

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Badania i właściwości koksu hutniczego (dok.), nap. Inż. S. Holewiński.
 Oczyszczanie ścieków na złotach przedmuchiowanych, nap. Inż. Szniolis.
 Spółczynniki Everlinga, nap. St. Rogalski.
 Przegląd pism technicznych.
 Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

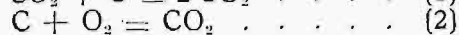
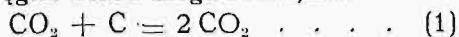
SOMMAIRE:

Les recherches sur les caractéristiques du coke métallurgique (suite et fin), par M. S. Holewiński, Ingénieur des mines,
 Nouvelles méthodes, de l'épuration des eaux d'égouts, par M. A. Szmiolis,
 Coefficients d'Everling, par M. St. Rogalski.
 Revue documentaire.
 Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.

Badania i właściwości koksu hutniczego^{*)}

Napisał Inż. górniczy S. Holewiński, Huta Pokoju, G. Śląsk.

W ostatnich latach uwagę wielu badaczy koksu zwróciła zdolność poddawania się przy wysokich temperaturach substancji węglowych koksu wpływom tlenu i dwutlenku węgla. Badania te miały na celu stwierdzenie szybkości, z jaką węgiel koksu ulega reakcjom:

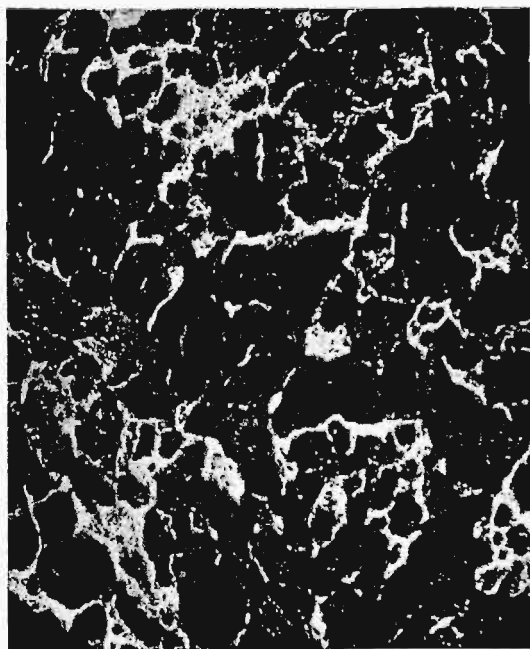


Zagadnienie to dotychczas nie zostało rozwiązane definitywnie ani co do swej istoty, ani też co

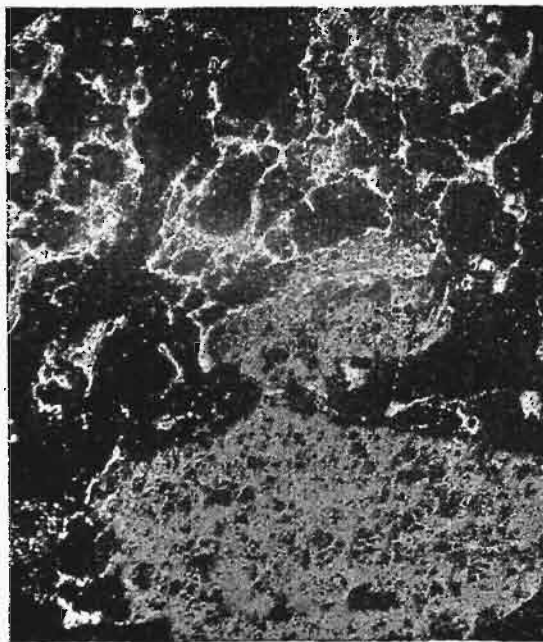
go do tlenku węgla (reakcja endotermiczna) według równania (2) nazwano reakcyjnością koksu^{*)}.

I jedna i druga reakcja są niezmiernie ważne, tak dla procesu wielkopiecowego, jak i dla procesu przetapiania surówki w żeliwiakach.

Obecny stan badań nad palnością i reakcyjnością koksu nie pozwala na postawienie konkretnych wniosków, jednak umożliwia dokładniejsze zrozumienie zachowania się rozmaitych gatunków koksu w piecach hutniczych.



Rys. 3 (X 40). Mikrostruktura normalnego koksu górnośląskiego.



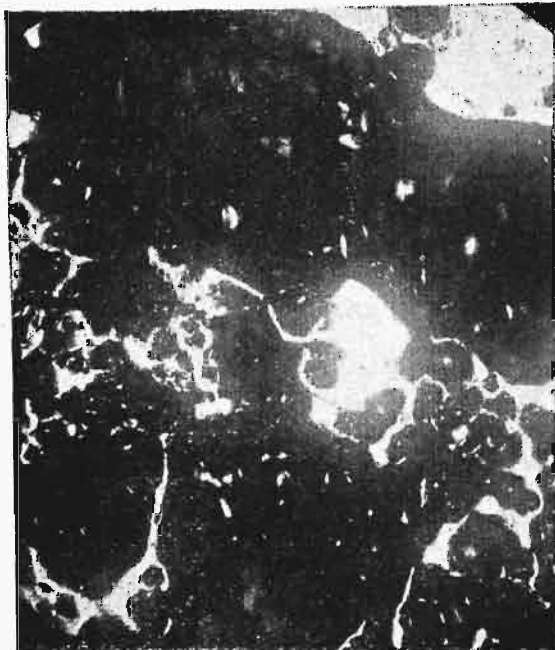
Rys. 4 (X 40). Mikrostruktura normalnego koksu górnośląskiego z inkluzją łupku.

do metod samego jego badania. Zdolność koksu do szybkiego wiązania się z tlenem według reakcji (1) egzotermicznej nazwano palnością koksu, właściwość zaś koksu redukowania bezwodnika węglowe-

^{*)} Co do powyższej nomenklatury istnieje rozbieżność: ostatnio palność i reakcyjność koksu nazwano wprost jednym wyrazem — palnością, jeżeli chodzi o zachowanie się koksu wobec wolnego (O₂), czy związanego (CO₂) tlenu. Reakcyjnością nazwano ogólnie właściwość zachowania się koksu i wobec innych związków, jak CaO i t. p. Trzymaliśmy się starej zasady, nie chcąc wywołać u czytelników trudności w zrozumieniu naszych badań.

^{*)} Dokończenie do str. 437 w Nr. 17 z r. b.

Prof. Diepschlag, Bähr i inni⁷⁾ przypuszczają, że istnieją dwie modyfikacje substancji węglowej, z którymi mamy do czynienia w produktach otrzymywanych drogą suchej dystalacji węgla lub drzewa. Jest to grafit krystaliczny — ciało niepalne w temperaturach współczesnych pieców hutniczych, oraz węgiel bezpostaciowy, bardzo łatwo poddają-



Rys. 5 (× 40). Mikrofotografia złego koksu górnośląskiego.

cy się wpływowi tlenu przy odpowiednich temperaturach. Ta ostatnia modyfikacja dominuje np. w węglu drzewnym. Pomiędzy temi dwoma krańcami modyfikacji węgla istnieje cały szereg stadiów przejściowych (Sekundärmodifikationen Kohlschütter'a), nadających danemu gatunkowi paliwa rozmałą zdolność spalania się i reagowania na dwutlenek węgla.

Teoria ta istotnie łatwo tłumaczy zdolność spalania się rozmaitych gatunków koksu, lecz — przy stwierdzeniu jej słuszności zapomocą badań nad zawiłą strukturą materji węglowej koksu — napotyka się duże trudności. Większość jednak badaczy omija przyczynę samego zjawiska, starając koncentrować swą uwagę na warunkach, w jakich otrzymuje się koks o rozmaitej palności i reakcyjności, i na wyciągnięciu stąd korzyści praktycznych.

Dla nas sprawa ta jest b. ważna ze względu na posiadanie koksu krajowego o bardzo niskim gatunku, gdyż umożliwienie jego racjonalnego ulepszenia ma dla hutnictwa polskiego pierwszorzędne znaczenie. Dla zorientowania się w niektórych właściwościach naszego koksu i porównania go z o wiele lepszym koksem czeskosłowackim, przeprowadziliśmy szereg badań chemicznych i fizyko-chemicznych. Badania te dla obydwu gatunków wykonywaliśmy w jednych i tych samych warunkach laboratoryjnych. Zestawienie wyników podajemy w załączonej tabeli 4, przyczem dla doświadcze-

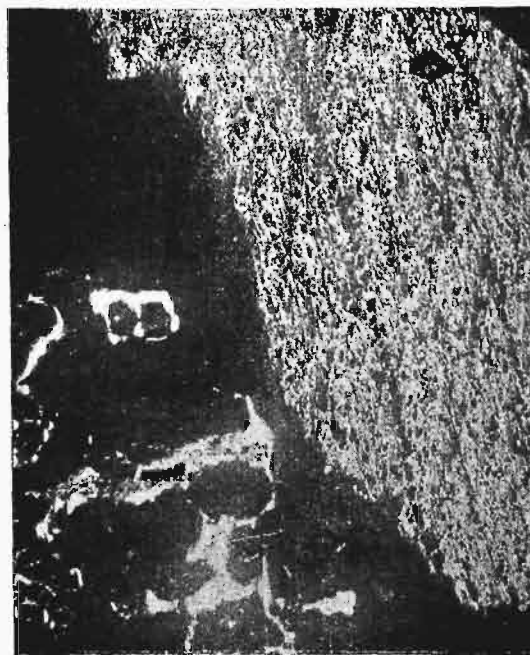
nia wzięto normalny koks górnośląski, który praktycy określali z wyglądu jako dobry, o stosunkowo dużej twardości, zwięzły, barwy srebrzystej, i równoległe z nim badano koks górnośląski zły, gruboziarnisty, ze źle spiekającego się węgla — okazy, spotykane zresztą, niestety, często wśród koksu krajowego (rys. 1 i 2)*).

Do badań koksu czeskosłowackiego nie wybieraliśmy okazów wybitnych, lecz przeciętne z rozmaitych koksowni. Staraliśmy się zwracać szczególnie uwagę na niektóre wyniki fizyczne i termiczne, pomijając do pewnego stopnia stronę chemiczną.

1. Ciężar gatunkowy i porowatość.

Pozorny ciężar właściwy koksu był określany drogą parafinowania badanych kawałków, zaś ciężar właściwy istotny — piknometrycznie — na sproszkowanej substancji koksowej. Porowatość koksu określano zapomocą benzolowania jego kawałków i sproszkowanych próbek.

Normalny koks górnośląski wykazuje daleko mniejszy istotny ciężar właściwy, niż czeskosłowacki. Podczas gdy średnia wartość istotnego ciężaru właściwego naszego koksu normalnego wynosi 1,54, to czeskosłowackiego waha się od 1,67 do 1,92, przyczem lepsze gatunki tego koksu wykazują liczby bliższe górnej granicy. Wskazywałoby to, że materja węglowa koksu górnośląskiego jest aglomeratem dość luźno związanych cząsteczek węglowych, gdy tymczasem koks czeskosłowacki posiada układ tych cząsteczek bardziej ścisły, zwięzły. Nie wykluczone jest również, że ciężar właściwy samych cząsteczek węglowych obydwu gatunków jest różny. Ciężar właściwy istotny złego gatunku koksu górnośląskiego, dający średnią wartość 1,75, jest



Rys. 6 (× 40). Mikrofotografia złego koksu górnośląskiego, z inkluzją łupku.

jedynie dlatego większy, niż w gatunku normalnym, gdyż posiada dużo ziarn niedostatecznie skoksowanego węgla, co zresztą wykazuje analiza chemiczna (części lotnych w normalnym koksie = 2,03%, w złym — 7,90%).

⁷⁾ Dr. H. Bähr. Die Reaktionsfähigkeiten von Koks. Stahl und Eisen, 1924.

Prof. E. Diepschlag. Koksbeschaffenheit, Bestimmung der Eigenschaften und Erzielung guter Sorten. Stahl und Eisen, 1924, zes. 18.

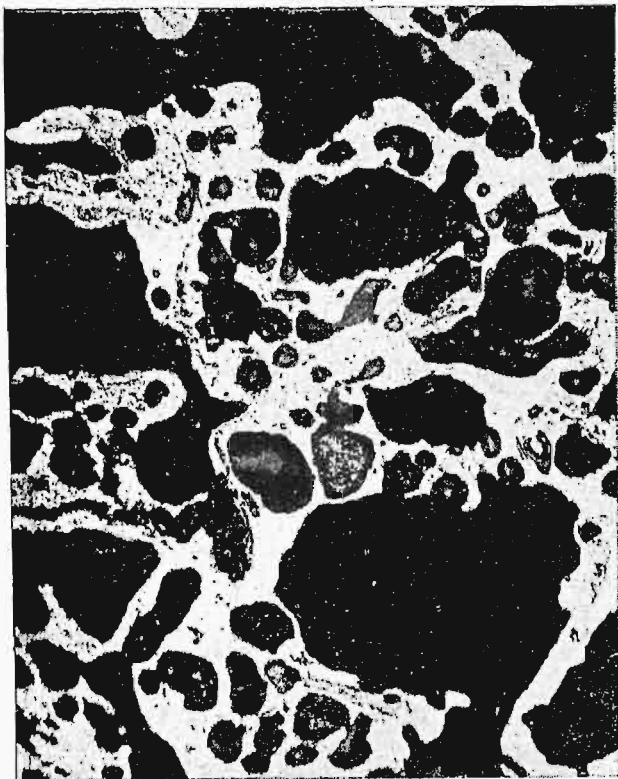
*) Patrz Przegl. Techn., 1929, str. 435.

Tabela IV.

Przedmiot badania	Koks górnośląski			Koks czeskosłowacki					Karolinen- schacht, gaszenie suche	
	normalny	zły	normalny przetrzymany w piecu koks. 18 g.	Ignatz- schacht, nowe piece	Ignatz- schacht, stare piece	Ignatz- schacht	Trzyniec, nowe piece	Trzyniec, stare piece		
Skład chemiczny suchej substancji koksowej.	C	87,10%	86,04%	86,33%	86,14%	86,75%	87,55%	89,82%	83,50	
	H ₂	0,43%	0,77%	0,07%	0,11%	0,07%	0,14%	0,14%	0,07	
	N ₂	0,91%	0,90%	0,95%	0,93%	1,00%	1,00%	0,88%	0,90%	0,85
	S	0,96%	1,00%	0,92%	0,93%	0,93%	0,93%	0,89%	0,69%	0,89
	popiół	10,10%	9,00%	10,50%	11,50%	12,00%	12,00%	10,60%	8,80%	14,60
	części lotne	2,03%	7,90%	0,20%	0,30%	1,15	1,15	0,70%	0,72%	1,47
	Ciepła właściwy pozorny	1,027	0,948	1,08	0,98	1,00	1,00	0,94	1,11	0,92
	" " istotny	1,54	1,75	1,90	1,92	1,89	1,89	1,76	1,67	1,92
	Temperatura zapłonu	585° C	525° C	627° C	626° C	682° C	682° C	610° C	625° C	636° C
	Porowatość	41,76%	51,55%	48,71%	47,50%	48,19%	48,19%	48,59%	40,22%	48,00% ^{*)}
Palność przy 620° C w ciągu 30 minut	11,60	26,95	—	8,25	—	10,72	7,61	8,71	—	
	przy 800° C — 0,0213	0,035	0,010 ^{*)}	—	—	0,0191	—	—	—	
	" 900° C — 0,173	0,337	0,122	—	—	0,0983	—	—	—	
	" 1000° C — 1,120	1,570	0,988	1,17	—	0,115	—	—	—	
	" 1100° C — 5,910	9,61	4,93	2,01	—	1,66	1,76	3,19	—	
Reakcyjność wyrażona stosunkiem CO CO ₂	1200° C — 20,25	24,20	14,148	—	—	6,58	—	—	—	
	1300° C — 26,1	33,50	—	—	—	—	—	—	—	
	121 kg/cm ²	52,7	—	—	—	—	—	—	—	
Wytrzymaność na ściskanie (średnia)	30 — 42%	20—30%	—	188 kg/cm ²	144 kg/cm ²	72 kg/cm ²	80 — 90%	—	—	
Badania bębnowe (ścieralności) pozostałość w bębnie kawałków powyżej 40 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

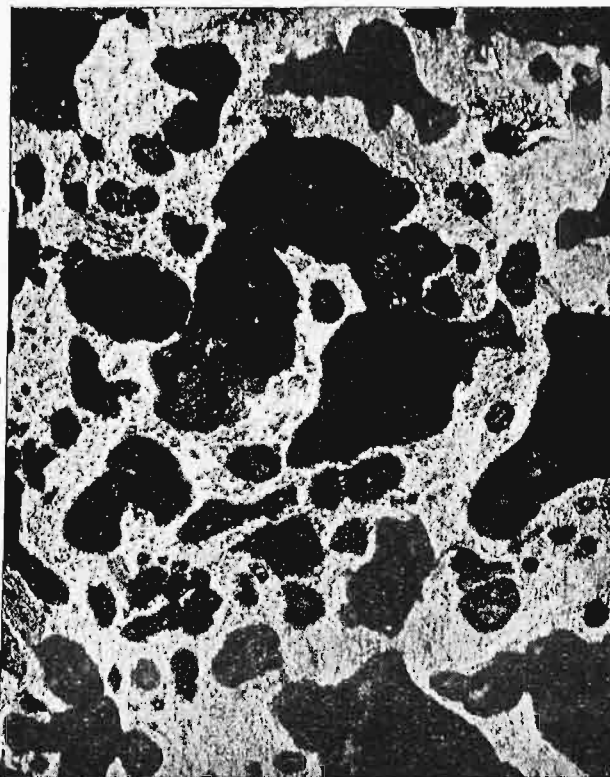
*) Badania te nad kokssem przetrzymanym w piecu koksowym 18 godzin ponad normę udowadniają, że przetrzymanie takie może obniżać reakcyjność koksu, wskutek pokrywania się por koksowych nalotem grafitu.

Porowatość górnośląskiego koksu normalnego jest mniejsza niż czeskosłowackiego, natomiast zły koks górnośląski i czeskosłowacki mają te cechy prawie równe.



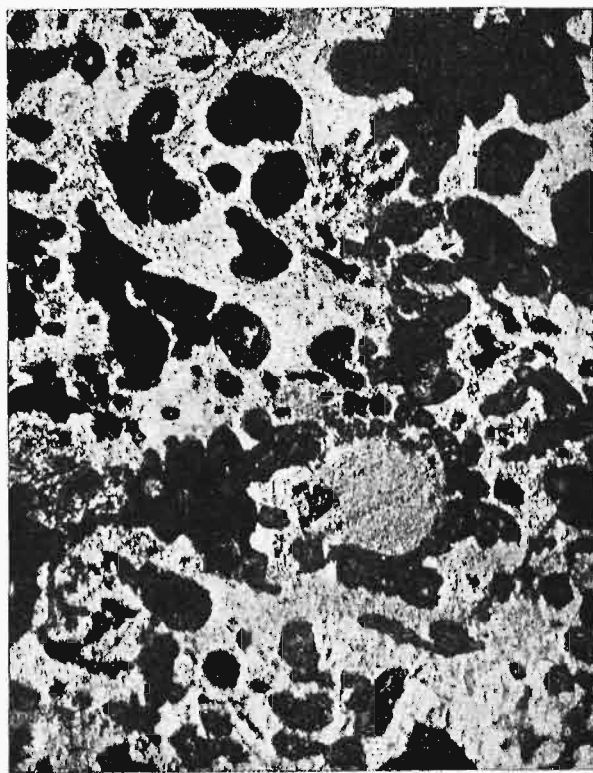
Rys. 7 ($\times 40$). Mikrostruktura koksu czeskiego. (Mor. Ostrawa i Karwina).

