(C. d. n.)

<sup>29)</sup> „Ogólny kształt i równanie pionowej krzywej prędkości dla rzek“.... Lwów 1933. Lwowskie Towarzystwo Naukowe. Tak powyższy stosunek  $m'$ , jak i równanie pionowej krzywej prędkości, muszą być dla łożysk sztucznych takie same jak i dla naturalnych; zmieniają się tylko wartości elementów.

Prof. Dr. Inż. WILHELM BOROWICZ

## Analityczne badanie drgań wałów opartych na trzech łożyskach.

Maszyny wirujące, w szczególności turbiny parowe, zwróciły uwagę na pewne szczególne zjawisko, powtarzające się zresztą i przy innych maszynach. Gdy zwiększamy mianowicie ilość obrotów maszyny, możemy zauważyć, że przy pewnej ilości obrotów wał zaczyna bez widocznej przyczyny wykonywać drgania, które przy większej ilości obrotów ustają. Takie ilości obrotów, przy których drgania pojawiają się regularnie i które nie mogą być usunięte przy najdokładniejszym wykonaniu i wyważeniu wału, w technice noszą nazwę krytycznych, ponieważ wał może ulec odkształceniom trwałym, jeżeli będzie dłuższy czas się obracał przy tej ilości obrotów. Wobec tego, że na powstawanie niebezpiecznie dużych odchyłań potrzebny jest pewien czas i że drgania są wymuszane przy pewnej ściśle oznaczonej ilości obrotów (równej ilości drgań własnych wału), można w pewnych przypadkach przekroczyć niebezpieczne zjawisko przez prędkie podwyższenie ilości obrotów.

Na zachowanie się wału w czasie krytycznej

ilości obrotów wpływa również wartość momentu bezwładności masy wału i kół wirnikowych, wzgl. elektrycznej armatury. Przy doświadczeniach nad modelami wałów o małych masach nie możemy przekroczyć krytycznej ilości obrotów bez zastosowania specjalnego prowadzenia wzgl. innych konstrukcyjnych zabiegów. Natomiast większe jednostki turbinowe przy bardzo dokładnem wykonaniu oraz wyważeniu wirnika mogą stale pracować przy krytycznej ilości obrotów, jednak należy unikać zewnętrznych wstrząsów, mogących ujemnie wpłynąć na bieg maszyny, której wał znajduje się w stanie chwiejnej równowagi.

Przez podwyższenie ilości obrotów maszyn wirujących można osiągnąć znaczne powiększenie ich mocy. Z tego bardzo wydatnie korzysta technika i spotykamy cały szereg maszyn, pracujących przy ilościach obrotów, leżących ponad  $n_k$ . W celu zmniejszenia kosztów produkcji i strat tarcia w łożyskach, wały silnika i maszyny napędzanej łączymy sprzęgłami tar-

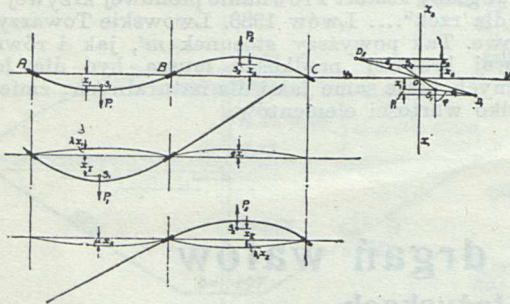


czowemi i umieszczamy je tylko na trzech łożyskach. W ten sposób powstaje trzykrotnie wsparty wał.

Okazuje się, że po przekroczeniu pierwszej krytycznej ilości obrotów natrafiamy na powtórny niepokój wału, który nosi te same cechy, co pierwszy. Teoretyczne badania doprowadziły do wyniku, że to jest również krytyczna ilość obrotów. W przypadku sprzężenia turbiny parowej z prądnicą elektryczną skala niepokoju tej drugiej krytycznej ilości obrotów jest znacznie większa od skali niepokoju pierwszej.

Z tego powodu teoretyczne zbadanie tego zjawiska trzykrotnie wspartego wału jest sprawą bardzo dużej wagi.

Na ryc. 1 przedstawiono wał, zatrzymany na chwilę w czasie drgania. Oznaczmy przez  $O$  rzut linii łączącej środki czopów.  $OD_1$  i  $OD_2$  oznaczają ugięcia środków wału części  $AB$  i  $BC$  w chwili  $t$ .  $D_1$  i  $D_2$  są położenia miejsc przenikania wału przez koła wirnikowe,  $S_1$  i  $S_2$  natomiast położenia środków ciężkości kół o masach  $m_1$  i  $m_2$ , przy czym przyjmujemy, że sam wał jest pozbawiony masy. Zakładamy pozatem, że przed rozpoczęciem działania sił  $P_1$  i  $P_2$  środki ciężkości  $S_1$  i  $S_2$  znajdowały się na wspólnej płaszczyźnie, przechodzącej przez geometryczną oś obrotu. Kąt pochylenia linii  $D_1S_1$  względem osi  $X$  oznaczamy przez  $\varphi$ , przy czym w chwili rozpoczęcia ruchu t.j. przy  $t=0$  również  $\varphi=0$ . Jeżeli wał obraca się ze stałą prędkością kątową, wtedy  $\varphi=\omega t$ .



Ryc. 1.

Układamy zasadnicze równanie ruchu dla każdej części wału. Według zasadniczego prawa dynamiki iloczyn przyspieszenia środka ciężkości w kierunku pewnej osi współrzędnych i masy ciała równa się rzutowi na tę samą oś wypadkowej wszystkich działających na tę masę sił. Zakładamy, że część wału  $AB$  znajduje się pod wpływem zginającej siły  $P_1$ , która wywołałaby ugięcie  $OD_1$  wału, gdyby czop  $C$  nie był przytrzymywany w łożysku. Rzut strzałki ugięcia na oś  $X$ :

$$x_1 + e_1 \cos \omega t.$$

Wobec tego, że czop  $C$  zostaje przytrzymywany w łożysku i oprócz tego część  $BC$  znajduje się pod wpływem siły  $P_2$ , środek ciężkości  $S_1$  przesunie się nie o  $x_1$ , lecz tylko o  $x_1$ . Z ryc. 1 wynika, że

