

roztworu KJ w alkoholu metylowym (świeżo przedestylowanym w obecności KOH i pyłu cynkowego). Kolbę zamkniętą doszlifowanym korkiem umieszcza się na okres 15 minut w łaźni wodnej o temperaturze 35°, następnie dodaje się 10 ml wody destylowanej i miareczkuje wydzielony jod 0,01 n $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Liczbę nadtlenkową oblicza się według wzoru:

$$\frac{1 \cdot 26 \cdot a \cdot f}{b} = \frac{\text{mg J}}{\text{g}}, \text{ gdzie } a - \text{cm}^3 \text{ 0,01 n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, f - \text{faktor}$$

0,01 n $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, b — naważka oleju.

Przeprowadzono analizę oleju lnianego rafinowanego użytego do badań i otrzymano następujące wartości: liczba kwasowa — 1, liczba jodowa — 196,3, liczba zmydlenia — 191,1, liczba hydroksylowa — 8,4, liczba nadtlenkowa — 7,4, współczynnik załamania światła — 1,483.

Olej lniany rafinowany dmuchano w ilościach po 0,5 kg w temperaturach 60°, 80°, 100°, 120°, 135° i 150° do lepkości około 300 cP przy zachowaniu jednakowej w każdym doświadczeniu szybkości przepływu powietrza wynoszącej około 15 litrów na minutę. W tablicy obok liczb nadtlenkowych podano również liczby hydroksylowe olejów dmuchanych w różnych temperaturach.

Tablica

Temperatura przedmuchiwania powietrzem oleju lnianego zagęszczonego do lepkości 300 cP (w °C)	Liczba nadtlenkowa	Liczba hydroksylowa
60	192,3	28,7
80	121,5	31,7
100	59,3	34,2
120	28,9	36,2
135	11,0	38,6
150	10,6	40,9

Przy przechowywaniu w temperaturze około 20° w zamkniętym naczyniu oleju lnianego dmuchanego w temperaturze 80° stwierdzono po 7 dniach spadek liczby nadtlenkowej z 121,5 do 105. Oleje lniane dmuchane w niskich temperaturach po nagrzaniu do około 200° traciły wysokie liczby nadtlenkowe z powodu rozkładu nadtlenków i wykazywały liczby nadtlenkowe olejów dmuchanych w wyższych temperaturach. Wobec tego niskie liczby nadtlenkowe olejów dmuchanych w temperaturach wyższych na-

leży traktować jako różnicę między ilością powstałych nadtlenków oraz ilością nadtlenków rozłożonych w tej temperaturze.

Wnioski

1. Optymalna temperatura powstawania nadtlenków oleju lnianego wynosi około 60°, a optymalna temperatura ich rozkładu 80°—100°.

2. Niskie liczby nadtlenkowe olejów dmuchanych w temperaturze powyżej 100° wynikają z rozkładu nadtlenków nietrwałych w tej temperaturze.

3. Nadtlenki oleju lnianego wykazują nietrwałość również w temperaturze około 20°.

4. Liczby hydroksylowe nie wykazują zależności od liczb nadtlenkowych i nieznacznie wzrastają ze wzrostem temperatury przedmuchiwania oleju.

Otrzymano 24.XI.56

Краткое содержание

При изучении влияния температуры на величину перекисного и гидроксильного числа во время полимеризации льняного масла с продувкой кислородом, установлено, что оптимальная температура, при которой возникает наибольшее количество перекисей, составляет 60°, а оптимальная температура, содействующая наиболее быстрому разложению перекисей, колеблется в пределах от 80° до 100°.

Summary

The influence of temperature on the peroxide value and the hydroxide value of linseed oil has been investigated in the course of polymerisation by passing oxygen. It has been found that the highest amount of peroxides was formed at 60°C, and the quickest decomposition of peroxides occurred at the range of temperatures 80°—100°C.