Ciekawą pod tym względem jest mikrostruktura (rys. 3 — 5) każdego gatunku koksu (jasna siat-



Rys. 8 ($\times 40$). Mikrostruktura koksu czeskiego. (Mor. Ostrawa i Karwina).

ka fotografii jest to materja koksowa, odbijająca światło, ciemne zaś plamy — są to pory w koksie). Rozpatrując mikrofotografie normalnego koksu górnośląskiego, widzimy, że budowa jego w porów-



Rys. 9 ($\times 40$). Mikrostruktura koksu czeskiego. (Mor. Ostrawa i Karwina).

naniu z czeskosłowackim jest nikłą, słabą — siatka materji koksowej w kształcie cienkich pasemek otacza zagłębienia por, robi raczej wrażenie pęczeryzków piany, niż solidnej budowy. Koks czeskosłowacki natomiast wykazuje budowę bardziej zwięzłą, ściany por są o wiele grubsze, słowem mamy tu do czynienia z konstrukcją materji o wiele silniejszą od koksu górnośląskiego. Mikrostruktura materji złego koksu górnośląskiego potwierdza całkowicie jego nieszczególną opinię. Nie widzimy tu tej równomierności budowy por i jednoznaczności ich rozmieszczenia, jak to ma miejsce przy poprzednich gatunkach. Obok stosunkowo dużych zagłębień szlifu, mamy drobne, o rozmieszczeniu przypadkowym; poszczególne części materji koksowej są słabo między sobą złączone. Do częstych zjawisk w koksie górnośląskim, w obydwu gatunkach (normalnym i złym), należą inkluzje łupku, osłabiające i tak wątłą jego budowę.

2. Temperatura zapłonu koksu.

Temperaturę zapłonu koksu określaliśmy metodą prof. Bunte'go i A. Köhnel'a⁸⁾. Próbkę koksu w ziarnach od 3 — 5 mm umieszczaliśmy w pionowo ustawionym piecu elektrycznym. W próbce pograżano termoparę i nagrzewano piec, przepuszczając przez koks powietrze ze stałą prędkością przepływu. W chwili zapalenia się koksu, temperatura nagle się podnosiła, wykazując na wykresie gwałtowny skok. Temperaturę, przy której to następo-

⁸⁾ Gas und Wasserfach, 1922, str. 592 — 594.

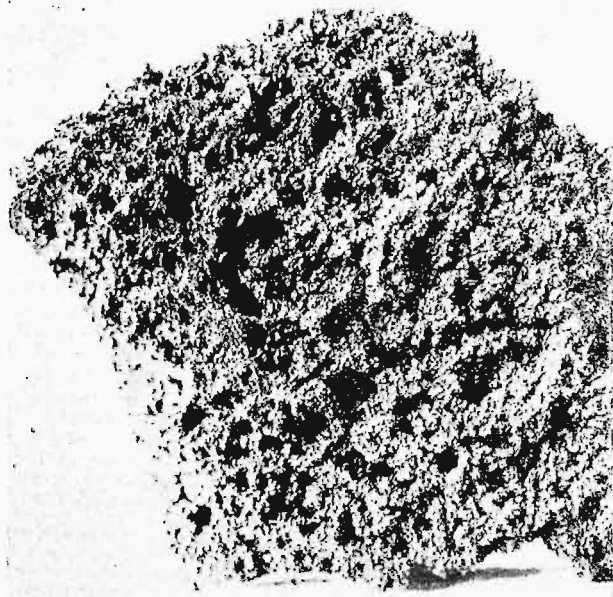
wało, przyjmowaliśmy za punkt zapłonu danego gatunku koksu.

Dokładne oznaczenie temperatury zapłonu koksu, miarodajnej dla danego gatunku, jest bardzo trudne i wyniki otrzymane mogą być zależne od wielu czynników, jak ziarnistość próbki, koncentracja działającego nań tlenu, ilość nieodgazowanych części koksu i t. p. Badania nasze, prowadzone możliwie w jednakowych warunkach, wykazały jednak niezbitnie wyraźną różnicę między zapalnością koksu czeskosłowackiego, zapalającego się o wiele trudniej, i koksu górnośląskiego, zapalającego się przy temperaturze niższej o 25° do 100° C.

Wyjaśnienia tej różnicy można szukać jedynie chyba we własnościach szczególnych materii węglowej obydwu gatunków koksu, o których już wspominałem przy analizie istotnego ciężaru właściwego. Niską temperaturę zapłonu złego gatunku koksu górnośląskiego w stosunku do normalnego trzeba odnieść na karb znacznej zawartości niedokokso- wanych ziarn węglowych, powodujących, jak już wspominałem, nadmierną ilość części lotnych. Fakt ten jest częściowo zaprzeczany przez Bunte'go i Köhnel'a⁸⁾, ma jednak swe uzasadnienie, gdy się zwróci uwagę na sam skład chemiczny nieodgazowanych części, który może mieć znaczenie decydujące dla temperatury zapłonu koksu.

3. Palność i reakcyjność koksu.

Najciekawszym dla nas badaniem było zestawienie palności i reakcyjności normalnego i złego koksu górnośląskiego z koksem czeskosłowackim.

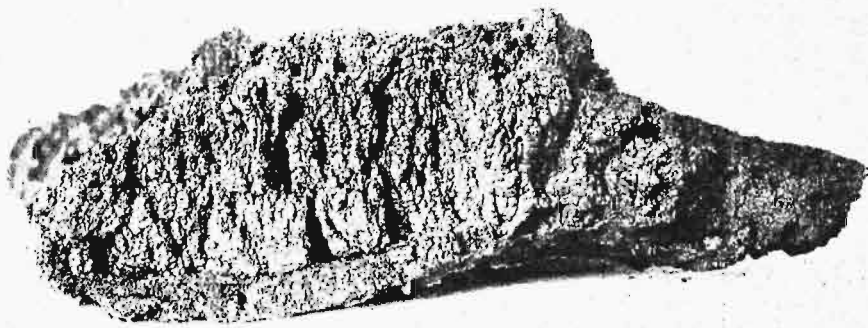


Rys. 11. Narost grafitu z pieca koksowego.

Próbkę o ciężarze 2 g koksu, o ziarnach 3 — 5 mm, w łódeczce porcelanowej umieszczano w poziomym piecu elektrycznym i nagrzewano do temperatury 620° C. Przez koks przepuszczano powietrze pozbawione CO₂ w ilości 4 litrów w ciągu 30 min.

Powstający CO₂ był chwytyany w szeregu u-owych rurek, napełnionych wodorotlenkiem wapnia i sodu oraz bezwodnikiem fosforowym. Obliczoną z ilości CO₂ stratę węgla w koksie, wyrażoną w odsetkach w stosunku do ciężaru koksu, przyjmowano jako miarę jego palności.

Badania palności koksu górnośląskiego w stosunku do czeskosłowackiego wykazały, że wpływ tlenu powietrza na substancję węglową naszego ko-



Rys. 10. Narost grafitu z pieca koksowego.

ksu jest większy, niż się to ma z koksem czeskosłowackim. Szczególnie wybijają się pod tym względem gorsze gatunki naszego koksu.

Równoległe z palnością, przeprowadziliśmy badania reakcyjności tych samych próbek koksu.

Doświadczenia te wykonaliśmy w sposób następujący:

Napełniano porcelanową rurkę o ϕ 16 mm koksem w ziarnach 3 — 5 mm na długości 10 cm. Rurkę z koksem nagrzewano od 800° C do 1300° C, w pionowym piecu elektrycznym, przepuszczając przez koks w ciągu 10 minut 5 litrów CO₂, pozbawionego Cl i H₂O. Powstające gazy chwytały w bańki pomiarowe i poddawano badaniom na CO₂ i CO, w biuretach Hempela. Stosunek $\frac{CO}{CO_2}$ (objętościowy) był miarą reakcyjności danego koksu.

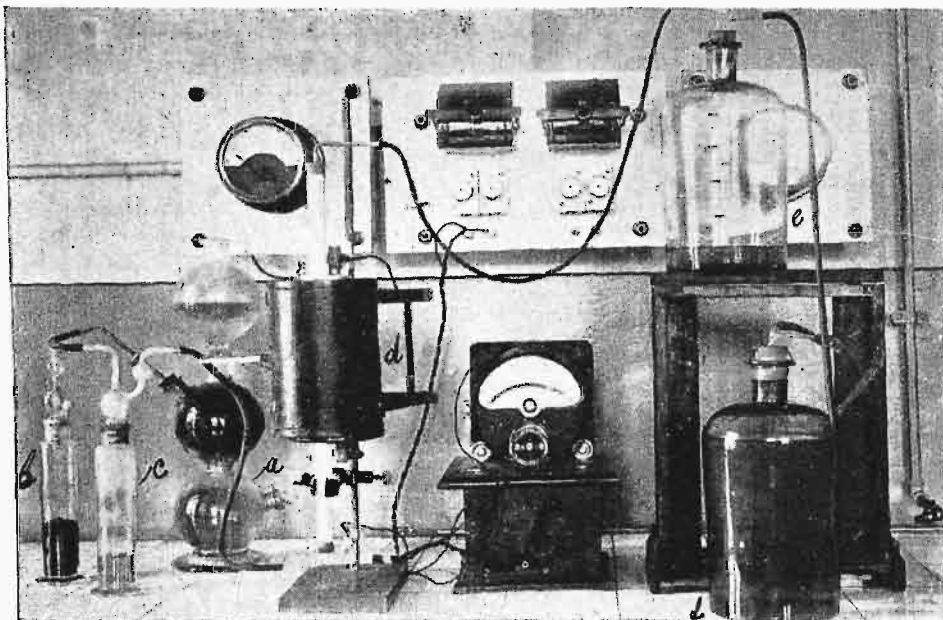
Reakcyjność stwierdzano przy rozmaitych temperaturach, poczynając od 800° do 1300° C. Ze wzrostem temperatur reakcyjność wzrastała, i to w bardzo szybkim tempie dla wszystkich gatunków koksu, jednak, podczas gdy reakcyjność koksu krajowego, a szczególnie gorszej jego odmiany, zaznacza się dostatecznie dobitnie już przy dość niskich temperaturach, to koks czeskosłowacki wykazuje zdolność redukowania CO₂ na CO, w tych temperaturach słabiej. Dla wysokich temperatur różnica reakcyjności między górnośląskim i czeskosłowackim koksem zaznacza się już bardzo jaskrawo.

Zestawienie wyników przytoczonych badań nasuwa wnioski, że struktura substancji węglowej koksu górnośląskiego jest prawdopodobnie zbliżona do węgla bezpostaciowego — amorfego, którego wybitny wyraz znajdujemy w węglu drzewnym. Natomiast w koksie czeskosłowackim znajdujemy w substancji węglowej więcej modyfikacji grafitowych.

Większy istotny ciężar właściwy koksu czeskosłowackiego, mała jego ścieralność i słaba reakcyjność może być wytłomaczona ściślejszym układem heksagonalnych płaskich cząstek grafitowych. Według Kohlschütter'a, grafitowe płytki te nie są, ma

się rozumieć, jedyną modyfikacją węgla w danym gatunku koksu, gdyż obok nich mogą się znajdować również cząsteczki węgla amorfne, których skupienie i układ nie są tak ścisłe, jak grafitowych, jednak te ostatnie odgrywają widocznie w koksie

ze takiej zależności ustalić nie można. Nasze badania z normalnym koksem górnośląskim i czeskosłowackim potwierdzają powyższe mniemanie co do porowatości koksu. Bardziej porowaty koks czeskosłowacki jest mniej reakcyjny, niż koks mniej porowaty krajowy. Zgadzałoby się to z przypuszczeniem, że pory koksu są to komórki zamknięte i jedynie tylko zewnętrzna powierzchnia danego koksu uczestniczy w całej pełni w reakcji $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$, wewnętrzne zaś części bryły koksowej mogą tylko podlegać słabej dyfuzji gazów. Co się tyczy złych gatunków koksu górnośląskiego, to te przy dużej porowatości wykazują dużą reakcyjność — co przeczyłoby powyższemu. Należy tu jednak zauważyć, że gatunek ten, będąc tylko zlepkiem słabo skoksowanych ziarn węglowych, daje — oprócz zwykłych por koksowych — jeszcze szczeliny pomiędzy słabo trzymającymi się ze sobą ziarnami, co powiększa znacznie porowatość sumaryczną, zaś wysoką reakcyjność należy tu



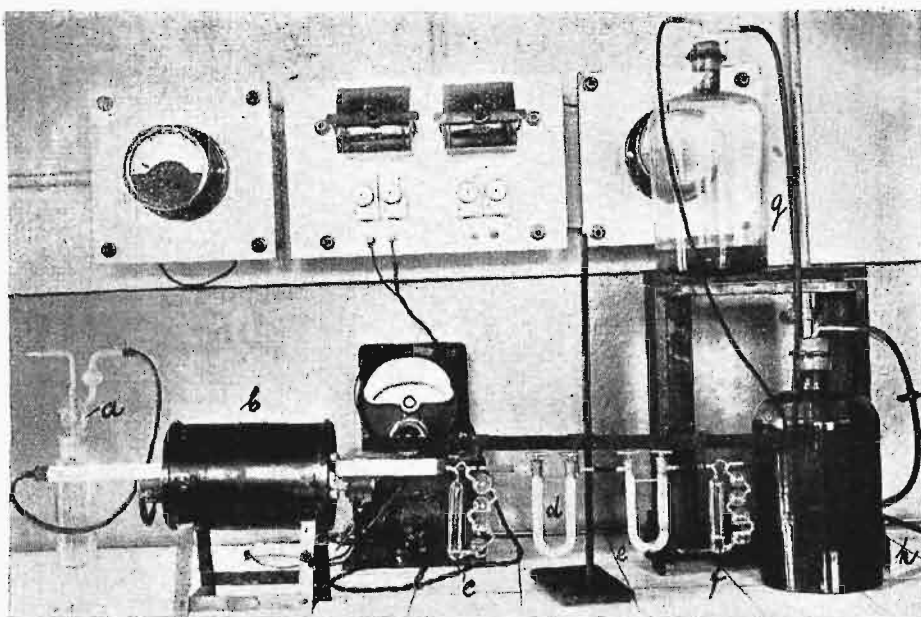
Rys. 12. Układ aparatów do określenia reaktywności koksu.
a — aparat Kippa dla CO_2 , b — płóczka z KMnO_4 dla Cl , c — płóczka z H_2SO_4 dla H_2O , d — elektryczny piec Mars'a, e — aspiratory.

czeskosłowackim wybitniejszą rolę. Udział trudnopalnych płytek grafitowych w budowie substancji koksu górnośląskiego jest mniejszy, więcej przeważa w nim wpływ bezpostaciowej modyfikacji węgla, nadając mu większą reakcyjność i palność, kosztem zmniejszenia twardości i ścieralności. Słowem, mamy do czynienia z wpływem kombinacji dwu elementów: z jednej strony grafitu — trudnopalnego, — lecz nadającego lepsze warunki fizyczne, z drugiej strony węgla amorfne — łatwopalnego, lecz działającego osłabiająco na wytrzymałość koksu.

W każdym gatunku koksu, w budowie jego biorą udział, tworząc wielorakie kombinacje, obydwaj rodzaje tych ciał, i wpływ jednego lub drugiego decyduje o wartości koksu. Jasny jest z tego wniosek, że łatwa palność i duża twardość (mała ścieralność) koksu są to warunki do pewnego stopnia nawzajem się wykluczające. Cała więc umiejętność koksownika polegać musi na stworzeniu „złotego środka”, przez racjonalny dobór węgla i odpowiednie koksowanie, by nadać produktowi dobrą palność przy maksymalnej wytrzymałości.

Niektórzy badacze starali się uzależnić reakcyjność koksu od porowatości i zawartości w nim części lotnych. Doświadczenia Bähr'a udowodniły,

przypisać działaniu mało zmienionych (nieskoksowanych) cząsteczek węgla macierzystego. Twierdzenia Bähr'a o niezależności reakcyjności koksu od ilości ciał lotnych nie udało się nam sprawdzić — jest to narazie przedmiot dalszych badań. H. Ko-



Rys. 13. Układ aparatów do określenia palności koksu.
a — płóczka z KOH , b — elektryczny piec Mars'a, c — płóczka z H_2SO_4 , d — pochłaniacz CO_2 z wodorotlenkiem sodu i wapnia, e — pochłaniacz, f — płóczka z KOH , g — h — aspiratory.

pers⁹⁾ twierdzi, że należałoby nawet proces koksowania prowadzić tak, żeby koks dla wielkich pieców posiadał pewną ilość ciał lotnych, które po-

⁹⁾ H. Koppers. Koks und sein Einfluss in der Gieserei. Stahl und Eisen, 1922, zesz. 39.

większałyby jego reakcyjność i palność. Mniemanie to dokładnie ilustruje rozbieżność poglądów na niektóre zagadnienia, panującą wśród badaczy. Trudno sobie jednak wyobrazić, żeby nasze słabo spiekające się gatunki węgla dawały dostatecznie wytrzymały koks, przy niedokończonym procesie koksovania.

Jakież wnioski pozwala wyciągnąć nam ten, co prawda niekompletny, stan badań koksu dla praktyki hutniczej i odlewniczej? Trzeba przyznać, że zdania praktyków są pod tym względem rozbieżne.

Wielkopiecownicy, przyzwyczajeni do pracy na koksie twardym, twierdzą, że jedną z największych zalet jego jest palność i reakcyjność. Jest to, zdaniem naszym, zdanie jednostronne, gdyż — jak staraliśmy się poprzednio udowodnić — łatwa palność i reakcyjność idą w parze z małą twardością i dużą ścieralnością koksu. Łatwa ścieralność koksu, zdolność do tworzenia miału, są to największe wrogowie procesu wielkopiecowego, powodujące wolny bieg pieca, częste i uproczywe zawieszania, tworzenie z miału i żużla skupień — narostów na ścianach, zniekształcanie profilu pieca i t. p. zjawiska, dobrze znane naszym wielkopiecownikom, pracującym na koksie krajowym. Palność i reakcyjność koksu są to właściwości prawie identyczne, i ci, którzy widzą idealne skutki szybkiego spalania się koksu w garze wielkiego pieca, nie powinni zapominać, że równoległe z tem zachodzi reakcja redukcji dwutlenku węgla $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ w wyższych warstwach pieca, która ma ten skutek, że część węgla koksu jest chwyтана i unoszona przez gazy wielkopiecowe — zjawisko, powodujące mniejsze skupienie tak potrzebnego w garze pieca paliwa. Jak intensywne jest to zjawisko, wskazuje skład chemiczny gazu wielkich pieców, pracujących na gorszych gatunkach (silnie reakcyjnych) koksu krajowego, w którym zawartość CO dochodzi do 31%, gdy piece pracujące na koksie twardszym (słabiej reakcyjnym) dają gaz z przeciętną zawartością CO nie przekraczającą 26 — 27%. Reakcja $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ powoduje pozatem z całą pew-

nością szybkie zmniejszanie się brył koksowych, wywołując bardziej nieprzenikliwy dla gazów układ tworzyw we wnętrzu pieca.

Posiadając koks twardy i trudnopalny, mamy zawsze możliwość, przez znaczne zwiększenie prężności dmuchu, stosowanie nie nazbyt grubych gatunków koksu¹⁰⁾ i t. p., palność tę podnieść, gdy tymczasem w walce z trudnościami, powstającymi przy pracy na koksie miękkim, środków zaradczych mamy daleko mniej.

Twierdzimy wobec tego, że dla procesu wielkopiecowego twardość i mała ścieralność koksu są to warunki o znaczeniu o wiele większym, niż duża palność i reakcyjność.

W jeszcze większym stopniu występują zalety słabo reakcyjnego koksu przy przetapianiu surowca w żeliwiaku. W danym wypadku chodzi o osiągnięcie możliwie wyższych temperatur i otrzymanie gazów wylotowych z jak najmniejszą zawartością CO. Wszelka reakcja endotermiczna, powodując zmniejszenie węgla w koksie, jest tu szkodliwą. Odlewnictwo więc może w stopniu jeszcze większym niż hutnictwo zainteresowane jest w stosowaniu koksu twardego i mało reakcyjnego.

Badania nad własnościami fizycznymi koksu były przeprowadzone z całą sumiennością i wielkim nakładem pracy przez p. Inż. Zinczenkę w Zakł. Badawczym Huty Pokoju.