$$x_1 = x_1 - \lambda x_1 + \mu x_2.$$

Wyraz  $\lambda x_1$  jest ugięciem, o które środek ciężkości  $S_1$  zostaje podniesiony przez spowodowanie prawego końca wału do położenia łożyska  $C$ .  $\lambda$  jest wartością ujemnego ugięcia, gdyby wypadkowe ugięcie było  $x_1=1$ . Wyraz  $\mu x_2$  jest znowu ugięciem, o które środek ciężkości  $S_1$  zostaje przesunięty wzdłuż przez spowodowanie lewego końca wału do położenia łożyska  $A$ .  $\mu$  jest wartością dodatniego ugięcia, o które środek ciężkości  $S_1$  przesunąłby się wzdłuż, gdyby wypadkowe ugięcie części  $BC$  było  $x_2=1$ . Z powyższego równania obliczamy  $x_1$ :

$$x_1 = x_1 + \lambda x_1 - \mu x_2 = (1 + \lambda) x_1 - \mu x_2$$

analogicznie dla  $BC$ :

$$x_{II} = x_2 + \xi x_2 - \zeta x_1 = (1 + \xi) x_2 - \zeta x_1.$$

Zasadnicze równania ruchu otrzymują formę:

$$m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} = -c_1 \left[ (1 + \lambda) x_1 - \mu x_2 + e_1 \cos \omega t \right] \quad (1)$$

$$m_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} = -c_2 \left[ (1 + \xi) x_2 - \zeta x_1 + e_2 \cos \omega t \right] \quad (2)$$

Znak ujemny przed  $c$  oznacza, że wewnętrzne siły sprężystości są skierowane do początku układu w przeciwnym kierunku do dodatniego kierunku  $x_1$  i  $x_2$ .

$$\frac{m_1}{c_1} \cdot \frac{d^2 x_1}{dt^2} + (1 + \lambda) x_1 - \mu x_2 + e_1 \cos \omega t = 0 \quad (3)$$

$$\frac{m_2}{c_2} \cdot \frac{d^2 x_2}{dt^2} + (1 + \xi) x_2 - \zeta x_1 + e_2 \cos \omega t = 0 \quad (4)$$

Wprowadzamy następujące oznaczenia:

$$a = (1 + \lambda) \frac{c_1}{m_1} \quad d = (1 + \xi) \frac{c_2}{m_2}$$

$$b = -\mu \frac{c_1}{m_1} \quad e = -\zeta \frac{c_2}{m_2}$$

$$c = +e_1 \frac{c_1}{m_1} \quad f = +e_2 \frac{c_2}{m_2}$$

Równania (3) i (4) otrzymują formę:

$$\frac{d^2 x_1}{dt^2} + a x_1 + b x_2 + c \cdot \cos \omega t = 0 \quad (5)$$

$$\frac{d^2 x_2}{dt^2} + d x_2 + e x_1 + f \cdot \cos \omega t = 0 \quad (6)$$

Z (5) obliczamy

$$x_2 = -\frac{1}{b} \cdot \frac{d^2 x_1}{dt^2} - \frac{a}{b} x_1 - \frac{c}{b} \cdot \cos \omega t$$

Druga pochodna:

$$\frac{d^2 x_2}{dt^2} = -\frac{1}{b} \cdot \frac{d^4 x_1}{dt^4} - \frac{a}{b} \cdot \frac{d^2 x_1}{dt^2} + \frac{c}{b} \cdot \omega^2 \cos \omega t$$

Podstawiamy w równanie (6):

$$\frac{d^4 x_1}{dt^4} + (a + d) \cdot \frac{d^2 x_1}{dt^2} + (ad - bc) \cdot x_1 - (c\omega^2 - ed - bf) \cdot \cos \omega t = 0$$

Po wprowadzeniu nowych oznaczeń:

$$\beta = a + d = (1 + \lambda) \frac{c_1}{m_1} + (1 + \xi) \frac{c_2}{m_2}$$

$$\gamma = ad + be = \frac{c_1}{m_1} \cdot \frac{c_2}{m_2} \left[ (1 + \lambda)(1 + \xi) - \mu \zeta \right]$$

$$\delta = c\omega^2 + cd + bf =$$

$$= \frac{c_1}{m_1} \left[ e_1 \omega^2 - e_1 (1 + \xi) \frac{c_1}{m_2} - \mu e_2 \cdot \frac{c_2}{m_2} \right]$$



otrzymujemy

$$\frac{d^4 x_1}{dt^4} + \beta \frac{d^2 x_1}{dt^2} + \gamma x_1 - \delta \cos \omega t = 0 \quad (7)$$

To jest równanie różniczkowe linjowe czwartego rzędu o stałych współczynnikach, niejednorodne. Funkcja perturbacyjna tego równania jest całkowita, wymierna (wielomian), wobec tego całka ogólna będzie posiadała formę:

$$x_1 = C_1 e^{w_1 t} + C_2 e^{w_2 t} + C_3 e^{w_3 t} + C_4 e^{w_4 t} + E \cos \omega t + E_1 \sin \omega t,$$

gdzie  $e$  jest zasadą logarytmu naturalnego.

Oznaczamy teraz

$$x_1 = x_1' + x_1'' \quad (8)$$

gdzie

$$x_1' = C_1 e^{w_1 t} + C_2 e^{w_2 t} + C_3 e^{w_3 t} + C_4 e^{w_4 t} \quad (9)$$

$$x_1'' = E \cos \omega t + E_1 \sin \omega t \quad (10)$$

Podstawiamy (8) w (7):

$$\left[ \frac{d^4 x_1'}{dt^4} + \beta \frac{d^2 x_1'}{dt^2} + \gamma x_1' \right] + \left[ \frac{d^4 x_1''}{dt^4} + \beta \frac{d^2 x_1''}{dt^2} + \gamma x_1'' - \delta \cos \omega t \right] =$$

Widzimy, że samo  $x_1''$  spełnia równanie, jest więc całką szczególną równania (7);  $x_1'$  jest natomiast całką ogólną równania różniczkowego linjowego bez funkcji perturbacyjnej:

$$\frac{d^4 x_1'}{dt^4} + \beta \frac{d^2 x_1'}{dt^2} + \gamma x_1' = 0 \quad (11)$$