Literatura

1. M. Taniewski i D. Szombierska, *Przem. Chem.*, **11**(34), 625 (1955).
2. T. P. Hilditch, *Industrial Chemistry of the Fats and Waxes*, New York 1947.
3. J. Marcussen, *Die Untersuchung der Fette und Öle*, Halle 1952.
4. C. H. Lea, *Chemistry & Industry*, (1953), 1303.
5. J. Amer. Chem. Soc., **69**, 833 (1947).
6. K. Meier, R. Milewsky, *Fette, Seifen*, **9**, 702 (1955).
7. A. Rieche, *Angew. Chem.*, **50**, 520 (1937).
8. E. M. Farmer, *Trans. Faraday Soc.*, **38**, 340 (1942).
9. W. E. Moffit, C. A. Coulson, *Trans. Faraday Soc.*, **44**, 81 (1948).
10. W. Kern, H. Willersinn, *Makromol. Chem.*, **15**, 1 (1955).

Chemiczne środki działające grzybobójczo

I. O pewnych pochodnych S-alkilo-, -alkoksyalkilo- i -arylortęciowych 2-merkaptobenzotiazolu

B. Hetnarski, Z. Eckstein
i T. Urbański

Zakład Syntezy Organicznej
Polskiej Akademii Nauk

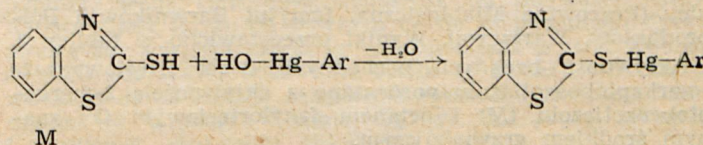
Katedra Technologii Organicznej II
Politechniki Warszawskiej

Działając na sól sodową 2-merkaptobenzotiazolu odpowiednimi chlorowcopochodnymi alkilo-, alkoksyalilo- względnie arylortęciowymi, otrzymano kilka pochodnych S-alkilo-, -alkoksyalilo- i -arylortęciowych 2-merkaptobenzotiazolu. Związki tego typu wykazują silną aktywność grzybobójczą w stosunku do badanych szczepów drobnoustrojów. Stwierdzono, że aktywność tych związków zależy wybitnie od reszty węglowodoru związanego z atomem rtęci.

Duże zainteresowanie 2-merkaptobenzotiazolem (M) jest powodowane jego wysoką aktywnością jako przyspieszacza wulkanizacji kauczuku¹) oraz aktywnością biologiczną, jaką związek ten przejawia w stosunku do różnego rodzaju mikroorganizmów^{2,3}). Niektóre pochodne 2-merkaptobenzotiazolu wykazują działanie diuretyczne i są proponowane jako środki lecznicze⁴). W stosunku do organizmów ciepłokrwistych związek ten (M) jest mało toksyczny⁵), chociaż tworzy łatwo połączenia z metalami ciężkimi^{6,7}).

Pewne pochodne 2-merkaptobenzotiazolu (M) wykazują własności grzybobójcze, np. proponuje się użycie jego soli żelazowej z dwumetylodwutiokarbaminianem cynku⁸), względnie dwumetylodwutiokarbaminianu żelazowego⁹) z solą cynkową (M) lub z solą bizmutową 5-chloro-2-merkaptobenzotiazolu¹⁰) do sporządzania wartościowych preparatów hamujących rozwój grzybów.

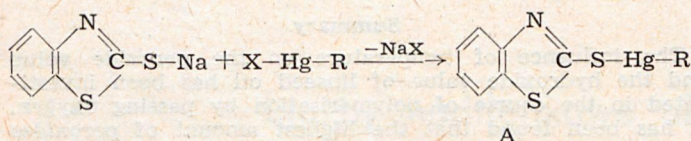
Na szczególną uwagę zasługują pochodne rtęciowe (M) ze względu na łatwość ich otrzymywania i wysoką aktywność biologiczną tych związków rtęcioorganicznych. Pierwsze prace na ten temat ukazały się w 1929 r. Ogólna metoda otrzymywania tego rodzaju związków polega na reakcji wodorotlenków arylo- i alkilortęciowych ze związkami mającymi wolną grupę tiolową^{11,12}). Metodą tą otrzymano S-fenylortęcio-2-merkaptobenzotiazol^{11,12}).



i S-etylorięcio-2-merkaptobenzotiazol¹²). Temperatura topnienia pochodnej S-etylorięciowej-2-merkaptobenzotiazolu według danych z literatury wynosi 86,5^o¹²), otrzymany zaś przez nas związek miał t. t. 89,5—90,5°. Związki tego typu mają własności grzybobójcze¹²). Aromatyczne pochodne są proponowane jako środki do zaprawiania ziarna siewnego, konserwacji drewna i dezynfekcji¹¹).