Autorzy nie uważają oczywiście garści tych uwag i spostrzeżeń za ostateczne, ani też przytoczonych wyników badań tej ciekawej dziedziny technologii paliwa za kompletne. Na wiele jeszcze wysiłków i pracy oczekuje przyszłość. Część tej pracy chętnie podejmiemy. Sądzymy jednak, że badania własności koksu powinny być przedmiotem wysiłków zbiorowych. Pracę więc powyższą traktujemy, jako wstęp do obszerniejszych i gruntowniejszych badań szerszego koła zainteresowanych techników polskich.

Na zakończenie uważamy za miły obowiązek wyrażenie podziękowania Dyrekcji Huty Pokoju, Sp. Akc., za umożliwienie nam przeprowadzenia przytoczonych wyżej badań.

Oczyszczanie ścieków na złożach przedmuchiwanych^{*)}.

Napisał Inż. A. Szniolis, Oddział Inżynierji Sanitarnej Państwowej Szkoły Higjenu.

Mysł o sztucznym przyspieszeniu biologicznego procesu oczyszczania ścieków przez wtłaczanie powietrza nie jest nową. Powstała ona już przy dokonywaniu pierwszych badań nad oczyszczaniem ścieków i była logicznym wnioskiem ówczesnego odkrycia, że drobnoustroje i tlen są czynnikami najbardziej decydującymi w procesie biologicznym oczyszczania ścieków.

Jeszcze przed 40 laty Dibdin definitywnie wytknął drogę do rozwiązania zagadnienia sztuczne-

go oczyszczania ścieków, wskazując na przedmuchiwanie.

Różni badacze jeszcze przed nim, a szczególnie w czasach późniejszych, podejmowali próby w tym kierunku, jednak ani doświadczenia nad bezpośrednim przedmuchiwaniem ścieków, ani nad przedmuchiwaniem złóż umieszczonych w ściekach, nie doprowadziły do stworzenia praktycznego sposobu wykonywania tego zabiegu.

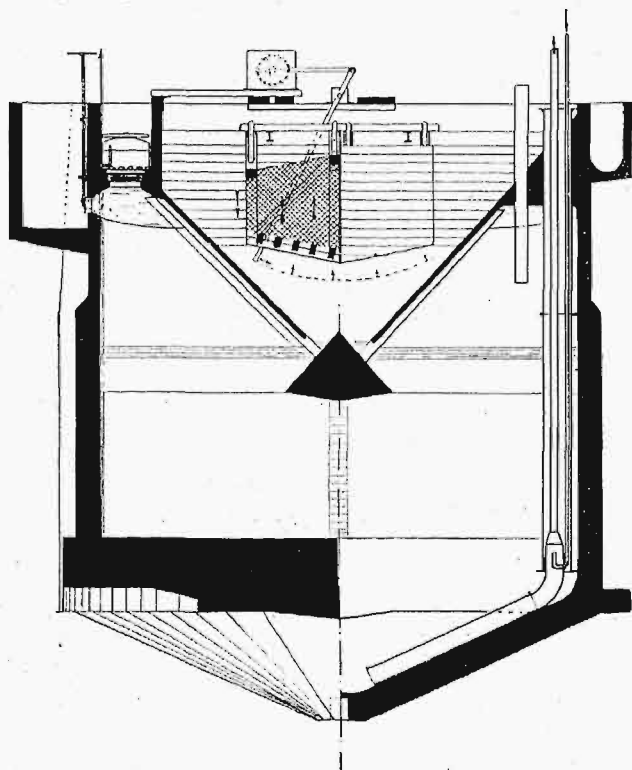
Przynajmniej w tym braku wiedzy lub pomysłowości u ówczesnych badaczy, lecz w sa-

^{*)} Referat wygłoszony dn. 5 grudnia 1928 r. na zebraniu Wydziału Urzędzeń Zdrowotnych Użyteczności Publicznej Stowarzyszenia Techników w Warszawie.

¹⁰⁾ F. Häusser und R. Bestehorn. Gesammelte Untersuchungen über die Verbrennlichkeit von Hüttenkoks in technischen Feuerungen.

mym charakterze biologicznego procesu oczyszczania ścieków, który jest niesłychanie złożonym kompleksem najprzeróżniejszych zjawisk, splatających się misternie ze sobą i uzależnionych od dużej ilości czynników i wpływów wtórnych. Nadanie procesowi właściwego kierunku jest tembardziej trudne, że nie tylko nie są znane wpływy wszystkich czynników, lecz że niektóre czynniki są prawdopodobnie jeszcze wogóle nieznanne.

W ten sposób proces biologicznego oczyszczania ścieków może być określony, używając języka matematycznego, jako funkcja wielu czynników, lub równanie z wieloma niewiadomymi. Jak wiadomo, zadania takie rozwiązywane być mogą jedynie w drodze prób i doświadczeń. Nic też dziwnego, że potrzeba było kilku dziesiątków lat wytężonej pracy, długiego szeregu mniej lub bardziej udatnych prób, całego arsenału nagromadzonych



Rys. 1. Złoże przedmuchiwane w komorze przepływowej osadnika Imhoffa.

spostrzeżeń i faktów, a nawet doży szczęścia, aby myśl pierwszych badaczy o przedmuchiwaniu ścieków w celu ich oczyszczania mogła dojść do pomyselnego urzeczywistnienia w praktyce w postaci procesu osadu czynnego.

W ostatnich czasach, dzięki pracy doświadczalnej, podjętej na szeroką skalę w St. Zj. A. P. Anglii i Niemczech, jesteśmy świadkami znacznie szybszych postępów w tej dziedzinie. Sposoby wytknięte w tej dziedzinie zaczęły się stopniowo realizować w praktyce, nieudane doświadczenia poprzedników — zaczęły się udawać.

Po zrealizowaniu zamierzeń Smith'a i Dibdin'a, przyszła kolej na rozwiązanie sprawy oczyszczania ścieków na złożach przedmuchiwanych, co nastąpiło zaledwie w ostatnich kilku latach.

Oprócz tego, dokładne badania i studia przebiegu poszczególnych faz procesu oczyszczania w różnych urządzeniach zaczęły wykazywać nowe możliwości w rozwiązywaniu zagadnienia oczy-

szczenia ścieków, polegające na „podziale pracy” ostatecznego procesu oczyszczania pomiędzy kilka urządzeń, umieszczonych w szeregu. To tak zwane oczyszczanie szeregowe (Stufenreinigung) zarysowuje przed nami i nowe i bardzo ciekawe perspektywy na przyszłość.

W obu tych zagadnieniach (złoża przedmuchiwane i oczyszczanie szeregowe), wielu ulepszeń dokonali Dr. K. Imhoff i Dr. Sierp na stacji doświadczalnej w Rellinghausen. Mając sposobność bliższego zapoznania się z pracą tej stacji doświadczalnej oraz urządzeniami wykonanymi na terenie Zagłębia Ruhr'y, autor, na podstawie osobistych obserwacji i zebranego materiału, podaje w artykule niniejszym całokształt wspomnianych zagadnień.

Historyczny rozwój sposobu.

Pierwsze próby sztucznego wprowadzania powietrza do złoża biologicznego w celu przyspieszenia procesu oczyszczania były dokonane przez Waring'a w r. 1891.

Sposób jego, zgłoszony do opatentowania, polegał na filtrowaniu ścieków przez złożo, złożone ze żwiru i piasku, pod które wprowadzano sprężone powietrze.

Podobne urządzenia z niedużymi modyfikacjami były nawet zainstalowane przez kilka miast amerykańskich (Philadelphia, East Cleveland, Salford i inne).

Takież doświadczenia przeprowadzał prawie jednocześnie Lowcock w Anglii (r. 1892). Złożo jego składało się z warstwy piasku i warstw coraz grubszego żwiru. Ogólna grubość warstwy wynosiła 6 stóp ang. Analizy ścieków oczyszczonych wykazały redukcję 99,1% amonjaku i 98,5% amonu. Wypływ był całkowicie przezroczysty, bez zapachu i smaku, tak że, podobno, był używany do picia przez ludzi pracujących na farmie. Na jedną stopę sześć. ścieków zużywano 3 stopy sześć. powietrza.

Dlaczego ten sposób, dający podobne wyniki, nie rozpowszechnił się, niewiadomo.

W czasach późniejszych (1912) zgłaszany był projekt urządzenia podobnych filtrów przez Closs'a oraz szereg innych osób zgłaszało do opatentowania różne modyfikacje t. zw. złoża zanurzanego, wykonanego w postaci walca, spoczywającego na osi i zanurzonego do połowy w ściekach. Przy powolnym, mechanicznym obracaniu, złożo pracowało podobnie do złoża kontaktowych.

Wszystkie te jednak projekty i patenty pozostawały na papierze, a próby nie wychodziły poza granice doświadczeń.

Sprawą tą ponownie zaczął się zajmować prof. Buswell, który w swojej teorii procesów biologicznych dał główne wytyczne dla praktycznego rozwiązania tego zagadnienia. Teoria jego może być streszczona w krótkich słowach w sposób następujący.

Żaden żywy organizm nie może rozwijać się normalnie, jeżeli zużyte przez niego substancje lub obumarłe organizmy nie są usuwane z jego środowiska. Na powierzchni każdego ciała, mającego styczność ze ściekami, usadowiają się drobnoustroje, żywiąc się najrozmaitszymi substancjami zawartymi w ściekach. Okres życia tych drobnoustrojów

jest b. krótki. Stopniowo wymierają one, a na ich miejscu wyrastają nowe pokolenia. Z tej racji na powierzchni złoża wytwarza się błona, która od strony zewnętrznej jest pokryta żywymi organizmami, wewnątrz zaś złożona z czarnej masy martwych organizmów. Żywe organizmy będą mogły pracować wydajnie tylko wówczas, jeżeli obumierające organizmy będą usuwane jeszcze przed ich śmiercią. Buswell mówi, że „dojrzałe jabłka powinny być otrząśnięte”. W przeciwnym wypadku błona zaczyna gnić, co uniemożliwia normalną pracę żywym organizmom.

Teoria Buswella tłumaczy wiele zjawisk, spotykanych przy oczyszczaniu biologicznym. Tłumaczy naprz., pewne zakłócenia pracy złoż zraszanych, obserwowane na wiosnę i w jesieni. Normalnie błony biologiczne na złożach zraszanych są stale wyzerane przez niektóre wyższe formy fauny, rozwijające się na złożu, i to wpływa dodatnio na pracę złoża. Przy zmianie pór roku, następuje również zmiana tych przedstawicieli wyższej fauny i — w międzyczasie — kiedy jedne formy zginęły, a nowe nie rozwinęły się w dostatecznym stopniu — powstają zakłócenia pracy filtra.

Stosując się do swojej teorii, Buswell przeprowadził doświadczenia nad złożem wykonanym z łąt drewnianych i zanurzonem w ściekach, które było przez niego co pewien czas wstrząsane i podnoszone ze ścieków dla przewietrzania.

Wyniki tego doświadczenia, jak też i innych przy których zachowywano te dwa warunki — otrząsanie i przewietrzanie — były bardzo pomyślne. Opierając się na tem, rozpoczęto ponownie doświadczenia nad złożami obracanymi i złożami przedmuchiwanymi i otrzymano również zadawalniające wyniki.

Pozostawała do rozstrzygnięcia sprawa usuwania błon, opadających ze złoża. W końcu r. 1923 Buswell jednocześnie z Bachem przyszedł do wniosku, że najwłaściwszym rozwiązaniem będzie umieszczenie złoż w komorze przepływowej osadnika Imhoffa, ponieważ błony będą mogły normalnie opadać przez szparę do komory fermentacyjnej i nie będą przeszkadzały dalszemu przebiegowi procesu.

Wkrótce potem wybudowano pierwsze większe urządzenie w Langendreer (Zagłębie Ruhr'y), którego złożo było wykonane w postaci walca obracanego.

W tym samym czasie Bach wybudował kilka urządzeń ze złożami przedmuchiwanymi dla oczyszczania ścieków fabrycznych.

Wobec dodatnich wyników otrzymanych w pierwszych urządzeniach, stacja doświadczalna w Rellinghaussen zajęła się żywo tym sposobem i po przeprowadzeniu badań i studjów zmodyfikowała i ulepszyła go znacznie.

Według jej typu wybudowano na terenie Zagłębia Ruhry 10 większych urządzeń, naprz. w Velbert na 20 000 mieszkańców, w Iserlohn — 17 000 mieszk., Menden — 12 500 i inne.

Urządzenia do oczyszczania ścieków według omawianego sposobu otrzymały nazwę w języku angielskim aerated contact beds, w języku niemieckim — Tauchkörper.

W języku polskim nie posiadamy jeszcze żadnego ustalonego terminu, wobec czego, pozostawiając sprawę definitywnego ustalenia nazwy przy-

szłości, będę nazywał te urządzenia ogólną nazwą — przewietrzane złoża kontaktowe.

Urządzenia te, ze względu na różnice konstrukcji i działania, dzielą się na dwie grupy:

1) Złoża z naturalnem przewietrzaniem — jak pierwsze urządzenia Buswell'a, lub obracane na osi — mogą być nazwane złożami zanurzanymi.

2) Złoża ze sztucznym przewietrzaniem — stale zanurzone pod wodą i przedmuchiwane powietrzem sprężonym — nazwałbym złożami przedmuchiwanymi.

Ostatni rodzaj złoż należy odróżnić od tak zwanych aerofiltrów, wprowadzonych przez Strogonowa, które nie znajdują się pod wodą, a są zraszane i intensywnie przewietrzane sztucznym podmuchem.

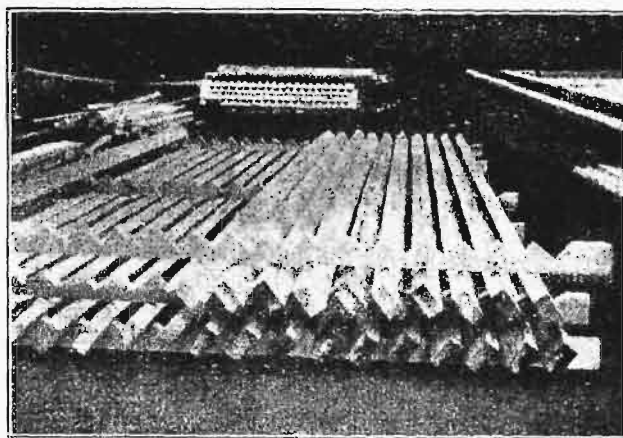
Złoża zanurzone.

Złoża zanurzone nie znalazły jak dotąd większego zastosowania.

W istniejących urządzeniach złoża wykonane są w postaci walca większej średnicy (naprz. w Langendreer ϕ 3,5 m, $h=2$ m). Walec spoczywa na osi żelaznej, obracającej się z szybkością 1 obrotu na minutę. Walec zanurzony jest do $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{5}$ średnicy w ściekach (osadnik Imhoffa). Jako materiału na złożo używa się łąt drewnianych, chrustu, gałęzi lub innego materiału o dużej powierzchni.

Czas kontaktu ścieków ze złożem wynosi od 15 do 30 minut.

Pomimo, że zasada tej konstrukcji jest zupełnie słuszna, doświadczenie jednak wykazało, że złoża zaszlamowują się zbyt szybko, a to ze wzglę-



Rys. 2. Ustrój złoża z desek postawionych na kant.

du na zbyt małą szybkość przepływu wody w osadniku, przy której zużyte błony nie mogą być zmyte z powierzchni. Poza to zużycie energii na obracanie złoża jest większe, niż na wtłaczanie powietrza w złożach przedmuchiwanym.

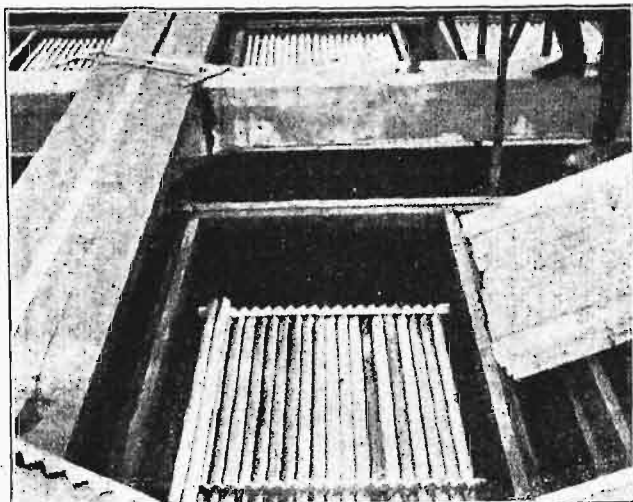
Złoża przedmuchiwane.

Pierwsze złoża przedmuchiwane, wybudowane przez Bacha i znane pod nazwą „filtrów Emszerowskich”, były wykonane z koksu, umieszczonego w zbiorniku, na którego dnie znajdowały się rury do wprowadzania powietrza.

Obecny typ złoż przedmuchiwanym, opracowany przez stację doświadczalną w Rellinghausen, wykonywany jest w sposób następujący: złożo składające się z materiału o dużej powierzchni

i otoczone z boków ściankami szczelnymi z desek, umieszcza się w środkowej części komory przepływowej osadnika Imhoffa, w ten sposób, aby złożo było zanurzone o kilka *cm* poniżej powierzchni wody. Pomiędzy ściankami złoża a ściankami osadnika pozostawia się pewną wolną przestrzeń (rys. 1).

Powietrze wtlacza się pod złożo za pomocą jednej rury, zawieszanej pod złożem i znajdującej się w stałym ruchu wahadłowym. Powierzchnia ru-



Rys. 3. Złożo z desek w budowie w Velbert.

ry pokryta jest małymi otworkami, tak że przy ruchu rury całe złożo zasilane jest powietrzem. Rura poruszana jest mechanicznie i łączy się przy pomocy węża gumowego ze stałą rurą dopływową ze sprężonym powietrzem.

W ten sposób wykonane urządzenie ma trzy duże zalety:

1) Wahadłowy ruch rury wpływa na znaczną oszczędność powietrza przy zachowaniu równomiernego zasilania powietrzem całego złoża.

2) okresowe uderzenia silnego strumienia powietrza o złożo powodują usuwanie zużytych błon biologicznych z powierzchni złoża.

3) wtlaczanie powietrza pod złożo, zanurzone w płynie i otoczone ściankami szczelnymi, przy obecności wolnych przestrzeni z boków — powoduje silny ruch ścieków w złożu, co ma duży wpływ

Dzięki temu, zużyte błony biologiczne łatwo wynurzają się ze złoża, złożo nie ulega tak łatwo zaszlamowaniu, a ścieki są w stałym zetknięciu z błonami biologicznymi.

W ten sposób powietrze wykorzystane jest wszechstronnie — nie tylko do zasilania tlenem, lecz i do utrzymania innych niezbędnych warunków procesu.

Najlepszym materiałem do wytworzenia złoża są maty (plecione z cienko łupanego drzewa i ujęte w ramy) lub drewniane łaty, ułożone na kant. Maty są szczególnie dobrym materiałem ze względu na to, że przy dużej powierzchni ogólnej mają minimalną powierzchnię górnych krawędzi, dzięki czemu osiadanie osadów na złożu jest bardzo trudne, natomiast przewietrzanie złoża i zmywanie zużytych błon — bardzo ułatwione (patrz rys. 2 i 3).

Inne materiały, jak wykazały doświadczenia, nadają się w znacznie mniejszym stopniu, gdyż jedne z nich (żużel z wielkich pieców, żużel z pod kotłów parowych) ulegają rozdrobnieniu, inne zaś (koks, chrust, gałęzie i t. p.) zbyt szybko zaszlamują się.