Wielkości  $w_1, w_2, w_3$  i  $w_4$  są pierwiastkami równania

$$w^4 + \beta w^2 + \gamma = 0$$

$$w = \pm \sqrt{-\frac{\beta}{2} \pm \sqrt{\frac{\beta^2}{4} - \gamma}}$$

$\gamma$  jest wielkością dodatnią, ponieważ

$$(1 + \lambda)(1 + \xi) > \mu \zeta.$$

Z tego też powodu

$$\sqrt{\frac{\beta^2}{4} - \gamma} < \frac{\beta}{2}$$

i wszystkie cztery pierwiastki są urojone. Całkę  $x_1'$  (9) z urojonymi wykładnikami potęgowymi można sprowadzić do rzeczywistych trygonometrycznych funkcji według wzorów:

$$e^{i\alpha} = \cos \alpha + i \sin \alpha$$

$$e^{-i\alpha} = \cos \alpha - i \sin \alpha$$

gdzie

$$w_1 = i\alpha_1 \quad w_2 = -i\alpha_1 \quad w_3 = i\alpha_2 \quad w_4 = -i\alpha_2$$

Równanie przepisujemy wtedy w sposób następujący:

$$x_1' = (C_1 + C_2) \cos \alpha_1 t + (C_1 - C_2) i \sin \alpha_1 t + C_3 \cos \alpha_2 t + (C_3 + C_4) i \sin \alpha_2 t.$$

Aby  $x_1'$  stało się rzeczywistym, powinno  $C_1$  i  $C_2$  oraz  $C_3$  i  $C_4$  być liczbami zespolonymi sprzężonymi. Ich rzeczywiste części składowe muszą być równe lecz o różnych znakach. Wprowadzimy oznaczenie:

$$A_1 = C_1 + C_2 \quad A_2 = C_3 + C_4$$

$$B_1 = (C_1 - C_2) i \quad B_2 = (C_3 - C_4) i$$

Dla  $x_1'$  mamy wtedy:

$$x_1' = A_1 \cos \alpha_1 t + B_1 \sin \alpha_1 t + A_2 \cos \alpha_2 t + B_2 \sin \alpha_2 t \quad (12)$$

Należy teraz zbadać, czy wyraz (12) spełnia równanie (11). Tworzymy drugą i czwartą pochodną wyrazu (12) i razem z (12) wprowadzamy do (11). Po odpowiednim połączeniu w grupy członów otrzymujemy:

$$(\alpha_1^4 - \beta \alpha_1^2 + \gamma)(A_1 \cos \alpha_1 t + B_1 \sin \alpha_1 t) + (\alpha_2^4 - \beta \alpha_2^2 + \gamma)(A_2 \cos \alpha_2 t + B_2 \sin \alpha_2 t) = 0.$$

Aby to równanie było spełnione dla dowolnych wartości zmiennej  $t$ , muszą wyrazy

$$\alpha_1^4 - \beta \alpha_1^2 + \gamma = 0 \quad \text{i} \quad \alpha_2^4 - \beta \alpha_2^2 + \gamma = 0 \quad (13)$$

Widzimy, że  $\alpha_1 = \alpha_2$ . Oznaczmy  $\alpha_2 = \alpha_1 = \alpha$ , wtedy

$$\alpha^4 - \beta \alpha^2 + \gamma = 0$$

albo wprowadzając wartości dla  $\beta$  i  $\gamma$ :

$$\mu \zeta = (1 + \lambda - \frac{m_1 \alpha^2}{c_1})(1 + \xi - \frac{m_2 \alpha^2}{c_1}) \quad (14)$$

Po wprowadzeniu oznaczeń

$$A_1 + A_2 = A \quad \text{i} \quad B_1 + B_2 = B$$

do równania (12) otrzymujemy:

$$x_1' = A \cos \alpha t + B \sin \alpha t.$$

Teraz zajmiemy się określeniem współczynników całki szczególowej

$$x_1'' = E \cos \omega t + E_1 \sin \omega t \quad (10)$$

Uczynimy to metodą współczynników nieokreślonych. W tym celu obliczamy cztery pierwsze pochodne  $x_1''$  według  $t$  i wspólnie z równaniem (10) wprowadzamy je do równania

$$\frac{d^4 x_1''}{dt^4} + \beta \frac{d^2 x_1''}{dt^2} + \gamma x_1'' - \delta \cos \omega t = 0.$$

Odpowiednie wyrazy grupujemy według  $E$  i  $E_1$ , wtedy

$$(\omega^4 - \beta \omega^2 + \gamma) E \cos \omega t + (\omega^4 - \beta \omega^2 + \gamma) E_1 \sin \omega t = \delta \cos \omega t.$$

W myśl wymienionej metody powinny współczynniki przed jednakowymi trygonometrycznymi funkcjami po obu stronach tego równania równością między sobą

$$(\omega^4 - \beta \omega^2 + \gamma) E = \delta$$

skąd

$$E = \frac{\delta}{\omega^2 - \beta \omega^2 + \gamma} \quad (15)$$

$$(\omega^4 - \beta^2 \omega + \gamma) E_1 = 0$$

skąd

$$E_1 = 0.$$

Wtedy całka szczególna otrzyma formę

$$x_1'' = E \cos \omega t.$$

Po wprowadzeniu odpowiednich wyrazów dla  $\beta, \gamma$  i  $\delta$  do (15) otrzymujemy równanie (18). W podobny sposób jak  $x_1'$  i  $x_1''$  możemy również określić wyrazy  $x_2'$  i  $x_2''$ . Ponieważ  $x_1$  i  $x_2$  występują w równaniach (3) i (4) zupełnie symetrycznie, możemy przez analogję zaraz określić  $x_2$  i  $F$ :

$$x_1 = A \cos \alpha t + B \sin \alpha t + E \cos \omega t \quad (16)$$

$$x_2 = C \cos \omega t + D \sin \alpha t + F \cos \omega t \quad (17)$$



$$E = \frac{e_1 \left(1 + \xi - \frac{m_2}{c_2} \cdot \omega^2\right) + \mu e_2}{\mu \zeta - \left(1 + \xi - \frac{m_2}{c_2} \cdot \omega^2\right) \left(1 + \lambda - \frac{m_1}{c_1} \omega^2\right)} \quad (18)$$

$$F = \frac{e_2 \left(1 + \lambda - \frac{m_1}{c_1} \omega^2\right) - \zeta e_1}{\mu \zeta - \left(1 + \xi - \frac{m_2}{c_2} \omega^2\right) \left(1 + \lambda - \frac{m_1}{c_1} \omega^2\right)} \quad (19)$$