Według danych z literatury¹³) pochodne kwasu S-alkiloriecio-2-merkaptobenzotiazolylokarboksylowego-5 mają własności antyseptyczne. Otrzymano je przez działanie na sól sodową kwasu 2-merkaptobenzotiazolylokarboksylowego-5 chlorkiem etylorieciowym. Do grupy pochodnych ręciovych mających wiązanie —S—Hg— należy zaliczyć związki o własnościach grzybobójczych odpowiadające ogólnemu wzorowi R—Hg—S—C¹⁴). Związki tego typu otrzymuje się w wyniku reakcji wodorotlenków lub soli ręcioorganicznych z solami merkaptanów.

Celem naszej pracy było otrzymanie związków organicznych zawierających rtecę związaną z jednej strony przez grupę tiolową z układem heterocyklicznym, z drugiej strony z resztą węglowodoru o różnej budowie. Interesujące wydawało się nam zbadanie wpływu reszty heterocyklicznej na aktywność grzybobójczą tego rodzaju pochodnych ręciovych. W tym celu przyrządzono szereg pochodnych łatwo dostępnego (M) poddając reakcji jego sól sodową w roztworze alkoholu etylowego lub metylowego z chlorowcowymi pochodnymi alkilo- lub aryloerieciowymi:

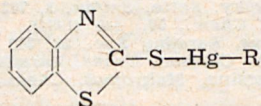


X = Cl, Br, J

R = CH₃, C₂H₅, C₃H₇, C₄H₉, C₆H₁₁

C₂H₄OCH₃, C₆H₄—Cl—p, C₆H₄—CH₃—p

Własności otrzymanych związków o wzorze ogólnym (A) oraz wydajności przedstawiono w tablicy 1.



Tablica 1.

Nr	R	Temperatura topnienia (°C)	Wydajność (%)	Otrzymano N (%)	Obliczono N (%)
1	CH ₃	114 — 115,5	41,5	3,9	3,7
2	C ₂ H ₅	89,5 — 90,5	41,7	3,9	3,6
3	C ₃ H ₇ -n	81 — 81,5	48,8	3,7	3,4
4	C ₄ H ₉ -n	67,5 — 68,5	75,0	3,7	3,3
5	C ₆ H ₁₁ -n	58 — 59	44,4	3,5	3,2
6	C ₂ H ₄ OCH ₃	35 — 37	62,3	4,0	3,3
7	C ₆ H ₄ -Cl -p	177 — 178,5	64,2	2,7	2,9
8	C ₆ H ₄ -CH ₃ -p	156 — 158	77,5	3,2	3,1

Z opisanych przez nas związków znana w literaturze jest tylko pochodna S-etylorięciowa (związek 2). Opisane tu produkty dobrze krystalizują z wyjątkiem pochodnej S-metoksyetylorięciowej tworzącej bardzo łatwo przechłodzoną ciecz i dlatego nie udało się jej otrzymać w stanie analitycznie czystym. Niektóre z otrzymanych substancji są wrażliwe na działanie światła (ulegają rozkładowi z wydzielaniem metalicznej ręcę) wbrew danym z literatury¹⁴).

Działanie grzybobójcze otrzymanych przez nas substancji badali doc. R. Kowalik, mgr E. Czerwińska i współpracownicy (Pracownia Mikologiczna, Instytut Barwników i Półproduktów, Warszawa). Wyniki przedstawiono w tablicy 2.

Aktywność badanych pochodnych S-alkilorieciowych-2-merkaptobenzotiazolu porównano z aktywnością 2-merkaptobenzotiazolu (M) i octanem fenylorieciowym (F) znanyim środkiem grzybobójczym.