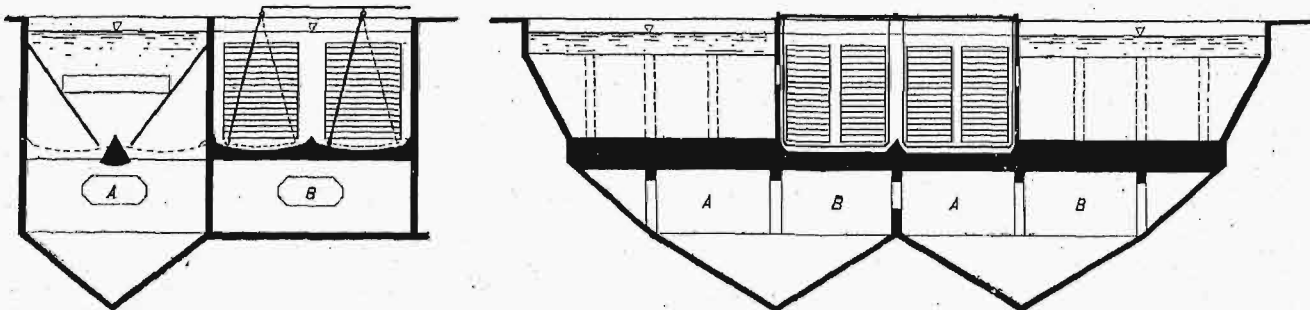
Pojemność złoża oblicza się w ten sposób, aby, przy umieszczeniu go w osadniku Imhoff'a z normalnym 2-godzinnyim przepływem, wypadła na złożo przestrzeń jednogodzinnego przepływu. Złożo umieszcza się w środku komory przepływowej, pozostawiając $\frac{1}{2}$ -godzinny przepływ za złożem — na osadnik wtórny.

Typ urządzenia w Velbert (rys. 4) jest późniejszy i różni się od poprzedniego tem, że, w celu lepszego wyzyskania pojemności, część komory przepływowej, zajęta przez złożo, jest przesklepiona od dołu. Skutkiem jednak odpowiedniego profilu dna i wahadłowego ruchu rury, osady, opadające ze złoża, nie mogą skupić się na dnie, lecz są unoszone ze ściekami do osadnika wtórnego.

Obecnie są również stosowane złoża wydzielone, t. zn. nie w osadniku Imhoff'a, a jako samodzielne urządzenia.

Poza temi zasadniczymi typami, jest jeszcze kilka innych odmian, z których najciekawszy jest model Buswell'a.

W celu zmniejszenia kosztów eksploatacji, wprowadza Buswell system podnoszenia złoża ze ścieków, aby w nocy uniknąć potrzeby przedmu-



Rys. 4. Przekroje urządzenia złoża przedmuchiwanego w osadniku w Velbert.

na przebieg procesu. Powietrze wtlaczane działa w tych warunkach, jak w pompie mamutowej — poziom wody nad złożem podnosi się o 6—10 *cm* powyżej poziomu w przestrzeniach bocznych i to zmusza ścieki do szybkiego krążenia. Badania z barwnikami wykazują, że ścieki przepływają przez złożo od 5 do 10 razy na minucie.

chiwania, które przy małej ilości ścieków i ich małym stężeniu nie jest konieczne.

Złożo tego urządzenia wykonane jest z mat drewnianych i posiada u dołu 2 komory metalowe. Normalnie, kiedy komory są wypełnione wodą, złożo jest zanurzone. Dla podniesienia złoża, otwiera się zawór, łączący komory z przewodem sprężo-

nego powietrza — woda zostaje wypchnięta i złożo podnosi się ponad poziom ścieków w osadniku.

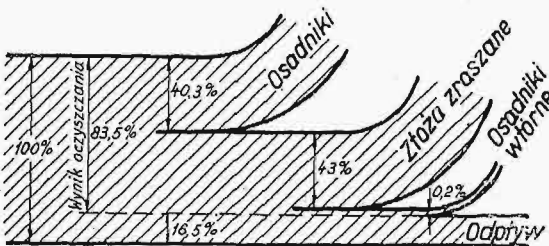
Wyniki oczyszczania.

Jak w każdym procesie biologicznym, wynik oczyszczania zależy od wielu warunków, a przede wszystkim od obciążenia złoża ściekami, charakteru ścieków, warunków klimatycznych i t. p.

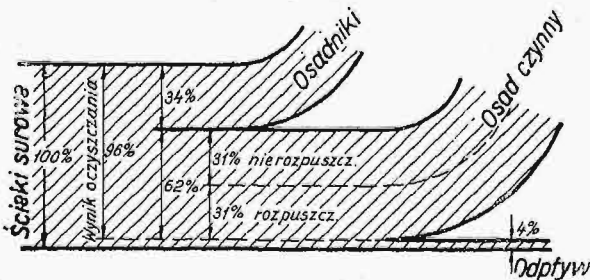
Osadniki Imhoff'a i przedmuchiwane złoża kontaktowe



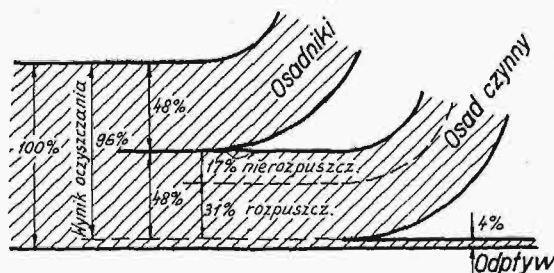
Osadniki Imhoff'a i złoża zraszane



Osadniki Imhoff'a z krótszym przepływem i osad czynny



Osadniki Imhoff'a z dłuższym przepływem i osad czynny



Rys. 5. Wyniki działania różnych sposobów oczyszczania ścieków wedł. zapotrzebowania tlenu biochemicznego.

W stosunku do złoż przedmuchiwanego, trzeba wziąć pod uwagę, że dotąd nie były one nigdzie budowane, jako samodzielne urządzenia do oczyszczania, lecz jedynie jako dodatek do istniejących lub nowozakładanych osadników Imhoff'a. Przepływ ścieków był, rzecz naturalna, obliczony w stosunku do osadnika Imhoff'a, a nie w stosunku

do zdolności oczyszczającej złoża przedmuchiwanego.

Jednak złoża przedmuchiwane w istniejących urządzeniach, pomimo małej ich pojemności, wykazują bardzo znaczny wpływ na oczyszczanie ścieków.

Według danych Stacji Doświadczalnej w Rellinghausen, ścieki o małym stężeniu osiągają granicę niezagniwania. Ścieki zaś stężone tracą przeciętnie około 40% utlenialności i około 30% zapotrzebowania tlenu biochemicznego.

Dr. K. Imhoff podaje, że ścieki słabe obniżają utlenialność ze 130 mg/l KMnO₄ (10 min. 100° C) do 60 mg/l, w którym to stanie prawie nie zagniwają, ścieki zaś stężone — z 600 do 200 mg/l KMnO₄.

Według jego obliczeń, względna trwałość ścieków (metoda amerykańska) wynosi:

Tabela I.

Rodzaj ścieków	Dla ścieków oczyszczonych		
	mechanicznie w osadnikach Imhoff'a	na złożach przedmuchiwanego	osadem czynnym
Słabe ścieki . . .	20—30 %	75%	100%
Stężone „ . . .	10—15 %	40%	100%

Jeszcze wyraźniej występuje wynik oczyszczania na złożach przedmuchiwanego w porównaniu z innymi sposobami na zestawieniu graficznym, wykonanym przez D-ra F. Sierpa (p. wykres na rys. 5).

Z tego wynika, że złoża przedmuchiwane obecnej konstrukcji dają tylko częściowe oczyszczanie, ale wynik ten jest bardzo poważny w stosunku do nakładu, jakiego się dokonywa. Rzeczywiście: 1) pojemność złoża przedmuchiwanego wynosi za ledwie 1/50—1/25, pojemności normalnych złoż zraszanych, — obciążenie 1 m³ złoża wynosi około 24 m³ ścieków na dobę; 2) rozchód powietrza sprężonego wynosi 1—1,5 m³ na 1 m³ ścieków, czyli 1/10 tego, co przy osadzie czynnym; 3) rozchód energii — 0,25 — 0,40 KM na 1000 m³ ścieków i 4) koszt urządzenia jest tylko o 5—10% wyższy od kosztu normalnego osadnika Imhoff'a.

Na podstawie tych danych, musimy przyjść do wniosku, że złoża przedmuchiwane obecnej konstrukcji są bardzo tanim dodatkiem do osadników Imhoff'a, dającym jednak bardzo poważne podniesienie stopnia oczyszczania ścieków. Mogą one znaleźć zastosowanie wszędzie tam, gdzie całkowite oczyszczanie ścieków nie jest konieczne, a samo mechaniczne oczyszczanie jest niewystarczające.

Poza tem złoża przedmuchiwane posiadają następujące zalety:

- 1) nieobecność zapachu i much,
- 2) małą zależność od temperatury zewnętrznej,
- 3) możliwość znacznego przeciążenia złoża, bez spowodowania zakłócenia działania, co jest niemożliwe na złożach zraszanych i przy osadzie czynnym,
- 4) możliwość zastosowania ich do niektórych ścieków fabrycznych, gdyż są mniej czułe na wpływ różnych substancji chemicznych (Bach, naprz., stosował je z powodzeniem do ścieków fenolowych i kwaśnych ścieków z krochmalni),

5) możliwość wyzyskania złoża jednocześnie jako odtłuszczacza (pod wpływem przedmuchiwania, cząsteczki tłuszczu, olejów, mydła, smoły i t. p. wynoszone są na powierzchnię, gdzie skupiają się w postaci piany, łatwo usuwalnej mechanicznie lub ręcznie; w ten sposób usuwa się do 70% tłuszczu),

6) możliwość pracy urządzenia o własnym napędzie (jako przykład tego może służyć zakład w Iserlohn, gdzie rura wahadłowa i sprężarka powietrza są poruszane silnikiem gazowym, zasilanym gazem z osadnika Imhoff'a),

7) urządzenie nie wymaga spadku hydraulicznego,

8) urządzenie wymaga minimalnego dozoru, wobec czego może być zastosowane do mniejszych urządzeń,

9) dojrzewanie złoża trwa zaledwie 1—2 dni, gdy dojrzewanie złoży zraszanych — 1 miesiąc, a osadu czynnego — kilka tygodni.

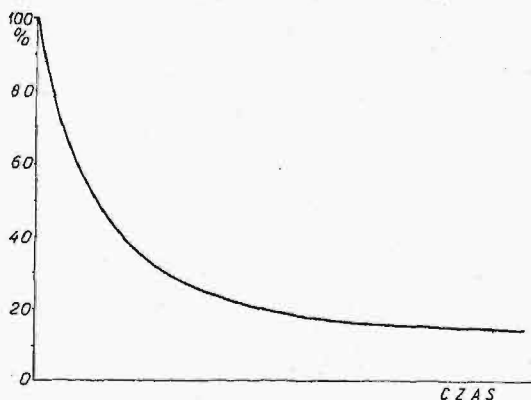
Tak się przedstawia dzisiaj sprawa złoży przedmuchiwanych, w obecnej ich konstrukcji, przy stosowaniu ich przeważnie do częściowego oczyszczania ścieków.

Widoki na przyszłość.

Co się tyczy możliwości, jakich możemy się spodziewać od złoży przedmuchiwanych w przyszłości, to zostały one w dużym stopniu wyświetlone, dzięki badaniom stacji doświadczalnej w Rellinghausen.

W wynikach jednej serii doświadczeń możemy znaleźć przede wszystkim odpowiedź, czy złoża przedmuchiwane mogą być potraktowane, jako samodzielny sposób oczyszczania ścieków, narówni ze złożami zraszanimi lub osadem czynnym.

Stacja doświadczalna w Rellinghausen przeprowadziła badania na 9 różnych modelach do oczyszczania ścieków w ten sposób, że — zmieniając odpowiednio obciążenie dla każdego modelu —



Rys. 6.

doprowadziła stopień oczyszczenia na wszystkich urządzeniach do tej samej wysokości. W ten sposób otrzymano liczby porównawcze wydajności różnych sposobów oczyszczania.

Dla ułatwienia kontroli pracy urządzeń, ograniczono analizy do określania utlenialności i zawartości azotanów i amoniaku.

Otrzymane wyniki są uwidocznione w tabeli II.

Zestawienie to wykazuje, że na złożach przedmuchiwanych można otrzymać przy odpowiednim obciążeniu ten sam stopień oczyszczenia, jak i na innych złożach, przyczem, nawet w tym wypadku, wydajność złoży przedmuchiwanych jest

większa od innych złoży. Pod względem wydajności — złoża przedmuchiwane ustępują tylko procesowi osadu czynnego. Czy jednak złoża przedmuchiwane, zastosowane w podobnej konstrukcji do całko-

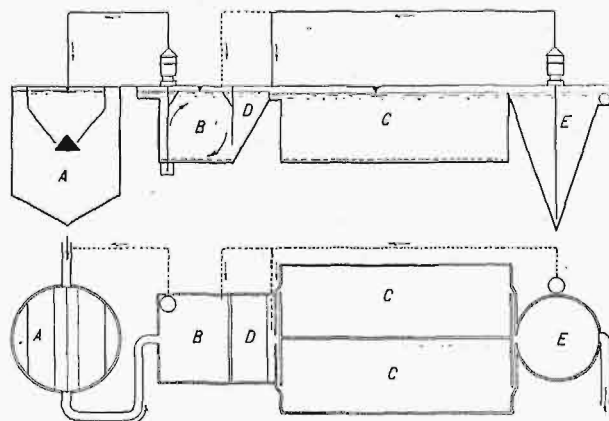
Tabela II.

	Sposób oczyszczania	Obciążenie: m^3 ścieków na $1m^3$ złoża	Spadek utlenialności w %	Azotany mg/l N	Spadek zawart. amoniaku w %
1	Złoże zraszane	1	67	6,7	93,8
2	Aerolitr, wysokość złoża 1 m . . .	2 *)	67,4	8,3	93,8
3	Aerofiltr z naturalnym przewietrz.	2	67,4	8,3	95,0
4	Złoże zalewane (kontaktowe)	0,75	63,5	3,9	87,5
5	Złoże przedmuchiwane	4	66,5	9,3	90,7
6	Złoże przedmuchiwane z przepompowywaniem osadu	4	66,8	10,2	93,8
7	Osad czynny . . .	8	69,3	7,3	56,2
8	Ubracane złoże zanurzane	4	66,5	8,3	90,5

witego oczyszczania ścieków, wytrzymałyby kalkulację w stosunku do innych urządzeń (naprz. osadu czynnego) — jest kwestją wątpliwą.

Znacznie większe możliwości dają złoża przedmuchiwane przy zastosowaniu tak zwanego „oczyszczania szeregowego“, t. zn. w połączeniu z innymi sposobami, lub przy połączeniu kilku złoży przedmuchiwanych w szereg.

Badania procesów oczyszczania wykazują, że największy efekt oczyszczania — t. zn. największy spadek procentowy zawartych ciał lub związków



Rys. 7. Oczyszczanie szeregowe o 2-ch aerotankach.

nas interesujących — następuje w pierwszym okresie procesu. W dalszym przebiegu procesu efekt ten staje się coraz mniejszy.

Ze zjawiskiem tem spotykamy się we wszystkich procesach — w osadnikach, na filtrach, złożach biologicznych i przy osadzie czynnym.

Jeżeli będziemy wykreślać przebieg procesu w stosunku do któregoś interesującego nas składnika, to otrzymamy zawsze krzywą, zbliżoną do podanej na wykresie na rys. 6.

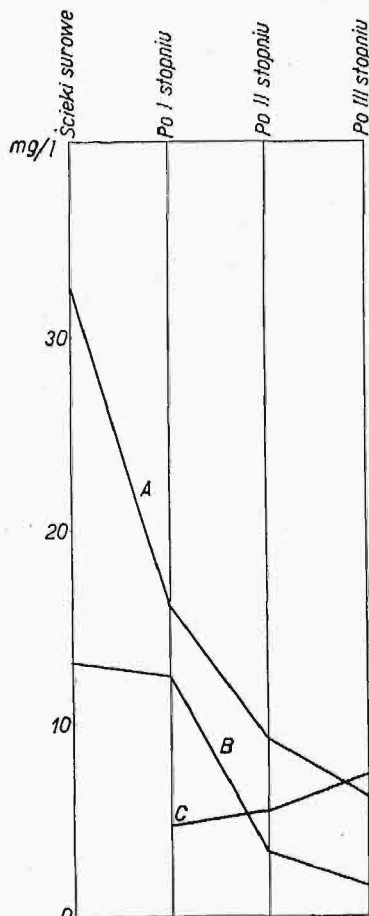
*) Wynik tego badania nie jest miarodajny, gdyż wysokość złoża nie odpowiada wysokości złoża Strogonowa (3,5—4 m).

Z drugiej strony, każdy z procesów posiada swoje charakterystyczne zdolności oczyszczające w stosunku do tego lub innego składnika wody.

Odpowiednio do tego oddawna już został przeprowadzony podział operacji i procesów — naprz. przy oczyszczaniu wody — osadniki, filtry i dezynfekcja, lub przy oczyszczaniu ścieków — piaskowniki, kraty, osadniki lub sita, — ostateczny proces biologiczny.

Dzisiaj chodzi o dalsze pogłębienie podziału operacji, mianowicie o podział ostatecznego procesu oczyszczania ścieków na kilka faz, które przebiegałyby w innych urządzeniach, najbardziej charakterowi danej fazy odpowiadających.

Naprz., osad czynny posiada bardzo wybitne własności absorbcyjne i względnie słabsze nityfikacyjne, złoża zraszane są odwrotnie, bardzo czułe na drobne zawiesiny, natomiast dają najdalej



A-Utlenialność próby przefiltrowanej (w mg/l)
B-Zawartość amonjaku (w mg/l)
C-Zawartość azotanów (w mg/l)

Rys. 8. Wynik analizy ścieków oczyszczanych na 3-ch złożach, umieszczonych w szereg.

posuniętą nityfikację. Jeżeli przed złożami zraszaniem wprowadzić krótki proces osadu czynnego, to praca całości urządzenia niezmiernie zyskuje na wydajności i stopniu oczyszczania.

Przed kilku laty powstały podobne urządzenia w niektórych miastach w St. Zj. A. P., posiadających silnie obciążone złoża zraszane. Praktyka wykazała, że złoża zraszane mogły być w tych wypadkach obciążone dwukrotną ilością ścieków, przy czym wypływ był lepszy od poprzedniego.

Drugim ciekawym przykładem szeregowego oczyszczania jest sposób dwukrotnego zastosowania procesu osadu czynnego.

Sposób ten polega na wykorzystaniu nadmiaru osadu czynnego, którego silne własności absorbcyjne i utleniające przy usuwaniu go do komory fermentacyjnej nie są wykorzystane. Urządzenie to składa się nie z jednego aerotanku, lecz z dwóch mniejszych, jak wskazano na rys. 7.

Z ostatniego osadnika E osad powrotny dopływa do aerotanku C, natomiast osad nadmierny — do aerotanku B. Aerotank B posiada, wraz z osadnikiem swoim D, pojemność odpowiadającą 20—30 min przepływu. Osad czynny w tym czasie absorbuje prawie wszystkie pozostałe po osadnikach zawiesiny, oraz część koloidów, zmniejsza do 40—50% utlenialność, sam zaś pomimo przedmuchiwania wyczerpuje się doszczętnie, przybierając szare zabarwienie. W tym stanie przepompowuje się go do komory przepływowej osadnika Imhoff'a, gdzie — opadając — pociąga on jeszcze ze sobą inne zawiesiny ze ścieków.

W tych warunkach, proces oczyszczania w drugim aerotanku ma znacznie ułatwioną pracę, dzięki czemu oczyszczanie trwa 2 godz., zamiast normalnych 4-ch godz. Całość urządzenia może być wobec tego o $\frac{1}{3}$ mniejszą.

Co się tyczy złoż przedmuchiwanych, to — jak wykazały badania — mogą być one z dużym powodzeniem zastosowane w szeregu z każdym innym procesem biologicznym.

W próbach z osadem czynnym były one stosowane jako wstępne i jako ostateczne, t. zn. przed i po osadzie czynnym. Jako wstępne, wpływały one bardzo dodatnio na przebieg procesu osadu czynnego, jednak wymagały większej obsługi ze względu na to, że, wobec zwiększonego przepływu ścieków, na złożu wyrastały obficie kolonie grzybów.

Po osadzie czynnym, złoża przedmuchiwane zupełnie nie ulegały zaszlamowaniu się i dawały wypływ bardzo bogaty w azotany (do 16 mg/l N).