Obserwując całki (16) i (17) możemy zauważyć, że istnieje pewna analogja między ruchem wału dwukrotnie<sup>1)</sup> a trzykrotnie wspartego. Ruch można rozłożyć na dwie składowe, z których  $x_1'$  i  $x_2'$  są zależne od początkowego stanu ruchu, ponieważ zawierają stałe całkowania  $A$ ,  $B$ ,  $C$  i  $D$ ; natomiast są niezależne od prędkości kątowej ruchu wału. Pierwsza składowa przedstawia drgania harmoniczne wału, które mogą powstać niezależnie od drugiej składowej t. j. nawet przy  $\omega=0$ . Jeżeli istnieje dostateczne przytłumienie, drgania mogą z biegiem czasu ustać. Druga składowa ruchu  $x_1''$  i  $x_2''$  jest zależna od prędkości kątowej ruchu wału  $\omega$  i przedstawia ruch kołowy środków ciężkości  $S_1$  i  $S_2$ . Średnice tych kół  $E$  (dla części wału  $AB$ ) i  $F$  (dla części wału  $BC$ ) są określone przez (18) i (19). W przypadku jednoczesnego działania obu składowych ruchu środek ciężkości każdej części wału opisuje epicykloidę. Wartość uchylenia wału w każdej części jest zależna od średnic  $E$  i  $F$ . Wartości te mogą stać się nieskończenie dużymi, jeżeli mianownik wyrazów (18) i (19) albo (15) stanie się równy zero albo gdy zaistnieje przypadek

$$\mu \zeta = \left(1 + \lambda - \frac{m_1}{c_1} \cdot \omega^2\right) \left(1 + \xi - \frac{m_2}{c_2} \omega^2\right) \quad (20)$$

albo

$$\omega^2 - \beta \omega^2 + \gamma = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

Porównując (20) z (14) możemy zauważyć, że w tym przypadku

$$\omega = \alpha$$

t. j. nieskończenie duże uchylenia części wału  $AB$  wzgl.  $BC$  mogą powstać, gdy prędkość kątowa obrotu zrówna się z prędkością kątową drgań własnych wału, innymi słowami, gdy nastąpi między obu składowymi ruchu współbrzmienie.

Równanie (21) jest czwartego stopnia, posiada wobec tego cztery pierwiastki. Należy zbadać ile z tych pierwiastków będzie dodatnich i rzeczywistych, ponieważ tylko takie wchodzić w rachubę do obliczenia krytycznych ilości obrotów. Rozwiązanie równania (21) prowadzi do

$$\omega = \pm \sqrt{\frac{\beta}{2} \pm \sqrt{\frac{\beta^2}{4} - \gamma}}$$

Wszystkie pierwiastki są rzeczywiste, ponieważ

$$\frac{\beta^2}{4} > \gamma \quad \text{oraz} \quad \sqrt{\frac{\beta^2}{4} - \gamma} < \frac{\beta}{4}$$

(patrz uwaga na str. 11 co do znaku przed  $\gamma$ ), ale tylko dwa dodatnie. Trzykrotnie wsparty

<sup>1)</sup> Föppl, „Technische Mechanik“, tom IV.

wał posiada wobec tego dwie krytyczne ilości obrotów, które stoją w pewnej zależności od siebie.

Celem zbadania krytycznych ilości obrotów wyższego rzędu, należy przyjąć nową linię elastyczną, która przecinałaby prostą łączącą środki trzech czopów między  $A$  i  $B$  oraz  $C$  i  $D$ .

Mianownik wyrazów (18) i (19) może być napisany w następujący sposób:

$$\frac{c_1}{m_1} \cdot \frac{c_2}{m_2} \cdot \mu \zeta - \left[ (1 + \lambda) \frac{c_1}{m_1} - \omega^2 \right] \left[ (1 + \xi) \frac{c_2}{m_2} - \omega^2 \right] \quad (22)$$

Gdybyśmy rozpatrywali z osobna każdą część wau  $AB$   $BC$ , wtedy

$$\sqrt{\frac{c_1}{m_1}} = \omega_1 \quad \text{i} \quad \sqrt{\frac{c_2}{m_2}} = \omega_2$$

byłyby krytycznymi prędkościami kątowymi tych dwóch części wału. Wprowadzamy zamiast prędkości kątowych ilości obrotów na minutę:

$$n = \frac{30}{\pi} \omega; \quad n_1 = \frac{30}{\pi} \omega_1 = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{c_1}{m_1}}; \quad n_2 = \frac{30}{\pi} \omega_2 = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{c_2}{m_2}}$$

Otrzymujemy wtedy dla mianownika wyraz:

$$n_1^2 \cdot n_2^2 \mu \zeta - [(1 + \lambda) n_1^2 - n^2] [(1 + \xi) n_2^2 - n^2]$$

który przy  $n=n_1$  albo przy  $n=n_2$  nie staje się równym zero, t. j. odchylenia  $E$  i  $F$  nie stają się nieskończenie dużymi. Przy ilościach obrotów, równych krytycznym ilościom obrotów poszczególnych części wału trzykrotnie wspartego, nie występują krytyczne drgania całego wału, za wyjątkiem przypadku, że  $n_1=n_2$  oraz

$$\frac{\mu}{1} = \frac{\xi}{\zeta}$$

t. j. w przypadku, gdy obie części wału są jednokowe.

Zajmiemy się teraz obliczeniem poszczególnych odchylen (amplitud) według wzorów (18) i (19) dla przypadku wału zespołu turbogeneratorowego. Sprzęgło tarczowe łączy obie części wału turbiny i prądnicy tworząc wał trzykrotnie wsparty. Zapomocą wykresnej metody<sup>2)</sup>, opartej na zasadach, przedstawionych na str. 4 i 5, otrzymano:

krytyczna ilość obrotów wału turbinowego

$$n_1 = 1895$$

krytyczna ilość obrotów wału prądnicowego

$$n_2 = 2620$$

t. j. oddzielnych części  $AB$  i  $BC$ .

Pierwsza kryt. ilość obrotów całego wału

$$n_I = 2070,$$

druga kryt. ilość obrotów całego wału

$$n_{II} = 2910.$$

Z tej samej wykresnej metody otrzymano:

$$\lambda = 0,260$$

$$\mu = 0,241$$

$$\xi = 0,175$$

$$\zeta = 0,0924$$

Odchylenia obliczono przy następujących założeniach:

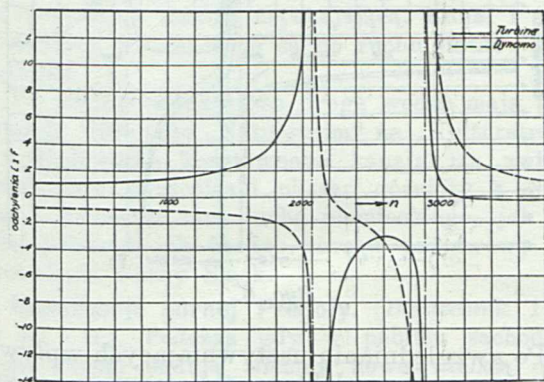
<sup>2)</sup> Borowicz, Beitrag zur Berechnung der krit. Geschwindigkeiten von zwei- und mehrfach gelagerten Wellen, München 1915.



Przypadek 1. Wirniki turbiny i prądnicy posiadają jednakowo duże ekscentryczności  $e_1=e_2$ .

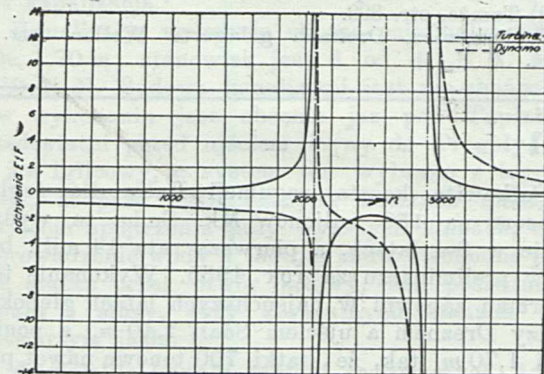
Przypadek 2. Wirnik turbiny jest całkowicie wyważony ( $e_1=0$ ). Wirnik prądnicy posiada ekscentryczność  $e_2$ .

Przypadek 3. Wirnik turbiny posiada ekscentryczność  $e_1$ , wirnik prądnicy natomiast jest całkowicie wyważony ( $e_2=0$ ).



Ryc. 2.

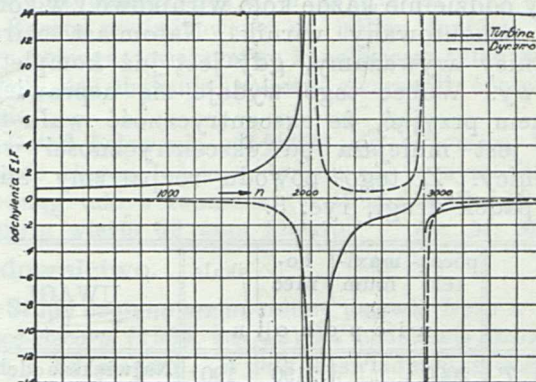
Odchylenia poszczególnych części wału mierzymy w jednostkach ekscentryczności  $e_1$  i  $e_2$ . Przyjmujemy w dalszym ciągu, że drgania stają się niedopuszczalnie dużymi, gdy odchylenia przekroczą czterokrotną wartość ekscentryczności. Przez to założenie jesteśmy w możności określić rozpiętość (skale) niepokoju obu krytycznych ilości obrotów. Wyniki obliczeń umieszczono na ryc. 2 do 4. W celu lepszego porównania wielkości odchyłeń poszczególnych części wału nakreślono odchylenia  $E$  na wykresie ryc. 5 i odchylenia  $F$  na wykresie ryc. 6.



Ryc. 3.

Z ryc. 2 wynika, że na pierwszą krytyczną ilość obrotów ( $n_1=2070$ ) wpływa przeważnie ta część wału, która posiada niższą krytyczną ilość obrotów, gdyby wał był przecięty w łożysku  $B$ . W danym przypadku wpływa wał turbiny z krytyczną ilością obrotów  $n_1=1895$ . Niepokój części turbinowej wału jest znacznie większy od niepokoju części prądnicowej wału. Obraz się zmienia w pobliżu drugiej krytycznej ilości obrotów ( $n_{II}=2010$ ). Tu drgania powoduje wał prądnicy i pociąga za sobą drgania również wał turbinowy. Z tego powodu odchylenia części prądnicowej wału są znacznie większe od odchyłeń części turbinowej.

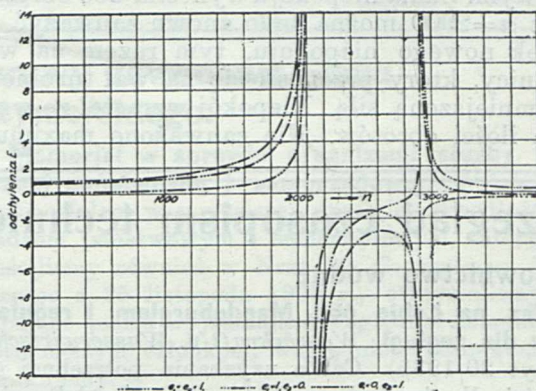
Przypadek 3. Wirnik turbiny posiada ekscentryczność  $e_1$ , wirnik prądnicy natomiast jest całkowicie wyważony ( $e_2=0$ ). Drgania części wału przy przejściu przez krytyczne ilości obrotów nie ustalyby nawet w przypadku, gdyby ta część wału była dokładnie wyważona, tylko odchylenia tej części wału występują w słabszej mierze (ryc. 3 i 4).



Ryc. 4.

Krytycznych ilości obrotów poszczególnych części wału  $AB$  i  $BC$  ( $n_1=1895$  i  $n_2=2620$ ) nie zauważymy. Występujące krytyczne ilości obrotów trzykrotnie wspartego wału  $n_1=2070$  i  $n_{II}=2910$  leżą wyżej od krytycznych prędkości poszczególnych części.

Jeżeli krytyczne ilości obrotów  $n_1$  i  $n_{II}$  leżą blisko siebie, drgania wału od  $n_1$  nie zdążą uspokoić się, jak już ponownie wał otrzymuje impulsy od drugiej krytycznej ilości obrotów  $n_{II}$  i na nowo amplitudy wzrastają, ryc. 5.



Ryc. 5.

Wartość ekscentryczności wału turbinowego przy drugiej krytycznej ilości obrotów mało wpływa na odchylenia wału prądnicy; jego odchylenia są zależne prawie wyłącznie od własnej ekscentryczności. Natomiast ekscentryczność wału prądnicy w znacznie większej mierze wpływa na wał turbinowy. W tym przypadku widzimy przewagę wpływu dużej wirującej masy prądnicy na stosunkowo małe wirujące masy turbiny, ryc. 5.