Pozatem na stacji doświadczalnej w Rellinghausen były przeprowadzane badania nad oczyszczaniem ścieków na 3 złożach przedmuchiwanych, umieszczonych w szeregu. Wynik tych badań jest niezmiernie ciekawy.

Dla uwypuklenia różnicy, jaka powstaje przy oczyszczaniu na jednym złożu i na 3 złożach o tej samej pojemności, lecz umieszczonych w szeregu, przeliczyłem dane, jakimi rozporządzałem, i zestawiałem je w tabelę następującą:

Tabela III

Przeciętny wynik oczyszczania ścieków na złożach przedmuchiwanych.

	Jednostopniowych					3-stopniowych		
	Obciążenie m^3 ścieków na $1 m^3$ złoża na dobę.					Obciążenie $12m^3$ ścieków na $1 m^3$ złoża.		
	2	3	4	8	12	po I stopniu	po II stopn.	po III stopn.
% spadek utlenialności	72,5	71,5	66,5	54	47	37	59	72,5
% spadek amonjaku	81	73,3	90,7	6,5	5,0	6,2	48,5	78,3
zawartość azotanów mg/l N	8,8	10,2	9,3	0	0	1,5	6,0	8,2

W ten sposób, złoża tej samej pojemności i przy tem samym obciążeniu dają zupełnie inne wyniki, w zależności od tego, czy pracują w jednym stopniu, czy w trzech. Wytłumaczyć to zjawisko można tem, że wskutek podziału wytwarzają się widocznie na poszczególnych złożach warunki najbardziej odpowiednie dla rozwoju pewnych grup drobnoustrojów, które w tych warunkach mogą rozwijać się i pracować najbardziej intensywnie.

Potwierdzeniem tego może być wynik analiz z tych badań, z których jedno przedstawiłem graficznie na rys. 8.

Widzimy, że złoża pierwsze powoduje najbardziej intensywny spadek utleniałości, drugie — utlenianie amoniaku, trzecie — wytwarzanie się azotanów. Potwierdzić to można również zjawiskami obserwowanymi na złożach zraszanych i przy osadzie czynnym. Wiadomo, że nityfikacja wypływu ze złożeń zraszanych jest znacznie dalej posunięta, niż z procesu osadu czynnego. Tłumaczy się to w sposób następujący: bakterje nityfikujące mogą rozwijać się w ściekach tylko wówczas, kiedy większość ciał organicznych ulegnie rozkładowi. W złożach zraszanych ciała organiczne ulegają absorpcji przeważnie w górnej warstwie złoża, gdzie następuje ich rozkład. W ten sposób do niższych warstw dopływają ścieki, zawierające przeważnie produkty rozkładu ciał organicznych, i to sprzyja silnemu rozwojowi bakterij nityfikujących, które się tutaj gromadzą.

Przy osadzie czynnym, wszystkie procesy — rozkładu ciał organicznych i nityfikacyjne — odbywają się w jednym zbiorniku. wobec czego w pierwszej fazie procesu rozwój bakterij nityfikujących jest zahamowany. Mają one możliwość działania tylko w drugiej połowie procesu, ale wobec tego, że przy każdej operacji muszą one rozwijać się od początku, wynik ich pracy nie jest tak znaczny, jak na złożach zraszanych.

Te zjawiska są również dobrym dowodem tego, jak ważny jest podział poszczególnych faz procesu pomiędzy różnymi urządzeniami, z których każde, siłą rzeczy, stwarza odmienne warunki dla najlepszego przebiegu poszczególnych faz.

Miejmy nadzieję, że praca doświadczalna i głębokie studja procesów oczyszczania, doprowadzą wkrótce do pomyślnego rozwiązania sprawy oczyszczania ścieków, t. zn. do urządzeń o maksymalnej wydajności przy minimalnym koszcie.

Wnioski:

1. Rozwiązanie praktyczne sposobu oczyszczania ścieków na złożach przedmuchiwanym jest niezmiernie ważną zdobyczą w dziedzinie oczyszczania ścieków.
2. Złoża przedmuchiwane obecnej konstrukcji pozwalają na znaczne podniesienie stopnia oczyszczania ścieków, przy minimalnym nakładzie kosztów budowy i eksploatacji.
3. Z tych względów, złoża przedmuchiwane mają w chwili obecnej duże znaczenie dla miast polskich, których trudności finansowe nie pozwalają na budowę kosztownych urządzeń do całkowitego oczyszczania ścieków.
4. Złoża przedmuchiwane kilkustopniowe mogą znaleźć duże zastosowanie w mniejszych urządzeniach, w których stosowanie osadu czynnego ze względu na trudność obsługi jest niemożliwe.
5. Tylko drogą szczegółowego studjowania i badań doświadczalnych można dojść do racjonalnego rozwiązania zagadnienia oczyszczania ścieków.
6. Oczyszczanie szeregowo jest nowym terenem dla tej pracy.

Spółczynniki Everlinga.

Napisał St. Rogalski.

Jako wielkości charakterystyczne przy opisie płatowców, podaje się dotychczas często tylko ich szybkość max., szybkość min., pułap, obciążenie na $1 m^2$ i obciążenie na 1 KM. Te dane nie świadczą jeszcze o jakości danego płatowca z punktu widzenia mechaniki i ekonomji. E. Everling¹⁾ zaproponował wprowadzenie trzech charakterystycznych wielkości, będących liczbami oderwanymi, a mianowicie:

$$\text{Spółczynnik szybkości: } \frac{\eta}{c_x} = \frac{V^3 \cdot S}{56000 \cdot N}$$

$$\text{Spółczynnik przelotu: } \eta \cdot \varepsilon = \frac{V \cdot Q}{270 \cdot N}$$

$$\text{Spółczynnik wysokości: } \frac{\eta}{\varepsilon} = \frac{4 \cdot Q}{75 \cdot N} \cdot \sqrt{\frac{Q}{S}} \cdot \left(\frac{\delta_o}{\delta_p} \right)^{1,75}$$

gdzie oznacza:

c_y — współczynnik wyporu, c_x współczynnik oporu, η — sprawność śmigła, v — szybkość lotu

poziomego w m/sek , V — szybkość lotu poziomego w km/h ; $V = 3,6 v$, Q — ciężar samolotu, N — moc użyteczną silnika w KM, H — wysokość pułapu, S — powierzchnię nośną w m^2 , g — przyspieszenie ziemskie = $9,81 m/sek^2$, δ — ciężar właściwy powietrza w kg/m^3 , w — szybkość wznoszenia się w m/sek . $\varepsilon = \frac{c_y}{c_x}$ — współczynnik ślizgania, $\varepsilon = \frac{c_x}{c_y^{1,5}}$ — współczynnik wznoszenia się.

Rozpatrzmy bliżej te trzy wielkości charakterystyczne.

Moc efektywna śmigła, wynosząca $75 \eta N$ kgm/sek , dzieli się na moc potrzebną do pokonania oporu ruchu płatowca P_x przy szybkości poziomej v i moc potrzebną do podnoszenia w górę ciężaru płatowca Q z szybkością wznoszenia w .

$$75 \eta N = P_x \cdot v + Q \cdot w.$$

Stąd szybkość wznoszenia się będzie:

$$w = \frac{75 \eta N}{Q} - \frac{P_x}{Q} \cdot v \quad \dots (1.)$$

Wiemy jednak, że:

¹⁾ Z. F. M. 10, 28 maja 1926, str. 203—207.

$$P_x = c_x \cdot v^3 \cdot S \cdot \frac{\delta}{2g},$$

$$Q = c_y \cdot S \cdot v^2 \cdot \frac{\delta}{2g}.$$

Podstawiając w równanie (1), otrzymamy:

$$w = \frac{75 \eta N}{Q} \frac{c_x}{c_y} \cdot v.$$

Wprowadzając do tego wzoru współczynnik ślizgania ϵ , otrzymamy:

$$w = \frac{75 \eta N}{Q} \frac{v}{\epsilon} \dots (2).$$

Wprowadźmy jeszcze następujące oznaczenia: współczynnik

$$\lambda = \frac{1}{\epsilon \cdot \sqrt{c_y}}$$

oraz szybkość jednostkową:

$$v_1 = v \sqrt{c_y}.$$

Z równania wyporu mamy

$$v = \sqrt{\frac{Q \cdot 2g}{\delta \cdot S \cdot c_y}}.$$

co wstawiając w równanie na v_1 otrzymamy:

$$v_1 = \sqrt{\frac{Q \cdot 2g}{\delta \cdot S}} = \sqrt{\frac{Q \cdot 2g}{\delta_0 \cdot S}} \sqrt{\frac{\delta_0}{\delta}}.$$

Dla powietrza normalnego możemy w przybliżeniu napisać:

$$\sqrt{\frac{2g}{\delta_0}} \approx 4,$$

czyli ostatecznie wzór na szybkość jednostkową będzie:

$$v_1 = 4 \cdot \sqrt{\frac{Q}{S}} \sqrt{\frac{\delta_0}{\delta}}.$$

Szybkością jednostkową będziemy zatem nazywali taką szybkość, która zachodzi przy $c_y = 1$.

Podstawiając te nowe oznaczenia do wzoru (2), otrzymamy:

$$w = \frac{75 \eta N}{Q} \lambda \cdot v_1 \dots (3).$$

Dla lotu poziomego przy ziemi bez wznoszenia się otrzymamy ze wzoru (1):

$$75 \eta N = P_x v,$$

lub podstawiając wyrażenie na P_x

$$75 \eta N = c_x \cdot S \cdot \frac{\delta}{2g} \cdot v^3.$$

Stąd otrzymamy:

$$\frac{\eta}{c_x} = \frac{v^3 \cdot S \cdot \delta}{75 \cdot 2g \cdot N}.$$

Dla lotu przy ziemi, możemy podstawić wartość liczbową na $\frac{\delta}{2g}$ i wtedy nasz wzór przyjmie następującą postać:

$$\frac{\eta}{c_x} = \frac{v^3 \cdot S}{1200 \cdot N}.$$

Chcąc wyrazić szybkość w km/h , otrzymamy ostatecznie wzór na współczynnik szybkości:

$$A_v = \frac{\eta}{c_x} = \frac{V^3 \cdot S}{56000 \cdot N}.$$

Aby znaleźć graniczną wartość współczynnika A_v , zrobmy przeliczenie, przyjmując, że sprawność śmigła jest bliską jednością, i założmy, że współczynnik oporów szkodliwych płatowca idealnie pod względem aerodynamicznym opracowanego wy-

nosi $c_x = 0,0178$. Wówczas otrzymamy, jako wartość graniczną współczynnika szybkości:

$$A_{v_g} = 40.$$

Dla dobrych płatowców dotychczas wykonanych wartość powyższego współczynnika waha się około 20.

Z równania (2) otrzymamy, zakładając szybkość wznoszenia $w = 0$ (lot poziomy), współczynnik przelotu:

$$A_L = \eta \cdot \epsilon = \frac{v \cdot Q}{75 \cdot N},$$

lub, wyrażając szybkość w km/h :

$$A_L = \eta \cdot \epsilon = \frac{V \cdot Q}{270 \cdot N}.$$

Powwyższy współczynnik daje nam pewną miarę ekonomji (gospodarczości, sprawności) naszego płatowca, gdyż licznik tego ułamka posiada wymiar mocy (moc unoszenia), a N jest mocą rozwijaną przez silnik.

Wprowadźmy do współczynnika przelotu jeszcze pewną zmianę. Oznaczmy przez s drogę w km , przez t — czas przelotu w godzinach, przez P — ilość kilogramów paliwa, przez p — rozchód jednostkowy paliwa w kg/KM godz. Po przekształceniu otrzymamy:

$$A_L = \frac{Q}{270 \cdot N} \cdot \frac{s}{t},$$

ale $Ntp = P$, więc ostatecznie otrzymamy:

$$A_L = \frac{1}{270} \cdot \frac{Q \cdot p}{P} \cdot s.$$

Powyzsza postać wzoru jeszcze lepiej uwydatnia znaczenie współczynnika przelotu.

Przyjmując maksymalne wartości dla sprawności śmigła i współczynnika ślizgania, otrzymamy cyfrę około 16—17, którą możemy uważać za graniczną wielkość współczynnika przelotu. Przeciętnie spotykane wartości wynoszą około 6—7.

Współczynnik wysokości wprowadzamy ze wzoru (3), zakładając $w = 0$ (lot poziomy):

$$A_H = \frac{\eta}{\lambda} = \frac{Q \cdot v_1}{75 \cdot N}.$$

Współczynnik powyzszy osiągnie swe maximum, jeżeli λ jest minimum, co ma miejsce dla kąta minimalnej mocy, więc zachodzi na pułapie lub na dowolnej wysokości w locie przy N_{min} (silnik zdławiony).

Mieliśmy, że:

$$v_1 = 4 \cdot \sqrt{\frac{Q}{S}} \sqrt{\frac{\delta_0}{\delta}}.$$

Dla lotu na pułapie, wstawimy δ_p zamiast δ .

Jeżeli wyjdziemy z hipotezy, że moc silnika zmienia się z wysokością według następującego wzoru (często w literaturze niemieckiej spotykane):

$$N_p = N_0 \left(\frac{\delta_p}{\delta_0} \right)^{1,25},$$

gdzie N_p oznacza moc na pułapie, to po wstawieniu do wzoru na współczynnik wysokości otrzymamy:

$$A_H = \frac{4 \cdot Q}{75N} \sqrt{\frac{Q}{S}} \left(\frac{\delta_0}{\delta_p} \right)^{1,75}.$$

Wychodząc z założenia, że gęstość powietrza zmienia się z wysokością według wzoru Lindberga:

$$\frac{\delta}{\delta_0} = 0,9^H,$$

otrzymamy inną postać wzoru na współczynnik wysokości:

$$A_H = \frac{1,21^H}{18,8} \cdot \frac{Q}{N} \cdot \sqrt{\frac{Q}{S}}$$

Wprowadzając do naszego wzoru paliwo i czas, możemy go przekształcić w następującą formę:

$$A_H = \frac{Q \cdot v_1 \cdot p}{75 \cdot P}$$

W dotychczas wykonanych płatowncach war-

tość tego współczynnika waha się w granicach od 4 do 7.

Powyższe trzy współczynniki dają nam częściową charakterystykę płatownca, ale nie rozwiązują całokształtu zagadnienia oceniania jakości samolotu, gdyż nie wprowadzono do tych wzorów ciężaru użytecznego, który jest podstawą oceny konstrukcji i odgrywa w kalkulacji handlowej bardzo ważną rolę.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

METALOZNAWSTWO.

Wpływ perlitizacji poniżej A_{r1} na własności mechaniczne stali węglowych.

Badania Hallimonda (Jour. of the Iron and Steel Inst., 1922, I, 359) wykazały, że perlit tworzy się nie tylko w temperaturze równowagi A_{r1} , lecz w całym zakresie temperatur niższych od tego punktu, aż do temperatur krzywej przesylenia (supersolubility curves). Według bowiem teorii przesylenia, krystalizacja następuje również poniżej temperatur równowagi w zakresie temperatur zwanym metastabilnym. Zakres ten ograniczony jest od dołu krzywą przesylenia. Krystalizacja w tym zakresie następuje wskutek „zaszczepienia” (zjawisko znane w chemii pod tą nazwą określa krystalizację cieczy przechłodzonych przez wprowadzenie w nie kryształku izomorficznego). Rolę zaszczepiania spełnia w stali materiał znajdujący się na granicy ziarn austenitu. Bardzo dobry perlit tworzy się w wypadku, gdy stygnięcie zatrzyma się w pobliżu krzywej przesylenia. Poniżej krzywej przesylenia krystalizacja odbywa się momentalnie nawet bez zaszczepienia. Przy odpuszczaniu zahartowanej stali nie zachodzą żadne zmiany krytyczne, ponieważ podczas procesu takiego ogrzewania występuje tylko wzrost ziarn ferrytu i skupianie się karbidu, które powodują tworzenie się sorbitu, a w dalszym ciągu cementytu (perlitu) kulkowego, bardziej lub mniej drobnego, w zależności od zastosowanej temperatury i czasu. Dzięki więc temu, że przy odpuszczaniu oddziela się ferryt równocześnie w wielu punktach (w zakresie metastabilnym), a więc nie tak swobodnie, jak przy wyżarzaniu normalizującym, tworzy się drobniejszy perlit, przez co wzrasta i wytrzymałość. Jeśli przez odpuszczanie otrzymamy również większą lub przynajmniej równą odporność na uderzenia, to własności stali będą lepsze. Badania przeprowadzone na stalach o zawartości węgla 0,15% do 1,5% wykazały, że najlepszą temperaturą odpuszczania, w której tworzy się drobny perlit kulkowy, jest dla stali małowęglowych 500°. (J. Orland. Iron and Steel Inst., odczyt wygłoszony na posiedzeniu październikowym, 1928). Z. J.

OBRÓBKA METALI.

Polerowanie masowe w bębnach kulowych.

Pod polerowaniem rozumiemy właściwie bardzo precyzyjne szlifowanie, mające na celu zatarcie rowków, pozostałych ze szlifowania zgrubnego przy użyciu coraz gładszych narzędzi polerujących; zdzieranie materiału następuje podczas polerowania w stopniu minimalnym. Używanie tarczy polerującej, przy produkcji masowej przedmiotów drobnych, jest kosztowne i zajmuje dużo czasu, to też w takich wypadkach tarczę zastępuje się bębnami wirującymi, napędzanymi pasami, w których ciałami polerującymi są trociny, skrawki skór, piasek, szmergiel i t. p. Polerowanie tą metodą trwa jednak bardzo długo, wymaga urządzeń znacznej wielkości, ponadto zaś nie daje powierzchni zbyt gładkiej i o dużej odporności przeciw rdzewieniu. Powyższe braki były przyczyną powstania bębnów kulowych, w których zasada polerowania jest całkiem odmienna i polega

na wciskaniu materiału w rowki, pozostałe po obróbce wstępnej, zapomocą wywierania dużego ciśnienia na powierzchnię polerowaną. Zgniatanie powierzchni metalu odbywa się przez uderzenia kul stalowych, zahartowanych i starannie polerowanych, umieszczonych wewnątrz bębna, łącznie z przedmiotami obrabianymi. Polerowanie w bębnach kulowych trwa znacznie krócej i daje gładką, lustrzaną powierzchnię. Po uprzednim starannym oczyszczeniu, polerowane mogą być w bębnach kulowych wszystkie drobne przedmioty, z najrozmaitszych metali, posiadające kształty okrągłe lub zaokrąglone, jak sworznie, nity, śruby (z niezbyt drobnym gwintem), kołki, łańcuchy, kule, pierścienie, przedmioty tłoczone i t. d. W polerowaniu tą metodą duże znaczenie przywiązuje się do wyboru odpowiedniej cieczy, ułatwiającej dokładne oczyszczenie polerowanych przedmiotów. Cieczą tą pierwotnie był roztwór mydła, obecnie jednak znajdują się w handlu specjalne preparaty „polerujące”, składające się głównie z kwasów oraz mydła. Ponieważ podczas polerowania następuje, chociaż w minimalnym stopniu, zdzieranie powierzchni metalu, ciecz przybiera z czasem zabarwienie, świadczące o zanieczyszczeniu jej cząsteczkami metalu, i winna być wówczas odnowiona, kule zaś i przedmioty polerowane — wymyte w czystej wodzie. Bębny do polerowania mają najczęściej kształt sześciokątnych graniastosłupów, zamkniętych szczelnymi pokrywami. Krótkie czopy, umieszczone w powierzchniach czołowych, podparte są w łożyskach; napęd odbywa się zazwyczaj zapomocą pasa. Średnicę bębna określa się według jakości polerowania, przyczem im większa jest ta średnica, tem większa jest wysokość, z jakiej spadają kule, a więc i nabyta przez nie w czasie spadku energia kinetyczna. Tak więc przy polerowaniu metali twardych, na których powierzchnie wywierac należy znaczne naciski, używane są bębny o dużej średnicy, i odwrotnie — dla metali i stopów miękkich — bębny o małej średnicy. Liczbę obrotów określa się stosownie do kształtu i ciężaru przedmiotów polerowanych, w każdym bądź razie materiał obrabiany nie powinien rozbiegać się po obwodzie bębna pod wpływem siły odśrodkowej. Przy polerowaniu masowym przedmiotów różnych kształtów, lecz z tego samego materiału, poleca się o tyle stosować bębny wielokomorowe, że oszczędza się wówczas na sortowaniu przedmiotów, przy polerowaniu zaś części z różnych materiałów bębny powinny być tylko wielokomorowe, w przeciwnym razie bowiem twardsze cząsteczki metalu wciskają się w miękkie powierzchnie, które ulegają zanieczyszczeniu. Średnice kul polerujących dobiera się w ten sposób, aby miały one dostęp do wszystkich elementów powierzchni polerowanego przedmiotu. Przy pracy z przedmiotami, posiadającymi głębsze wcięcia, stosuje się mieszaninę kul o różnych średnicach, względnie mieszaninę kul i wałeczków polerujących. Napełnienie bębna kulami i przedmiotami obrabianymi stanowi ok. $\frac{1}{4}$ jego objętości, stosunek zaś ciężarów kul polerujących i przedmiotów wynosi ok. 2:1. (M a s c h i n e n b a u, Nr. 7, 1929).