Jeżeli założymy, że niepokój wału staje się tylko wtedy dostrzegalnym, gdy odchylenia przekroczą czterokrotną wartość ekscentryczności, możemy z wykresów ryc. 2 do 4 określić

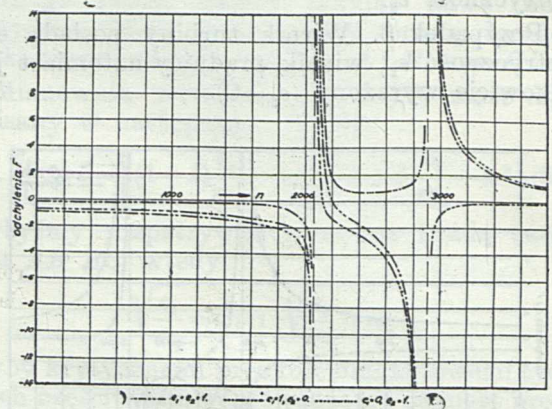


przy jakiej ilości obrotów rozpoczyna się niepokojny bieg wału i jak duża jest skala niepokoju przy obu krytycznych ilościach obrotów. Dokładność wyważania przy wale turbinowym może być posunięta znacznie dalej, niż przy wale prądnic. W pierwszym przypadku (jeżeli koła wirnikowe są nasadzone na wał, t. j. nie są wykonane z jednej bryły z wałem), wyważamy oddzielnie każde koło wirnikowe i w końcu cały zmontowany wirnik. Natomiast wirnik prądnic wyważamy, gdy jest już kompletnie gotowy. Wobec tego wydaje się usprawiedliwionem przyjąć, że ekscentryczność wału turbiny jest mniejsza od ekscentryczności wału prądnic. Z tego powodu rozpatrzmy bliżej przypadek drugi, ryc. 3.

		początek	maksimum	koniec	skala	UWAGI
$n_I$	T	2000	2070	2190	190	Największe odchylenia można zauważyć przy wale turbinowym.
	D	2050		2100	50	
$n_{II}$	T	2820	2910	2970	150	Największe odchylenia można zauważyć przy wale prądnicowym.
	D	2600		3170	570	

Rozpatrywany trzykrotnie wsparty wał obliczono bez uwzględnienia usztywnienia piast kół wirnikowych turbiny i elektrycznej armatury prądnic. Wobec tego można się spodziewać, że obserwowane krytyczne prędkości będą leżały wyżej od obliczonych. Istotnie zaobserwowano największe odchylenia przy  $n=2200$  na wale turbinowym. Skala niepokoju wynosiła 200 obrotów. Przy  $n=2900$  można było znowu zauważyć początek nowego niepokoju, tym razem na wale prądnic, który przenosił się na wał turbinowy ze zmniejszoną siłą. Niepokój wzrastał ze wzrostem ilości obrotów. Nie zauważono maximum,

ponieważ obawiano się z powodów wytrzymałościowych przekroczyć dziesięcioprocentową zwykłą normalnej ilości obrotów, która leżała przy  $n=3000$ . Osiągnięto więc tylko  $n=3300$ .



Ryc. 6.

Po uwzględnieniu usztywniających wpływów piast i armatury elektrycznej otrzymano wynik dla  $n_I$  i  $n_{II}$ , który dobrze się zgadzał z doświadczeniem. Należy jednak podkreślić, że usztywniający wpływ elektrycznej armatury wirnika prądnic nie uwzględniono w takiej mierze, jak to radzi prof. Stodola<sup>3)</sup>. Wpływ ten jest zależny od konstrukcji i może być ustalony z porównania rezultatów obliczenia z doświadczeniami.

Prof. Stodola badał próbny trzykrotnie wsparty wał<sup>4)</sup>. Obserwowane przez niego krytyczne ilości obrotów  $n_I$  i  $n_{II}$  dokładnie się zgadzają z obliczonymi<sup>5)</sup> krytycznymi ilościami obrotów przy uwzględnieniu rodzaju napędu i wsparcia.

<sup>3)</sup> Stodola, Dampfturbinen, VI wydanie, str. 383.

<sup>4)</sup> Tamże, str. 399.

<sup>5)</sup> Borowicz, Dreifach gelagerte Wellen, str. 72 do 94.

## Przegląd czasopism technicznych

### Budownictwo wodne

**Jaz na Łabie pod Magdeburgiem i regulacja Łaby dla żeglugi.** *Wasserkraft u. Wasserwirtschaft* (zeszyt 20/1935). Celem uzyskania potrzebnej głębokości dla żeglugi na Łabie pod Magdeburgiem, wykona się jaz poniżej miasta i urządzeń portowych. Przez spiętrzenie wody pokryje się szypoty tu istniejące, tak, że statki będą przez nie mogły przechodzić z pełnym ładunkiem. Jaz będzie ruchomy, o 2 otworach po 70 m, a zamykać się go będzie tylko przy stanach niskich. Przy zamkniętym jazu przechodzić będą statki przez lewobrzeżny kanał boczny, 4 km długi, 100 m szeroki, uchodzący z powrotem do Łaby pod Rothensee, gdzie na kanale schodzącym z kanału śródlądowego do Łaby wykonany będzie elewator o spadzie 12—18 m. W kanale wbudowane będą obok siebie 2 śluzy komorowe, każda o 325 m długości komory i 25 m szerokości; będą one w możności przesłuzować cały pociąg statków o długości 1000 m. Kanał ma mieć 3 m głębokości przy stanie najniższym.

Całkowite koszty regulacji Łaby dla żeglugi obliczono na 150 milionów Mk. Suma ta wydana będzie w 8-u latach, a pierwsza rata 14 milj. była już w preliminarzu za rok 1935. Wykonanie tego programu zapewni w najsuchszych latach głębokość między Dreznem a ujściem Saali 1,40 m, a poniżej Saali 1,70 m, tak, że statki 700 tonowe nawet przy najniższych stanach będą mogły przechodzić z  $\frac{3}{4}$  ładunku.

**Regulacja Odry i kanał Adolfa Hitlera w Prusach.** W okresie 1933—1938 wyda się na regulację Odry dla żeglugi 150 milionów Mk., a przy robotach tych znajduje zajęcie stale 10.000 robotników. Równocześnie buduje się kanał żeglugi Koźle-Gliwice (kanał Adolfa Hitlera), który stanowić będzie dalsze przedłużenie drogi wodnej Odry, aż w najbliższą okolicę kopalni niem. górnośląskich. Szczegóły dotyczące tego kanału podaje inż. Krieg w *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* Nr. 42/1935.

Jest to kanał bardzo kosztowny, gdyż przy



42 km długości kosztować będzie 57 milionów Mk. (2,800.000 zł. za 1 km); rozpoczęty w r. 1933, będzie ukończony w r. 1938. Zastąpi on stary, ciasny i nieposiadający prawie ruchu kanał Kłodnicki, zastępując jego 16 stopni, 7-o stopniami o dużej wysokości śluz (do 10,5 m spad). Śluzы wykonane będą ze ścian szczylnych stalowych, do 24 m wysokości (system skrzynkowy, Peine), a napełnianie komory odbywać się będzie przez otwieranie bramy górnej (segmentowej, spuszczonej w dół) i przeprowadzanie przez komorę uspokajającą. Kanał i śluzы (bliźniacze) przeznaczone są do ruchu statków 1000 tonowych.

Te wielkie wydatki na drogę wodną mają przekształcić Odrę jako „Naturstrom“ na „Kulturstrom“, a wybudowanie kosztownego kanału ma związać silniej niem. górnośląski obszar górniczy z Niemcami i wzmocnić tam ducha niemieckiego, jak najmniej pokazać, jak bardzo zarząd państwowy dba o niemiecki Górny Śląsk.

**Kanalizacja górnej Pregoly.** (*Bautechnik* 1935, Nr. 50 i n.). Podczas gdy w pobliżu zachodnich granic Polski budują Niemcy nowe wielkie drogi wodne, względnie przebudowują w wielkim stylu dawniejsze, również i w pobliżu naszych granic północno-wschodnich, na Mazurach, rozwijają Niemcy żywą działalność w kierunku rozbudowy dróg wodnych.

Po ukończeniu budowy Kanału Mazurskiego, 250 tonowego, łączącego jeziora mazurskie z rzeką Łyną i Pregolą, przeprowadza się obecnie kanalizację górnej Pregoly. Dolny bieg rzeki, od ujścia Łyny w dół, jest żeglowny, a statki o zanurzeniu do 1,20 m, ładujące do 250 ton, mogą się tu przy każdym stanie wody poruszać. Natomiast w przestrzeni powyżej położonej, 55 km długiej, między Welawą a Wystruciem (Insterburg; spływ rzek Angerap i Wystruci (Inster), tworzących razem Łynę), głębokości są niewystarczające i potrzebna jest kanalizacja.

Kanalizację wykonuje się na minimalną głębokość 1,70 m; stanowisk jest 6, od +1,8 N. N. do +10 N. N. Budowa kanalizacji jest na ukończeniu, a w wykonaniu jest obecnie jaz pod Taplakami, przedostatni przed ujściem Łyny do Pregoly. Jest to jaz iglicowy, a system ten wybrano z tego powodu, że przy ograniczonych kosztach umożliwia usunięcie spiętrzenia przy wyższych stanach, dobre odprowadzenie wody i lodu, a nadto swobodne przejście statku przez otwór jazowy, bez pośrednictwa kanału i śluzы, przy korzystnych stanach wody i otwartym jazie.

**Angielskie kanały żeglugi śródlądowej.** Angielska sieć kanałów żeglugi, mierząca łącznie ok. 4000 km, powstała przeważnie przed r. 1830. Z początku ruch na nich był duży, akcje stały wysoko, z chwilą jednak powstania sieci kolejowej straciły te kanały swe znaczenie, zwłaszcza, że nie dostosowano ich do nowoczesnych wymogów ruchu — pozostały do dziś o niezwykle ciasnym profilu i małych śluzach, odpowiadających statkom ładującym zaledwie do kilkudziesięciu ton.

Obecnie uznano znowu ich znaczenie i powstało porozumienie z towarzystwami kolejowymi, celem wspólnego prowadzenia ruchu na więcej wartościowych linjach. Sześć towarzystw kanałowych połączyło się razem i utworzyło „Grand Union Canal“.

Kanał ten wychodzi od ujścia Tamizy i łączy Londyn z Nottingham, posiadając szereg odgałęzień, a z nich najdłuższe do Birmingham. Pierwszym zadaniem jest zastąpienie dawnych 102 śluz na 216 kilometrowej przestrzeni od Londynu do Birmingham nowymi śluzami dla statków 22 m długości i 4,3 m szerokości; głębokość wody na progach śluz wyniesie 1,37 m. Spady śluz są bardzo małe, przeważnie od 1,67 m do 2,55 m.

Koszta preliminowano na milion funtów; państwo pomaga towarzystwu kanałowemu tylko w ten sposób, że obejmuje połowę gwarancji oprocentowania.

Dotąd holowanie odbywało się zapomocą koni, obecnie ciągną łodzie motorowe po jednym statku, a pociąg taki o zanurzeniu 1,15 m i silniku 18—20 konnym wiezie 62 tony towaru. Dr. M. M.

## Budownictwo.

**Ślupy ceglane wzmocnione** omawia Lyse w *Eng. News-Record* (1934, str. 12) na podstawie doświadczeń z 33 słupami. Wynik doświadczeń stwierdza, że wytrzymałość takiego słupa jest większa od wytrzymałości słupa ceglano-żelaznego o  $F_2 \cdot \sigma_2$ , jeżeli  $\sigma_2$  oznacza naprężenia przy granicy ciastowatości, pod warunkiem, że słupy są poprzecznie dostatecznie stężone. Wystarczy tu stężenie strzemionami  $4\frac{1}{2}$  mm grubości w odstępach co 4 warstwy cegieł.

Dr. M. Thullie.

## Żelazobeton

**Konstrukcje stalowe obetonowane** omawia doc. Chmielowiec w *Przeglądzie Technicznym* (1935, nr. 20 i 21). Konstrukcje te coraz częściej używane zamiast stalowych omawia autor szczegółowo tak pod względem ustroju, jak i obliczenia, biorąc pod uwagę zarówno słupy jak i belki stalowe obetonowane.

Dr. M. Thullie.

## Sprawy zawodowe Stanu Inżynierskiego.

**Memoriał w sprawie organizacji służby technicznej państwowej i samorządowej.** W związku z memoriałem w powyższej sprawie, przedłożonym władzom państwowym i samorządowym, który zamieściliśmy również w Nrze 22 *Czasopisma Technicznego* z 25 listopada 1935 r., otrzymaliśmy następujące pisma wyjaśniające względnie komunikaty, które naszym członkom, względnie czytelnikom, komunikujemy.