SPRAWOZDANIA I PRACE POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE L'ÉNERGIE

T R E Ś Ć :

Oznaczenie przepływu wielkiej wody w potokach, nap. Dr. Inż. A. Rożański, Profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego.
Sprawozdania z posiedzeń.

WARSZAWA

15 MAJA
1929 R.

SOMMAIRE:

Determination du débit maximum des petits cours d'eau, par M. A. Rożański, Dr., Ing., Professeur à l'Université de Cracovie.
Compte - rendus des séances.

Oznaczenie przepływu wielkiej wody w potokach*).

Napisał Dr. Inż. A. Rożański, Prof. Uniwersytetu Jagiellońskiego.

I.

Projektując budowle wodne, a zwłaszcza melioracyjne, a nawet niektóre lądowe, często wypada nam oznaczenie przepływu wielkiej wody w ściekach o małym dorzeczu. Nazwijmy je tutaj potokami.

Znajomość tego przepływu jest nam potrzebna przy obliczeniu światła jazów, mostów, przepustów, śluz, przy projektowaniu bulwarów i wałów ochronnych, przy wyznaczaniu przekrojów rowów osuszających i potoków regulowanych i t. d. Tymczasem właśnie nad ściekami o małych dorzeczach niema najczęściej wodoskazów, niema pomiarów hydrometrycznych z szeregu lat i wogóle brak danych szczegółowych potrzebnych do oznaczenia przepływu wielkiej wody. Koszty zaś nieco więcej szczegółowych badań są zbyt wielkie w stosunku do kosztów całej budowy i wymagają dłuższego czasu tak, iż najczęściej nie można na nie czekać. Z konieczności więc zadawałamy się tylko oszacowaniem wartości wielkiej wody potoków, posługując się praktycznymi formułami i tabelami. Chodzi tylko o to, aby wartości oszacowane nie odbiegały niepomiernie od rzeczywistości i nie narażały nas potem na dotkliwie szkody.

Formuł tych i tabel jest bardzo wiele, są one mniej lub więcej zawiłe i dają niestety bardzo różne wartości.

W niniejszym referacie pragnę zastanowić się nad racjonalnym kształtem formuły, podającej wartość wielkiej wody potoków z dokładnością wystarczającą dla projektów technicznych.

Aby uniknąć nieporozumienia, wyjaśniamy, że przez katastrofalną wielką wodę (Q_1) rozumiemy największą wielką wodę, i to nietylko taką, która się trafiła dotąd w dłuższym szeregu lat, ale taką, której możemy się spodziewać w najbliższej przyszłości, po uregulowaniu ścieków danego dorzecza. Formuły obecnie używane rozumieją przez katastrofalną wielką wodę tylko wodę, która się może trafić w istniejących stosunkach hydrologicznych dorzecza. To też często się zdarza, że wielka woda, przyjęta w projekcie regulacji danego potoku, okazuje się po regulacji potoku za małą.

Często w projektach technicznych zadawałamy się mniejszą wartością wielkiej wody, a miano-

wicie średnią z największych wód z szeregu lat (Q_2).

Katastrofalną wielką wodę stosujemy przy projektowaniu bardzo ważnych i kosztownych obiektów, gdyż przyjęcie tam średniej wielkiej wody powodowały wielkie, choć rzadziej trafiające się szkody w samym obiekcie lub w innych ważnych urządzeniach, jak drogi żelazne, lub wreszcie zniszczenie pól rolnych na wielkich obszarach. Stosujemy więc katastrofalną wielką wodę w obliczeniach ważnych jazów i mostów, obwałowań rzek, kanalizacji miast, przegród dolin i t. d. W obliczeniach zaś rowów na łąkach i mniej kosztownych polach i t. p. wystarczy użyć wartości średniej wielkiej wody.

Referat niniejszy ograniczamy do badań nad katastrofalną wielką wodą potoków (Q_1).

Co do wielkości dorzecza, zajmiemy się ściekami o małych dorzeczach, o powierzchni kilku do kilkudziesięciu km^2 . Dla takich dorzeczy formuły dają właśnie bardzo niedokładne wartości.

Często także projektujemy się budowle na wodę, która się trafia w określonym szeregu lat. Pomimo to należy — uważam — zdać sobie sprawę z wielkości katastrofalnej powodzi, aby odpowiednio do niej zabezpieczyć budowlę przed zniszczeniem.

II.

Przypatrzmy się najpierw budowie formuł i tabel obecnie używanych.

Przedewszystkiem podają one, jak to wyżej wspomniałem, wartość największej wody, jaka się może trafić w istniejących stosunkach hydrologicznych danego dorzecza.

Wszystkie formuły i tabele podają słusznie spływ w 1 km^2 dorzecza w m^3/sek , pomnożony przez wielkość powierzchni dorzecza (angielskie i amerykańskie w stopach sześciennych na sek z 1 mili kwadr.).

Nadto wiele z nich wprowadza, oprócz wspomnianej wielkości dorzecza w pierwszej potędze, też wielkości z wykładnikiem różnym od jedności (Kresnik¹⁾, Lauterburg²⁾, Bürkli-Ziegler³⁾),

¹⁾ Oesterr. Ing. u. Arch. Kalender.

²⁾ Lauterburg: Anleitung zur Berechnung der (mitteleuropäischen) Quellen- und Stromabflussmengen aus der Regenmenge, Grösse und Beschaffenheit der Quellen und Flussgebiete. Wiener Allg. Bauzeitung 1887.

³⁾ Bürkli-Ziegler: Grösste Abflussmengen bei städtischen Abzugskanälen. Zurich, 1880.

*.) Referat zgłoszony przez PKEn na Zjazd sekcyjny WKEn w Barcelonie w h. m.

McMath, Brix, Mairich, Adams, Craig, Dredge, Dickens, Fanning ⁴⁾, Specht ⁵⁾, Fuller ⁶⁾, Pareński ⁷⁾, Van Kooten ⁸⁾.

Wiele z tych formuł i tabel uwzględnia długość dorzecza, jako jeden z głównych czynników retencyjnych (Köstlin ⁹⁾, tabela bawarska kolei saskich ¹⁰⁾, kolei polskich ¹¹⁾, Craig, Dredge, Polskie Minist. Rob. Publ., Van Kooten, form. II i III).

Wpływ opadów atmosferycznych jest najrozmajaciej uwzględniany. Jedne z formuł zawierają średni opad roczny (Iszkowski ¹²⁾, Cramer ¹³⁾, Van Kooten, form. III a i b), inne największy opad całodzienny (Pfeiffer ¹⁴⁾, inne największy opad sekundowy (Bürkli - Ziegler, McMath, Brix, Mairich, Adams), inne największy opad w pewnym czasie (Pascher ¹⁵⁾, Specht, Van Kooten, form. I i II), inne wreszcie nie zawierają wprost opadu atmosferycznego, ale współczynniki uwzględniające go mniej lub więcej (Kresnik, Lauterburg, Köstlin, tabela bawarska, kolei saskich, kolei polskich, Minist. Rob. Publ., Pareński, Fuller).

Niektóre z nich zawierają spad terenu (Cramer) lub tylko współczynniki zależne od stromości terenu (Iszkowski, Lauterburg, tabela bawarska, kolei saskich, Köstlin, Specht, Polskie Min. Rob. Publ.).

Wreszcie wiele z nich zawiera współczynniki charakteryzujące przepuszczalność terenu, szatę roślinną i t. p. warunki przyrodzone dorzecza, wpływające na objętość przepływu wielkiej wody.

Interesujące założenie przyjmuje Fuller. Według niego objętość przepływu wielkiej wody zależy także od ilości lat w uważanym okresie czasu. Ponieważ jednak katastrofalna wielka woda, a nawet woda z większego okresu czasu może się trafić zaraz po wykonaniu budowli, przeto tego rodzaju założenie nie dogadza nam w rozważanej kwestji.

Również częstotliwość większa lub mniejsza jest dość obojętna dla naszego celu.

Są oczywiście liczne próby ustalenia racjonalnego sposobu szacowania objętości przepływu wiel-

kich wód potoków, uwzględniające w większym lub mniejszym stopniu czynniki przyrodzone, wpływające na wielką wodę.

Z pomiędzy wielu takich prób zasługują na uwagę rozważania Rychtera ¹⁶⁾, Frühlinga ¹⁷⁾, Horáka ¹⁸⁾, Pomianowskiego ¹⁹⁾.

Godna uwagi jest także metoda oznaczenia wielkiej wody podana przez Klunzingera ²⁰⁾, polegająca na wykreśleniu stref jednoczesnego spływu wody w ściekach. Trudności stosowania tej metody wpaśnia prof. Rychter ²¹⁾.

Naogół wspomniane wyżej formuły i tabele przepływu wielkiej wody są dość proste, bo o to chodzi praktyce, ale też im formuła jest prostsza, tem oczywiście może mieć mniej pretensji do dokładności.

III.

Zajmijmy się teraz głównymi czynnikami przyrodnymi, które mają wpływ na objętość katastrofalnej wielkiej wody, a więc przedewszystkiem wpływem opadu atmosferycznego.

Trafnie rozróżnia Rychter ²²⁾ opady, które mogą spowodować wezbranie potoku na deszczę nawalne, deszczę długotrwałe i opady zimowe, topniejące na wiosnę.

Z uwagi na cel niniejszej pracy, rozpatrzmy najpierw warunki i rozmiary deszczów nawalnych oraz ich skutki.

Deszcz nawalny powstaje, jak wiadomo, w czasie burzy, to jest w czasie krótkotrwałego silnego wiatru. Burze przenoszą się z miejsca na miejsce podobnie jak cyklony i często są podporządkowane cyklonom, ale co do szerokości i długości drogi nie mogą się równać z cyklonami. Rudzki dzieli burze na 2 klasy ²³⁾. Do pierwszej klasy zalicza burze, w czasie których zmieniają pozycję dwie masy powietrza położone jedna nad drugą. Tu należą zwykłe burze ciepłe, które tylko przerywają stałą pogodę, są unoszone wiatrem i ciągną stosunkowo wąskimi pasami. Tu także należy zaliczyć burze towarzyszące cyklonom i zdarzające się w Europie środkowej, gdy środek cyklonu przechodzi przez Europę północną. Te ostatnie burze rozpoczynają zmianę pogody i po nich padają deszcze długotrwałe. Ciągną one szerokim pasem.

Do drugiej klasy zalicza się burze, w czasie których dwie masy powietrza pierwotnie obok siebie położone układają się nagle jedna nad drugą. Burzom tym towarzyszy deszcz, ewentualnie śnieg, ale jeżeli powietrze ciepłe zostanie podniesione do wysokości mniejszej, niż ta, w której następuje kondensacja pary wodnej, to wtedy niema opadów i mamy „suchą burzę”. Burze II klasy mogą być także związane z cyklonami, idą szerokim frontem, są krótkie i gwałtowne.

¹⁶⁾ J. Rychter: Roboty wodne. I. Lwów, 1894.

¹⁷⁾ A. Frühling: l. c.

¹⁸⁾ Dr. Jan Horák: Stanoveni najvetsiho odtoku pri valovych destu pro upravy toku. — Technicky Obzor. Praha, 1912.

¹⁹⁾ K. Pomianowski: Obliczenie wód burzowych w małych dorzeczach — Przegląd Techniczny, 1913.

²⁰⁾ Klunzinger, Beitrag zur Lösung der Aufgabe, aus dem Verlauf eines Niederschlags den Verlauf des Hochwassers zu bestimmen, erläutert an dem Beispiel des Wienflussgebietes, Wochenschr. d. österr. Ing. u. Arch.-Ver. 1882.

²¹⁾ Rychter: l. c. i Klunzinger l. c.

²²⁾ Rychter, l. c.

²³⁾ Dr. M. P. Rudzki: Zasady Meteorologii, Warszawa, 1917.

⁴⁾ A. Frühling: Anlagen zur Abführung der Brauch- und Regenwässer. Handb. d. Ing.-Wissensch. III, 4, Wyd. 4.

⁵⁾ Adolf Specht: Berechnung der grössten sekundl. Hochwassermengen aus dem Niederschlagsgebiet und der Anlaufzeit der Flutwelle, Deutsche Bauzeitung, Berlin 1905, Ten sam: Grösste Regenfälle in Bayern und ihre Verwertung zu Hochwasser-Berechnungen. Monachjum, 1915.

⁶⁾ W. E. Fuller: Flood Flows. Transactions of the American Society of Civil Engineers, 1916.

⁷⁾ Dr. Inż. Aleks. Pareński: Obliczenie objętości wielkiej wody. Czasop. Techn. 1925.

⁸⁾ F. H. Van Kooten: Eenige empirische methoden tot het berekenen van den maximum afvoer eener rivier mit de grootte van den regenval, Amsterdam, 1927.

⁹⁾ Köstlin, Über die Bestimmung der Objektsweiten aus dem Niederschlagsgebiet. Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch.-Ver. 1868.

¹⁰⁾ I. F. Bubendey: Praktische Hydraulik. Handb. der Ing.-Wiss., Cz. III, t. I. 1911.

¹¹⁾ Prof. Dr. M. Matakiewicz: Pomiaru wodne, Podręcznik Inżynierski prof. Dra Bryły, Lwów — Warszawa. 1926.

¹²⁾ R. Iszkowski: Beitrag zur Ermittlung der Niedrigst-Mittel- und Höchstwassermengen auf Grund kernzeichnender Merkmale der Flussgebiete. Zeitschr. der österr. Ing. u. Arch.-Ver. 1886.

¹³⁾ E. Cramer: Die Grössten Abflussmengen in Flüssen, Bächen und städtischen Entwässerungskanälen. Centralblatt der Bauverwaltung, 1893.

¹⁴⁾ Dr. Ing. Pfeiffer: Bachverbesserungen in Württemberg. Der Kulturtechniker, zes. Nr. 4 z r. 1923.

¹⁵⁾ Carl Pascher: Die Bestimmung der grössten Hochwasser-Abflussmenge mit Hilfe der ombrometrischen Daten, unter besonderer Rücksichtnahme auf den Wienfluss. Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch.-Ver. 1892.

Burze przenoszą się z 2 przyczyn. Jedną z nich jest, jak to już wspomnieliśmy, wiatr. Drugą jest okoliczność, że owo przetasowanie warstw powietrza nigdy nie odbywa się jednocześnie w całym obszarze; zawsze zaczyna się w jednym miejscu i stąd dopiero rozszerza się dalej, a tak samo kończy się w jednych miejscach wcześniej, a w drugich później.

Z powyższego wynika, że deszcze nawalne obejmują naogół mniejsze obszary, mają niejednostajne natężenie, przyczem krzywe równych natężeń mają kształt eliptyczny z centrum o największym natężeniu w kształcie owalnym. Dalej, im deszcz nawalny ma większe natężenie w centrum, tem krócej trwa i tem mniejszy obejmuje obszar.

Bardzo ważną dla naszego celu jest kwestja, czy i jaki związek zachodzi między wielkością deszczu nawalnego a średnim opadem rocznym w danej okolicy lub największym dziennym. Gdyby bowiem związek taki istniał, możnaby w formułach na przepływ wielkiej wody zastąpić deszcz nawalny średnim rocznym opadem lub największym deszczem dziennym w danej okolicy.

Na podstawie licznych obserwacji Hellmann stwierdza²⁴⁾, że w Niemczech pobraże morskie, wilgotne prowincje północno - zachodnie i okolice górskie środkowych Niemiec są względnie ubogie w deszcze nawalne, podczas gdy w posusznych dolinach (Odry, Saali, Wezery, Renu), jak również na podgórzu, szczególnie po stronie wietrznej, deszcze nawalne występują jak najczęściej. Na Śląsku stacje nizinne wykazują znacznie częściej największe opady krótkotrwałe, niż stacje górskie, gdzie właśnie największe opady dziennie się trafiają. Co do Poznańskiego oraz Prus Zachodnich i Wschodnich, zauważył Hellmann, że stacje wewnątrz kraju położone wykazują znacznie więcej największych deszczów krótkotrwałych, niż stacje położone na wybrzeżu morskiem, gdzie silne deszcze burzowe są rzadkie.

Co do Bawarii skonstatował Dr. Haeuser²⁵⁾, że deszcze nawalne trafiają się najczęściej na przedgórzu alpejskiem, potem w Alpach i na wyżynie szwabsko-bawarskiej, potem w Górach Średnich, a najrzadziej występują w pagórkowatej i nizinnej Bawarii Północnej, oraz w Palatynacie Nadreńskim.

Dr. Horák stwierdził²⁶⁾ co do Moraw, że nie ma tam żadnego związku między natężeniem deszczów nawalnych a średnim rocznym opadem,

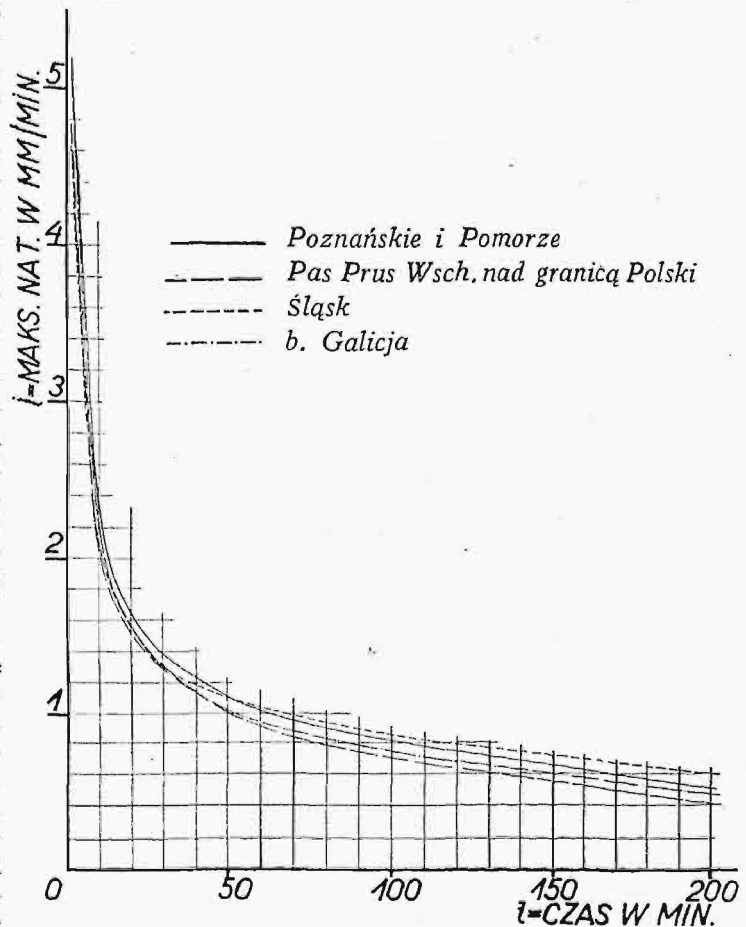
²⁴⁾ Prof. Dr. G. Hellmann: Die Niederschläge in den Norddeutschen Stromgebieten, Berlin, 1906. Ten sam: Regenkarte der Provinz Schlesien, Berlin, 1899. Ten sam: Regenkarten der Provinzen Westpreussen und Posen, Berlin, 1912. Ten sam: Regenkarten der Provinz Ostpreussen, Berlin, 1911.

²⁵⁾ Dr. Josef Haeuser: Kurze, starke Regenfälle in Bayern, Ihre Ergiebigkeit, Dauer, Intensität, Häufigkeit und Ausdehnung, Monachjum, 1919. Ten sam: Kurze, starke Regenfälle in Bayern I. Ergänzungsband, Monachjum, 1922. Ten sam: Der Gewitterregen vom Nachmittage des 11.5 1910, Monachjum 1912. Ten sam: Der Wolkenbruch in Augsburg und Umgebung, am 13.6 1912, Monachjum 1914. Ten sam: Wolkenbruch in Nürnberg und Umgebung, am 3.7 1914, Monachjum 1917. Dr. Ferdinand Kocconrek, Dr. Jan Novotny, Ing. Jan Dejmek: Katastrofální dest a povodne dne 11 srpna 1925 v Cechach, Praga, 1926.

²⁶⁾ Dr. Horák l. c.

a zatem i wzniesieniem nad poziomem morza.

W rocznikach hydrograficznych b. Galicji są podawane deszcze nawalne z kilku stacyj meteoro-



Rys. 1. Wykres zależności czasu trwania od max. natężenia deszczów nawalnych.

logicznych, mających ombrografy. Porównując obserwacje za lata 1901—1910, widzimy, że natężenie deszczów nawalnych nie zależy ani od wzniesienia nad poziom morza, ani od wielkości rocznego opadu, lub miesięcznego, lub nawet dziennego. Tak np. Łówcza (Tanew) o wznies. 291 m n.p.m. i średnim opadzie rocznym 736 mm wykazywała deszcze nawalne o natężeniu 2.5 mm/min, również jak Wisła Czarna (Wisła) o wznies. 510 m n.p.m. i śr. op. 1273 mm i Rajcza (Soła) o wznies. 490 m i śr. op. 1184 mm, a tylko Brzanówka - Zasadnia (Biały Dunajec) o wznies. 915 m i śr. op. 1278 mm, miała deszcz o natężeniu 5 mm/min. Stacja Przemysłany (Gniła Lipa) o wznies. 304 m i śr. op. 640 mm wykazała największy deszcz o natężeniu 5 mm/min, gdy Wyżłów (Stryj) o wznies. 820 m i śr. op. 1010 mm tylko 2,5 mm/min. W roku 1910 na stacji Wisła Czarna deszcz nawalny o natężeniu 2,5 mm/min trafił się w dn. 26/6; w tym dniu było opadu 29,8 mm, a w tym miesiącu 148 mm, zaś największy opad dzienny w tym roku był w dn. 4/5 (54,9 mm), opad w maju (214 mm), a największy opad miesięczny w lipcu (235 mm).

Na stacji Wyżłów w r. 1902 były deszcze normalne o natężeniu 2.5 mm/min w dn. 2/7 i 3/8 o opadach dziennych 27,7 i 22,5 mm, gdy w tym roku największy opad miesięczny był w maju (203 mm), a największy opad dzienny w dn. 13/9 (38 mm) opad zaś w lipcu wynosił 156 mm, w sierpniu: 127 mm, we wrześniu 99 mm.

Na stacji Łowcza w dniu 21/5 1926 był deszcz nawalny o natężeniu 2,5 mm/min, w tym dniu było opadu 23,5 mm, w maju 76 mm, gdy 8/6: 33,9 mm i w czerwcu 158 mm.

Z powyższego przedstawienia jest widoczne, że trudno jest ustalić jakiś związek między natężeniem deszczów nawalnych a wielkością opadu średniego rocznego, największego miesięcznego lub dziennego.

Jak stwierdzają obserwacje, deszcze nawalne trafiają się przeważnie w lecie (maj — wrzesień). Hellmann stwierdza, że w Niemczech 80% tych deszczów przypada na lato; zestawienia jego deszczów nawalnych na Śląsku, w Poznańskim, Prusach Zachodnich i Wschodnich wykazują te deszcze tylko w miesiącach od maja do września. Również zestawienia D-ra Haeusera wykazują deszcze nawalne w Bawarii prawie tylko w tych miesiącach. Również na Morawach padały według Dr. Horaka deszcze nawalne tylko w tych miesiącach. W b. Galicji wykazały stacje ombrometryczne deszcze nawalne również w miesiącach letnich (maj — sierpień).

Zatem wylewy, spowodowane deszczami nawalnymi, przypadają na miesiące letnie, i z tego powodu mogą być bardzo szkodliwe dla rolnictwa.

Do deszczów nawalnych (Platzregen) zaliczył Hellmann²⁷⁾ deszcze, których natężenie na minutę jest mniejsze, niż podane niżej wartości, gdy deszcz trwa

1 — 5 min	2 mm
6 — 15 "	1,60 "
16 — 30 "	1,20 "
31 — 45 "	1,00 "
46 — 60 "	0,80 "
61 — 120 "	0,60 "
121 — 180 "	0,45 "
180 "	0,30 "

Dla naszego celu ważne jest zagadnienie związku między natężeniem deszczów nawalnych, czasem trwania, rozkładem natężenia tych deszczów i wielkością obszaru zajętego przez nie.

Co do związku między natężeniem deszczów nawalnych a czasem ich trwania, to, jak już wyżej powiedzieliśmy, im natężenie ich jest większe, tem krócej trwają.

Na podstawie obserwacji, Hellmann wykreślił krzywą tego związku dla Niemiec²⁸⁾ następującego kształtu:

$$i = -0,311 + \frac{3,522}{\sqrt[3]{t}}$$

gdzie i oznacza maksymalne natężenie deszczów w mm/min, a t czas trwania w min.

Krzywe wspomnianego związku dla poszczególnych prowincji mają ten sam kształt, co podana wyżej krzywa dla całych Niemiec.

Według Dra Haeusera krzywa tego związku dla Bawarii nakrywa się z krzywą Hellmanna, po-

mimo różnic klimatycznych między północnymi a południowymi Niemcami. Również krzywe wyznaczone dla poszczególnych prowincji Bawarii, różnych pod względem terenowym i klimatycznym, a nawet dla pojedynczych miejscowości zgadzają się z krzywą dla całej Bawarii.

Według Dra Horaka również dla Moraw jest krzywa Hellmanna ważna.

Celem zbadania tych stosunków w Polsce, o ile materiały obserwacyjne na to pozwolą — przyjąłem za podstawę kształt krzywej Hellmanna, a mianowicie:

$$i = a + \frac{b}{\sqrt[3]{t}}$$

Stosując teorię najmniejszych kwadratów, wyznaczyłem wartości dla poszczególnych a i b dla deszczów nawalnych w Poznańskim i na Pomorzu (1890 — 1909), w części Prus Wschodnich w pobliżu obecnej granicy Polski (1889 — 1908), tudzież na Śląsku (1888 — 1897) ze stacji na obszarze obecnym Polski i tuż poza granicą Polski na podstawie obserwacji, podanych przez Hellmanna²⁹⁾, wreszcie dla Małopolski na podstawie danych, zawartych w Rocznikach Hydrograficznych za lata 1901 — 1910. Przytem przyjąłem wyżej podaną granicę dolną natężenia deszczu.

Szczególne wspomnianych obliczeń podaję w załączniku (załącznik 1).

Obliczenia te dały następujące wyniki:

Poznańskie	$a = -0,400$	$b = +5,576$
Prusy Wschodnie (w pasie nadgranicznym)	$a = -0,512$	$b = +5,640$
Śląsk (w granicach Polski i w pasie nadgranicznym)	$a = -0,187$	$b = +4,829$
b. Galicja	$a = -0,365$	$b = +5,143$

Krzywe powyższe są przedstawione na rys. 1, a wynik na dołączonej tabeli:

Czas trwania deszczu t w min.	Natężenie deszczu i w mm na min.				
	P o l s k a				Niemcy Północne
	Poznańsk. i Pomorze	Nad granicą w Prusach Wschodn.	Śląsk	Małopol.	
1	5,18	5,13	4,64	4,78	3,21
5	2,86	2,79	2,64	2,69	1,75
15	1,86	1,77	1,77	1,72	1,11
30	1,39	1,32	1,36	1,29	0,82
45	1,17	1,07	1,17	1,08	0,67
60	1,02	0,93	1,04	0,95	0,58
120	0,73	0,63	0,79	0,68	0,40
180	0,59	0,49	0,67	0,55	0,31

Jak widzimy, współczynniki te dla Polski nie odbiegają bardzo od siebie dla różnych połaci kraju.

We Lwowie i Łodzi znaleziono (do projektów kanalizacji) następujące czasy trwania deszczów nawalnych³⁰⁾:

²⁹⁾ Hellmann: Regenkarten dr. Provinzen Schlesien, Westpreussen und Posen, Ostpreussen, j. w.

³⁰⁾ Dr. Romuald Rosłoński: Kanalizacja miast. Podręcznik inżynierski prof. Dr. Bryły, 1928.

²⁷⁾ Hellmann: Regenkarten der Provintz Ostpreussen. W poprzednich publikacjach Hellmanna granica natężenia była o połowę, a nawet jeszcze niższa. Idąc za Hellmannem, stosujemy jako jednostkę czasu minutę, a nie godzinę, z uwagi na to, że przeważnie deszcze nawalne trwają krócej, niż 1 godzinę.

²⁸⁾ Hellmann. Die Niederschläge in der Norddeutschen Stromgebieten.

Czas <i>t</i> min.	Natężenie deszczu <i>i</i> w mm na min.	
	Lwów	Łódź
20	1,20	0,96
30	1,02	0,84
45	0,84	0,66
60	0,72	0,60
120	0,51	0,42
150	0,45	0,39

zatem znaleziono tam krótsze czasy trwania deszczów niż w podanej przez nas wyżej tabeli. Pochodzi to zapewne stąd, że obserwacje zaczyna się robić dopiero w czasie studjów do projektu kanalizacji, trwają więc zbyt krótko.

Różnica między natężeniem deszczów w Polsce a w Niemczech pochodzi stąd, że do obliczenia wartości dla *a* i *b* wprowadził Hellmann natężenia deszczu o dolnej granicy niższej o połowę od podanej przez nas wyżej i później przez niego stosowanej, o czym już wspomnieliśmy.

Zauważyliśmy już, że natężenie deszczu nawalnego maleje od centrum ku krańcom obszaru zajętego przez deszcz.

Früling³¹⁾ przyjmuje, że zmniejszenie to następuje według paraboloidy obrotowej, aż do połowy wartości natężenia. Horak³²⁾ przyjmuje również paraboloidę o parametrze zależnym od wielkości natężenia, a krańcowe natężenie deszczu równe około 1/3,5 natężenia maksymalnego. Pomianowski³³⁾ przyjmuje także paraboloidę obrotową, a przy natężeniu równym zeru zasięg nieskończenie wielki.

Są to założenia całkiem dowolne i niezgodne ze stanem faktycznym. Już przyjęcie bryły obrotowej nie odpowiada prawdzie, jak to jest widoczne z przedstawionego wyżej przebiegu burz, wywołujących deszcze nawalne, i wykresów opadów.

Jak natężenia maleją, można powiedzieć tylko na podstawie obserwacji. Niestety, jest ich wogóle bardzo mało. Ciekawe zestawienia czasów trwania deszczów nawalnych, zasięgu natężeń średnich i maksymalnych, stosunku pierwszych do drugich i wielkości opadu oraz wykresy opadów podaje Haeuser³⁴⁾ na podstawie licznych obserwacji deszczów nawalnych w Bawarii za lata 1899 — 1920.

Z odnośnych zestawień wyjąłem największe opady (*p* w $m^3/s, km^2$) i odnośne maksymalne natężenia tychże (*i* w mm na min). Jeżeli odetniemy wartości natężeń deszczów na osi *x*-ów, a wielkość opadu w m^3 na sekundę z km^2 na osi *y*-ów, to największe opady ogranicza linja krzywa, dająca się zastąpić wcale dobrze dwiema linjami prostymi, t. j. linją prostą dla *i* poniżej 1,86 mm o kształcie (rys. 2):

$$p = 16,6 \times i,$$

a powyżej $i = 1,86$ mm o tym samym kształcie lub może lepiej o kształcie:

$$p = 13,8 \times i + 5,2.$$

Ogólnie możemy napisać

$$p = \alpha \cdot i, \text{ względnie } p = \alpha_1 \cdot i + \alpha_0.$$

Jeżeli teraz przejdziemy do związku między maksymalnym natężeniem deszczu nawalnego a obszarem przez niego zajęтым, to z licznych obserwacji bawarskich opublikowanych przez Haeusera³⁵⁾ wyjąłem największe powierzchniennie zajęte przez deszcz o danym natężeniu maksymalnym i przedstawiłem je wykresnie (rys. 3).

Obwiednia największych obszarów daje się przedstawić dość dobrze krzywą:

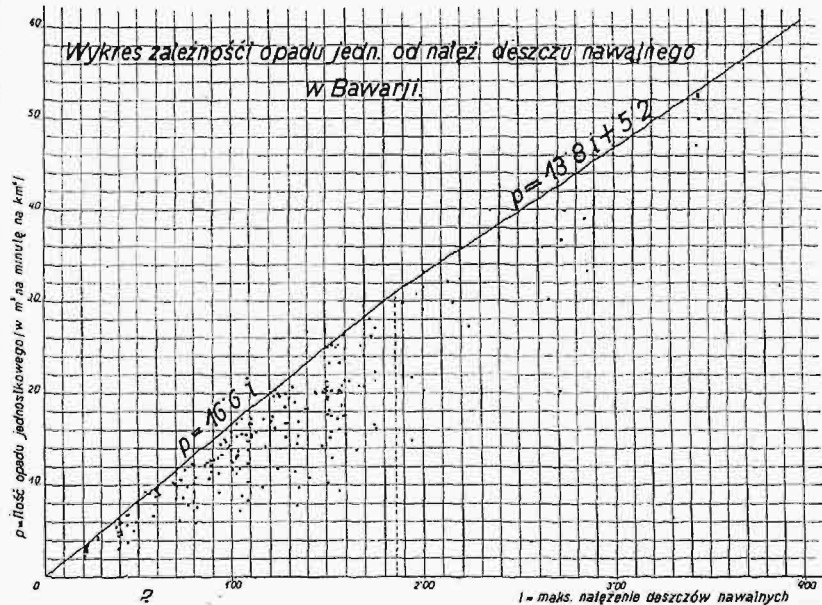
$$(5 - i)^3 = 0,2 A,$$

czyli: $i = 5 - \sqrt[3]{0,2 A}$, lub $A = \frac{(5 - i)^3}{0,2}$,

gdzie *i* = maksymalne natężenie w mm na min, a *A* = zasięg w km^2 .

Wielkości obszaru, zajętego przez deszcze nawalne na Morawach, podane przez Dra Horaka³⁶⁾ da się również otoczyć dobrze krzywą powyższą (rys. 4). Ogólnie możnaby napisać

$$i = 5 - \sqrt[3]{\beta A} \text{ lub } A = \frac{(5 - i)^3}{\beta}.$$



Rys. 2. Wykres zależności opadu jedynkowego od natężenia deszczu nawalnego w Bawarii.

Dr. Haeuser wykreślił linje opadów (w m^3/sek i km^2) w układzie, którego odcięte stanowią czasy trwania deszczów, a rzędne obszary w km^2 . Dla krzywych tych nie wyznaczono formuł matematycznych. Dla naszego celu wydaje mi się postępowanie przedstawione przezemnie odpowiedniej-
szym.

Przejdziemy teraz do deszczów długotrwałych. Deszcze wpływają decydująco na wielkość średniego opadu rocznego; to też wielkość jego może nam charakteryzować wielką wodę — ale na takich ściekach, gdzie deszcze długotrwałe dają większą wodę, niż deszcze nawalne, o czym niżej mówimy. Opady zaś zimowe, topniejące na wiosnę, dają u nas wielką wodę na

³¹⁾ Frühling l. c.

³²⁾ Horak l. c.

³³⁾ Pomianowski l. c.

³⁴⁾ Haeuser, l. c.

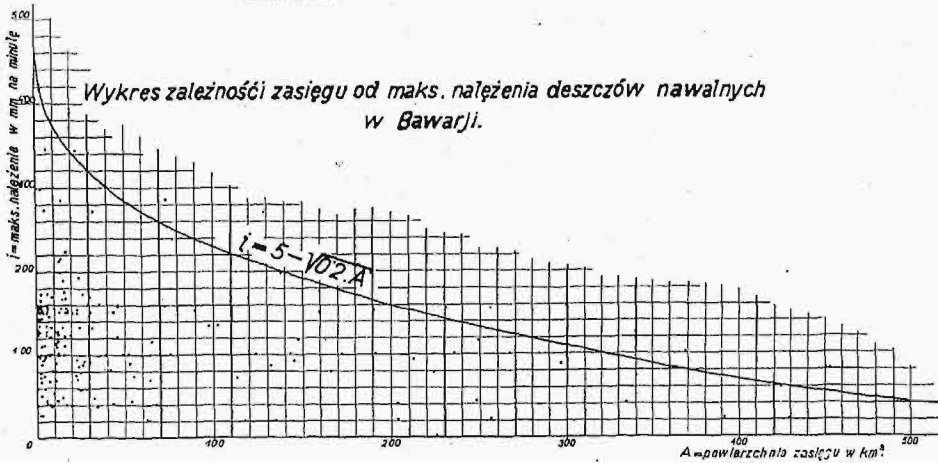
³⁵⁾ Dr. Haeuser l. c.

³⁶⁾ Dr. Horak l. c.

dzikich potokach w Karpatach oraz na wielkich rzekach w dolnym biegu.

Co do pierwszych ścieków, brak danych statystycznych uniemożliwia wydanie sądu; przypuszczam, że nie dają większej wody, niż deszcze nawalne. Drugie zaś rzeki nie są przedmiotem niniejszej pracy.

Ważne pytanie przychodzi do rozstrzygnięcia, a mianowicie, który opad ze wspomnianych wyżej da największą wodę na małych ściekach. Zale-



Rys. 3. Wykres zależności zasięgu od max. natężenia deszczów nawalnych w Bawarii.