1.

MINISTERSTWO KOMUNIKACJI

Biuro Personalne

Warszawa, 11 grudnia 1935.

Nr. P. 3-68/439/35.

Na Nr. 597/35 z dnia 22/X. 35.

Określenie sprawy: memoriał dotyczący „Organizacji służby technicznej państwowej i samorządowej“.

Do

Polskiego T-wa Politechnicznego  
we Lwowie  
ul. Zimorowicza Nr. 9.

W odpowiedzi na pismo powołane w nagłówku Ministerstwo Komunikacji wyjaśnia, że inżynierowie



zatrudnieni w służbie eksploatacyjnej na P. K. P. są mianowani pracownikami etatowymi po odbyciu jednorocznej służby przygotowawczej i złożeniu egzaminu służbowego.

Nie mogą być natomiast etatowani ci inżynierowie, którzy są przyjmowani do służby tylko okresowo, dla wykonania pewnych specjalnych prac, jak np. budowy nowych linii kolejowych.

Wykazany w memorjale stosunek procentowy inżynierów zatrudnionych w charakterze etatowych i kontraktowych, zmienił się ostatnio na korzyść tych pierwszych, ponieważ w latach 1934 i 35-ym 209 inżynierów, za zezwoleniem Prezydium Rady Ministrów, przyjętych zostało na etat.

W tym samym czasie w charakterze kontraktowych przyjęto do służby kolejowej zaledwie 89 inżynierów.

Niezależnie od tego należy zaznaczyć, że wśród inżynierów kontraktowych wykazanych w memorjale oraz wśród przyjętych w latach 1934/35 są tacy, którzy nie ukończyli jeszcze służby przygotowawczej, oraz tacy, którzy chcąc pozostać nadal w charakterze kontraktowych, służby przygotowawczej wogóle nie odbywali.

Za Dyrektora Biura

(—) *Henisz*

Naczelnik Wydziału.

2.

ZARZĄD MIEJSKI W KRÓL. STOŁ. M. LWOWIE  
Wydział I Prezydjalny.

We Lwowie, dnia 30 listopada 1935.

L. 6187/I/35.

Do

P. T. Polskiego Towarzystwa Politechnicznego  
we Lwowie  
Zimorowicza 9.

Dziękując uprzejmie za przysłany w dniu 23. X. 1935 r. do L. 604/35 odpis memorjału w sprawie organizacji służby technicznej państwowej i samorządowej Zarząd Miejski we Lwowie zawiadamia, że wobec mających się ukazać w niedługim czasie dekretów wzgl. ustaw normujących szczegółowo sta-

nowisko i uposażenie pracowników samorządowych musi obecnie rozpatrzenie wniosków P. T. odroczyć.

Prezydent miasta:

(—) *W. Drojanowski.*

3.

Polskie Stowarzyszenie  
INŻYNIERÓW i TECHNIKÓW

Brześć n/B., Pułaskiego 7.

Brześć n/B., dnia 23 listopada 1935 r.

Do

Polskiego Towarzystwa Politechnicznego  
we Lwowie.

W związku z memorjałem WPanów do Pana Premjera Rz. P., w sprawie stabilizacji inżynierów zatrudnionych w urzędach państwowych, deklarujemy całkowite nasze uznanie dla tej akcji, sądzimy jednak, że akcja ta winna objąć także techników, za stabilizowaniem ich bowiem przemawiają te same argumenty co i za stabilizowaniem inżynierów.

Z poważaniem

(—) *Inż. K. Smólska* sekretarz  
(—) *Inż. K. Syrewicz* za Prezesa

## Kalendarz zebrań i odczytów

Sekcja Mechaników przy polskiem Towarzystwie Politechnicznym oraz Stowarzyszenie Inżynierów Mechaników Polskich (SIMP), oddział we Lwowie, ustaliły wspólny kalendarzyk odczytowy. Odczyty będą się odbywać w poniedziałki, o godz. 18-30. Na styczeń i luty zgłoszono następujące odczyty:

13. I. Inż. Jan Wójcicki: Wrażenia z wy-cieczki do Niemiec i Belgji. Sprawy kotłowe.

20. I. Inż. Henryk Górecki: Obliczanie szwów nitowych walczków kotłów parowych.

27. I. Inż. Jakób Bujak: Z doświadczeń nad spalaniem w szybkoobrotowym silniku Diesla.

17. II. Dr. Inż. Adam Wiciński: Obecny kierunek rozwojowy silnika Diesla oraz wytyczne na przyszłość ze szczególnem uwzględnieniem silnika lotniczego.

24. II. Prof. Dr. Ludwik Eberman: Wóz motorowy z pneumatycznym sterowaniem.

Organizatorzy proszą o wcześniejsze gromadzenie się Kolegów i wprowadzonych gości dla umożliwienia punktualnego rozpoczęcia odczytów.

TREŚĆ: Prof. Maksymiljan Matakiewicz: Materiał ruchomy w potokach i rzekach i badanie jego ruchu. — Prof. Dr. Inż. Wilhelm Borowicz: Analityczne badanie drgań wałów opartych na trzech łożyskach. Przegląd czasopism technicznych. — Sprawy zawodowe Stanu Inżynierskiego. — Kalendarz zebrań i odczytów.

Ceny ogłoszeń jednorazowych:

$\frac{1}{1}$  str. zł. 240;  $\frac{1}{2}$  str. zł. 140  
 $\frac{1}{4}$  " " 80;  $\frac{1}{8}$  " " 50  
 $\frac{1}{16}$  " " 30;  $\frac{1}{32}$  " " 20

Ogłoszenia na miejscach uprzy-wilejowanych, specjalnie rezerwowanych o 25% drożej.

Adres Redakcji i Administracji:  
Lwów, ul. Zimorowicza 1. 9.

Telefon Redakcji 226—60. Telefon  
Redaktora 117—75. Konto P. K. O.  
151,857.

Prenumerata w kraju: rocznie  
zł. 32; kwartalnie zł. 8.

Cena pojedynczego zeszytu zł. 1-60.

Przy ogłoszeniach powtarzanych  
udziela się następujących opustów:

2-krotnie 10%	3-krotnie 12%
4- " 15%	6- " 20%
10- " 25%	12- " 30%
18- " 40%	24- " 50%

Dla ogłaszających się stale, zmia-ny w tekstach ogłoszeń są bezpłatne.