ży to przede wszystkim od wielkości dorzecza i kształtu dorzecza, od spadków terenu, wreszcie od stopnia szorstkości jego, więc od szaty roślinnej. Naogół im mniejsze dorzecze, tem prawdopodobniejsze, że deszcz nawalny da większą wodę, niż deszcz długotrwały. Dorzecza o powierzchni kil-

ku, kilkunastu km^2 dostają największą wodę z deszczów nawalnych, dorzecza od stu km^2 wzwyż — raczej z deszczów długotrwałych. Dla dorzeczy o wielkości pośredniej należy, moim zdaniem, policzyć wielką wodę dla obu rodzajów deszczów i wziąć wynik większy. Ponieważ deszcze nawalne nie decydują o wielkości średniego opadu rocznego — jak to już wyżej uzasadniliśmy, więc formuły, zawierające wielkość średniego rocznego opadu, mogą dać dobre rezultaty tylko tam, gdzie wielką wodę wywołują deszcze długotrwałe, a nie nawalne. Odczu-

wał to Iszkowski; to też zaleca on³⁷⁾ dla dorzeczy nizinnych do 100 km^2 , a dla dorzeczy pagórkowatych i górskich do 300 km^2 przyjmować opad roczny równy conajmniej 1 m, choćby był faktycznie niższy. Mimo to dla bardzo ma-

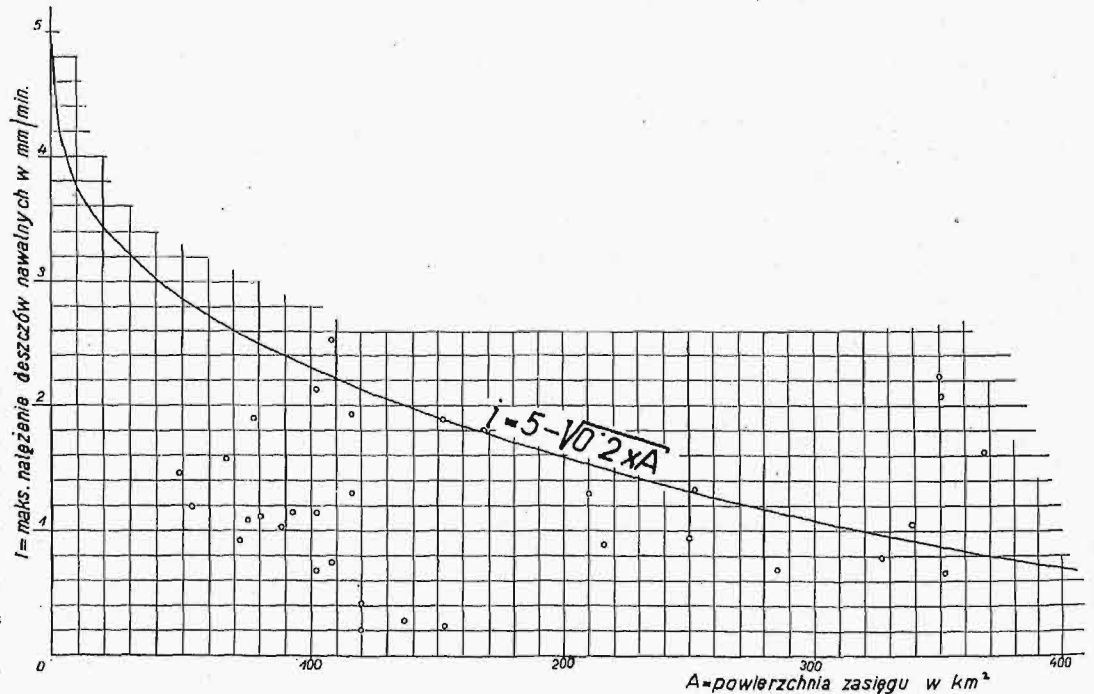
łych dorzeczy formuła jego daje wartości bardzo znacznie mniejsze, niż się trafiają.

Z deszczów nawalnych, ten daje z reguły największą wodę, który trwa tyle czasu, ile wynosi czas potrzebny na przepływ wody od najdalszych punktów dorzecza aż do punktu uważanego, jeżeli dorzecze jest jednostajnie szerokie i równomierne pod względem spadów, szaty roślinnej i przepuszczalności gruntu. Jeżeli jednak szerokość dorzecza nagle się zmienia, zwłaszcza jeżeli w pewnym miejscu jest bardzo szerokie, a dalej wąskie, jeżeli spady, szata roślinna i przepuszczalność są bardzo zmienne, to wynik może być inny, i w tych razach należy wyznaczyć zlewnię czynną, dającą największy spływ. Wiadomo, że w dorzeczu nawet dość jednostajnym jest bardzo trudno oznaczyć czas przepływu wody poprzez całe dorzecze bez obserwacji na miejscu wielkiej wody, a wszelkie przyjęcia średniej chyżości wody dla całego ścieku lub dla poszczególnych części jego polegają na wielkiej dowolności.

W tym względzie należałoby przeprowadzić studia na większej liczbie potoków, aby móc wyprowadzić ogólne wnioski.

IV.

- A. Objętość wielkiej wody wywołanej deszczem nawalnym. Dla dorzecza jednostajnego w sensie wyżej



Rys. 4. Wykres zależności zasięgu od max. natężenia deszczów nawalnych na Morawach.

opisanym, czas trwania deszczu należy przyjąć równy czasowi przepływu wody poprzez całe dorzecze, względnie nieco większy, jak to niżej wyjaśniamy. Czas przepływu wody (w minutach)

$$T = \frac{L_1}{60 v_1} + \frac{L_2}{60 v_2} + \frac{L_3}{60 v_3} + \dots$$

³⁷⁾ Iszkowski l. c.

gdzie L_1, L_2, L_3, \dots są długościami w km poszczególnych odcinków ścieku i $L_1 + L_2 + L_3 + \dots = L$, gdzie L jest długością (w km) całego ścieku od górnych końców dorzecza aż do miejsca uważanego, zaś L_1, L_2, L_3, \dots są prędkości wody w odnośnych odcinkach ścieku.

Przyjawszy

$$\frac{1}{60 \cdot k_1 w_1^{2/3} I^{1/2}} = \gamma_1, \quad \frac{1}{60 \cdot k_2 w_2^{2/3} I^{1/2}} = \gamma_2,$$

$$\frac{1}{60 \cdot k_3 w_3^{2/3} I^{1/2}} = \gamma_3, \dots$$

gdzie

k_1, k_2, k_3, \dots są współczynnikami w formule na chyżość wody w ścieku naturalnym, W_1, W_2, W_3, \dots są głębokościami w ścieku (w m),

I_1, I_2, I_3, \dots są spadami wody — można napisać:

$$T = L_1 \gamma_1 + L_2 \gamma_2 + L_3 \gamma_3 + \dots = \Sigma(L \gamma)$$

Woda spadłszy na ziemię wypełnia wszelkie zakłębienia terenu, zwłaszcza łożyska sieci ścieków, a następnie tereny inundacyjne. Następuje spóźnienie odpływu, a przez to zmniejszenie objętości wielkiej wody.

Wpływ tej retencji uwzględniają — jak wiadomo — projektujący kanalizację miejską, stosując współczynnik

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[n]{F}},$$

gdzie F — zlewnia w km^2 , a n waha się od 4 do 8.

Wydaje mi się, że ten kształt funkcji współczynnika nie ma uzasadnienia, choćby nawet wartość n została dobrana na podstawie obserwacji ombrometrycznych w danej miejscowości, jak to się praktykuje w projektach kanalizacyjnych.

Spóźnienie odpływu jest wprawdzie tem krótsze, im dorzecze jest mniejsze, ale także im dorzecze jest bardziej spadziste, i im ścieki są mniej uregulowane i mniej obwałowane.

Im dłuższy czas trwania deszczu, tem natężenie jego i ilość opadu (na km^2) są mniejsze, a tem samem i objętość wielkiej wody.

Oznaczenie czasu trwania retencji jest trudne. Są w tym wypadku próby inżynierów włoskich³⁸⁾. Sądzę, że należałoby zbadać spóźnienie spływu wody na różnych ściekach i starać się ustalić zależność jej od właściwości dorzecza.

Znając czas ten t_r , możemy przyjąć czas trwania deszczu ($T + t_r$) i w ten sposób uwzględnić wpływ wspomnianej retencji. Można by wreszcie wpływ tej retencji uwzględnić przez redukcję zlewni przy pomocy odpowiedniego współczynnika φ , mniejszego od jedności, wyznaczonego na podstawie wspomnianych badań.

Deszcz długotrwały poprzedzający deszcz nawalny zmniejsza, a nawet znosi powyższą retencję.

Ustaloną w powyższy sposób wielkość opadu mnożymy przez t , zw. współczynnik spływu, mniejszy od jedności, aby otrzymać ilość wody spływają-

jącej. Reszta wody już to wsiąka do gruntu i spływa podziemnie ze znacznym opóźnieniem z powrotem do ścieku, w znacznej części już poniżej punktu uważanego, już to zatrzymuje się na roślinach, wreszcie paruje. Wartość tego współczynnika podają podręczniki kanalizacji miast. Byłoby wskazanem zbadać jego wielkość na różnych ściekach.

Przepływ wielkiej wody, wywołanej deszczem nawalnym, w ścieku o dorzeczu jednostajnym, dałby się zatem przedstawić następująco:

$$Q_1 = F \alpha \left(a + \frac{b}{\sqrt[3]{t_r + \Sigma(L \gamma)}} \right) \psi, \text{ względnie}$$

$$Q_1 = F \left[a_1 \left(a + \frac{b}{\sqrt[3]{t_r + \Sigma(L \gamma)}} \right) + a_0 \right] \psi,$$

gdzie

Q_1 = katastrofalna wielka woda w m^3/sek ,

F = dorzecze ścieku w km^2 ,

$\Sigma(L \gamma) = L_1 \gamma_1 + L_2 \gamma_2 + L_3 \gamma_3 + \dots$

L_1, L_2, L_3, \dots = długości (w km) poszczególnych odcinków ścieku o długości L km .

$\alpha, a_1, a_0, a, b, t_r$ i ψ = wielkości wyżej opisane.

Zarazem istnieje warunek, że zasięg deszczu nie może być mniejszy, niż dorzecze ścieku, że zatem natężenie deszczu (i) ma być takie, aby

$$A = \frac{(5-i)^3}{\beta} \geq F,$$

$$\text{czyli } \frac{1}{\beta} \left(5 - a - \frac{b}{\sqrt[3]{t_r + \Sigma(L \gamma)}} \right)^3 \geq F.$$

Czynniki $\alpha, a_1, a_0, \beta, a$ i b mają ważność dla większych połaci kraju; czynniki γ, t_r (względnie φ) i ψ zależą w wielkiej mierze od przyrodzonych własności danego dorzecza.

Wielkość dorzecza oznaczmy z mapy np. 1 : 100 000, zmierzmy na mapie długość ścieku i długości poszczególnych charakterystycznie różnych odcinków jego, dobierzemy współczynniki γ , a z braku ich wartości, oznaczmy czas przepływu wody przy wysokim stanie, lub średnie chyżości wody na tych odcinkach, lub średnie głębokości i spady dla wielkiej wody, celem obliczenia wartości $\Sigma(L \gamma)$. Następnie dobierzemy odpowiednie t_r i ψ , przyjmując tem mniejsze t_r (gdy dorzecze jest bardziej małe, może nawet $t_r = 0$) i tem większe ψ , im chcemy być pewniejsi.

Jeżeli dorzecze jest bardzo różne pod względem kształtu, spadów, szaty roślinnej i przepuszczalności gruntu, rzecz się jeszcze bardziej komplikuje. Wtedy należy przez próby wyznaczyć zlewnię czynną, która da największy spływ.

Znając wartości wspomnianych czynników i ich błędy prawdopodobne, moglibyśmy oznaczyć błąd prawdopodobny oszacowania wody katastrofalnej.

V

Reasumując powyższe rozważania, zauważamy, że katastrofalną wielką wodę na ściekach o bardzo małym dorzeczu, (kilku, kilkunastu km^2) wywołują deszcze nawalne, na nieco większych od 100 km^2 wzwyż — deszcze długotrwałe; co do pośrednich dorzeczy, trzeba oznaczyć jedną i drugą wielką wodę i przyjąć większą.

Deszcze nawalne nie są charakteryzowane

³⁸⁾ Cipoletti, Fantolli, Soldati: Le aque di piena nelle note delle fegnature di Milano. Medjolan, 1904.

Gregori: Sulla determinazione della portata massima dei corsi d'acqua naturali. Medjolan 1913.

Rosłoński l. c. i Kanalizacja miasta Przemyśla, Przemyśl, 1917.

przez średni opad roczny, ani przez największy opad dzienny. Oznaczenie wielkiej wody, wywołanej deszczem nawalnym, wymaga ustalenia czynników charakteryzujących daną połącz kraju co do tych deszczów pod względem natężenia maksymalnego, jednostkowej ilości opadu, czasu ich trwania i zasięgu (wielkości a, a_1, a_0, β, a, b), oraz czynników mogących scharakteryzować dorzecze pod względem czasu przepływu wody przy najwyższym stanie poprzez dorzecze, co do retencji i wielkości spływu (wielkości T , względnie γ, t , względnie φ, ψ). Próby ustalenia odnośnych związków podaliśmy

powyżej. Brak odnośnych obserwacji deszczów nawalnych u nas — co prawda bardzo złudnych — oraz brak obserwacji przepływów wielkiej wody w małych ściekach utrudnia ustalenie wielkości tych współczynników. Im dokładniej kraj zostanie zbadany w tym względzie, tem łatwiej i tem pewniej będzie można oznaczyć objętości przepływu wielkiej wody na małych ściekach.

Oczywiście mówimy tu, jak to na wstępie zaznaczyliśmy, o oznaczaniu szybkim tej objętości, bez szczegółowych badań i pomiarów danego ścieku.

Sprawozdania z posiedzeń.

Prezydium PKEEn.

Protokół posiedzenia z dnia 26 lutego 1929 r.

Obecni pp.: L. Tołłoczko, K. Siwicki, B. Stefanowski, I. Dąbrowski, St. Czarnocki, M. Rybczyński, W. Rosental, Z. Hubert i Cz. Mikulski.

1. Protokół poprzedniego posiedzenia odczytano i przyjęto.

2. Sprawozdanie sekretarza generalnego. P. Prof. B. Stefanowski wymienia przedewszystkiem tablice, opracowywane (w liczbie 10) na Wystawę w Poznaniu i pokazuje 3 z nich, które są już gotowe i które przyjmują zebrani z żywą aprobatą. Następnie zawiadamia, że PKEEn ma do dyspozycji 19000 zł. z budżetu rządowego, lecz i wydatków do 1 kwietnia będzie tyle, że prawie cały budżet będzie wyczerpany; proponuje jednak, w razie niewyczerpania całego budżetu, zakupić za ewent. pozostałość papieru na dalszy druk „Sprawozdań i Prac”, wedł. najtańszej oferty. Wobec wyczerpania się papieru do druku „Sprawozdań i Prac”, uchwalono zakupić 50 ryz papieru. W dalszym ciągu komunikuje sprawozdawca, że prace nad normalizacją sortymentów węgla przekazał PKEEn; w związku z tem zgłasza p. L. Tołłoczko wniosek, ażeby zwrócić się do M. P. i H. z prośbą o wydzielenie w statystyce węglowej rozchodu węgla w elektrowniach, gdyż takiej pozycji dotąd nie uwzględnia się w statystyce rządowej, mimo, iż byłaby b. ważna; p. K. Siwicki proponuje, by PKEEn poddał wogóle krytyce całokształt ujęcia statystyki węglowej; pracę tę przekazano komisji węglowej PKEEn. W końcu oznajmił p. Sekretarz generalny, że druk zbioru analiz węgla postępuje, że materiał do bilansu energetycznego Zagłębia Krośnieńskiego jest opracowywany wykreślnie i że przepisy kotłowe PKEEn zostały już przesłane do P. K. N. Nadmieniamy zarazem, iż stało się nader aktualnym zagadnienie budowy gazociągów w Małopolsce i PKEEn (Komisja naftowa) został zaproszony do wydania opinii w sprawie sprzecznych dążeń różnych organizacji w tym zakresie. Wobec ukończenia prac nad przepisami kotłowymi zebranie wyraziło p. dyr. Dąbrowskiemu podziękowanie za pracę nad temi przepisami.

Nawiązując do druku analiz węgla, zwrócił uwagę p. St. Czarnocki na to, że w podawanych w tem wydawnictwie analizach są niejednokrotnie ujęte liczby zawartości popiołu (czasem z koksem, czasem bez koksu i t. d.), wobec czego proponuje dalsze tabele przeliczyć jednolicie. Po dyskusji, postanowiono nie zmieniać cyfr, traktując je, jako pewien dokument, natomiast mocno podkreślić niejednorodność metod analizy w przedmowie.

3. Wniosek Komisji Wodnej zreferował jej przewodniczący, p. prof. M. Rybczyński. Referent zwrócił uwagę na to, że, wedł. istniejącej ustawy wodnej, pierwszeństwo w wyzyskaniu sił wodnych ma państwo, wzgl. samorządy. Tymczasem brak podstaw do decyzji w tym kierunku przy rozpatrywaniu konkretnych podań o udzielenie koncesyj, gdyż niema opracowanych projektów generalnych wyzyskania poszczególnych dorzeczy. Wobec tego Komisja Wodna proponuje opracowanie takich projektów, w kolejności nasuwających się potrzeb, na podstawie materiałów, zbieranych przez Centr. Biuro Hydrograficzne, oraz na podstawie nowych pomiarów, któreby opłacało M. R. P. Praca PKEEn polegałaby

na zebraniu odpow. danych, opracowaniu projektów dorzeczami, przedyskutowaniu tych opracowań na Komisji Wodnej i złożeniu do użytku PKEEn i M.R.P. Koszta tych prac ocenia referent na 150—200 tys. zł., czas pracy — na ok. 3 lat. Zdjęcia terenowe wykonywałyby przytem nietylko urzędy M.R.P., ale i niektóre przedsiębiorstwa, które wyraziły już na to swą zgodę (Gródek).

W dyskusji podniesiono dający się dotkliwie odczuć brak takich danych i projektów oraz zwrócono uwagę na konieczność współpracy nad niemi dwu komisji PKEEn: Wodnej i Gosp. Elektrycznej, przy udziale również wydziału elektrycznego M. R. P. Przedewszystkiem ustalono kolejność opracowywania poszczególnych obszarów kraju. Wniosek Komisji Wodnej przyjęto; sprawę zaś przekazano przewodniczącym Komisji Wodnej i Gosp. Elektrycznej.

4. Kongres w Barcelonie. P. prof. Stefanowski komunikuje, że zgłoszono 3 referaty polskie na zjazd powyższy, mian. prócz wymienionych poprzednio otrzymał PKEEn pracę p. prof. K. Pomianowskiego, którą już wysłano do Hiszpanji w przekładzie angielskim.

5. Sprawy bieżące. W końcu informuje p. prof. Stefanowski, iż: a) zaproszono p. prof. Pilata do opracowania referatu o zagadnieniach aktualnych przemysłu naftowego i gazowego w Polsce na Zjazd Energetyczny w Tokio, mający się odbyć w październiku r. b., na co prof. Pilat wyraził zgodę; b) proponuje utrzymać składkę do Centrali w Londynie w wysokości 20 f. st. na r. b., czyli w wysokości poprzedniej; Prezydium ten wniosek przyjmuje; c) proponuje zmienić Regulamin PKEEn w tym sensie, by zebrania plenarne odbywały się nie 2 razy rocznie, lecz co najmniej 1 raz na rok. Ponieważ zarazem i p. Prezes Tołłoczko zwrócił uwagę na to, iż praca PKEEn wykazuje potrzebę zbierania się nietylko oficjalnego plenum, które ma charakter formalny, lecz również wszystkich współpracowników PKEEn, przeto postanowiono sprawę tę rozważyć łącznie z propozycją p. prof. Stefanowskiego, tworząc w tym celu Komisję Regulaminową w składzie pp.: Tołłoczki, Stefanowskiego i Rosentala; d) w związku z przekazaniem PKEEn prac nad sortymentami węgla, referuje p. Czarnocki pracę komisji PKEEn, utworzonej w tymże celu w Zagłębiu Dąbrowskiem, i zapytuje, jak się mają ukształtować jej dalsze czynności, wobec objęcia normalizacji sortymentów przez P. K. N. Po dyskusji postanowiono, że ostatnia okoliczność nie powinna wpłynąć na dalszy bieg prac organów PKEEn. Wobec pożyteczności pracy wspomnianej komisji, należy ją utrzymać nadal, zwracając ewent. uwagę na zajęcie się jej raczej stroną geologiczno-górnica (warunki geolog. i metody odbudowy).

Nadto p. prezes L. Tołłoczko zgłasza w imieniu Łódzkiego T-wa Elektrycznego życzenie subsydjowania zamierzonego przez Państw. Instytut Geologiczny wydawnictwa o zasobach węgla brunatnego w Polsce kwotą 1000 zł., ażeby przyspieszyć druk tegoż. Prócz tego podnosi, iż w wydawnictwach niemieckich spotyka się nieraz wzmianki o tem, że w Wielkopolsce, w okolicy „Lissa” stwierdzono występowanie ropy naftowej, i proponuje postarać się o zbadanie tej sprawy. P. Inż. St. Czarnocki proponuje zwrócić się w tej sprawie listownie do Państw. Inst. Geolog. z wnioskiem objęcia jej przez program prac Instytutu w r. b. P. Tołłoczko proponuje, prócz tego, napisać o tem także do Komisji Naftowej PKEEn we Lwowie. Sprawę tę przekazano Komisji źródeł energii, zaś sprawę subsydjum — Komisji węglowej.