Tablica 2. Czynność grzybobójcza pochodnych S-alkilo-, -alkoksyal kilo- i -arylorięcio-2-merkaptobenzotiazolu

Nr	Stężenie w % substancji badanej w stosunku do objętości pożywki agarowej hamujące całkowicie wzrost grzybów		
	Fusarium culmorum	Alternaria tenuis	Rhizoctonia solani
1	0,00005	0,00001	0,00001
2	0,00005	0,00001	0,00005
3	0,00005	0,00005	0,00005
4	0,00005	0,00005	0,00005
5	0,00005	0,00005	0,00005
6	0,00005	0,00005	0,00005
7	0,5	0,5	0,05
8	0,005	0,0005	0,001
M	0,01	0,01	0,01
F	0,0005	0,0005	0,0005

Aktywność niektórych spośród otrzymanych przez nas związków przewyższa 10—50 razy aktywność octanu fenylorieciowego (F). Na ogół przytoczone wyniki badań aktywności grzybobójczej są zgodne z ogólnymi regułami określającymi zależność między budową związków ręcioorganicznych a ich aktywnością biologiczną.

Ze wzrostem ciężaru cząsteczkowego rodnika węglowodorowego związanego z rtecą maleje aktywność grzybobójcza pochodnej ręcioviej (M), w przypadku zaś pochodnych amylo- i metoksyetylorięciowych (M) osiąga wartość identyczną jak w przypadku octanu fenylorieciowego (F). Wprowadzenie reszty p-chlorofenylowej powoduje całkowity zanik aktywności grzybobójczej, podczas gdy w przypadku reszty p-metylofenylowej daje tylko nieznaczne osłabienie aktywności grzybobójczej w porównaniu z octanem fenylorieciowym. Ten ostatni przypadek zgadza się z wnioskami doc. R. Kowalika, który w innych przypadkach obserwował uaktywniający wpływ grupy metylowej na czynność pewnych związków grzybobójczych¹⁵). Ogólnie jednak pochodne mające rodnik aromatyczny są mniej aktywne od pochodnych alifatycznych¹⁶).

Aktywność opisanych związków potwierdza też regułę, że czynność związków ręcioorganicznych nie zależy od procentowej zawartości ręcę w badanej substancji¹⁷), gdyż octan fenylorieciowy, chociaż posiada znacznie wyższą procentową zawartość ręcę w porównaniu z pochodnymi merkaptobenzotiazolu, jest od nich mniej aktywny.

Autorzy składają serdeczne podziękowanie doc. R. Kowalikowi, mgr E. Czerwińskiej i ich współpracownikom za wykonanie badań aktywności grzybobójczej.

Część doświadczalna

Otrzymanie półproduktów

2-Merkaptobenzotiazol otrzymano przez oczyszczenie drogą krystalizacji produktu technicznego wytwarzanego w kraju, a halogenki alkilorieciowe przyrządzono na drodze reakcji odpowiednich związków Grignarda z sublimatem^{18,19}).

Chlorek metoksyetylorięciowy otrzymano z reakcji opisanej w raportach alianckich²⁰), natomiast chlorki aryloerieciowe przyrządzono metodą Niesmiejana²¹).

Otrzymanie pochodnych S-alkilo-, -alkoksyal kilo- i -arylorięciowych-2-merkaptobenzotiazolu

Związki te przyrządzono metodą ogólną polegającą zasadniczo na reakcji halogenków alkilorieciowych z nadmiarem soli sodowej 2-merkaptobenzotiazolu (10—30% w stosunku do ilości stechiometrycznej) w roztworze etanolowym, metanolowym względnie w mieszaninie etanolu i acetonu. Przykładowo opisano otrzymanie tą metodą związku 4-(S-butyloriecio-2-merkaptobenzotiazolu).

Do roztworu etanolanu sodowego otrzymanego przez działanie 0,5 g (0,022 mola) sodu metalicznego na 96-procentowy etanol (175 ml) dodano 3,6 g (0,022 mola) 2-merkaptobenzotiazolu. Powstały roztwór soli sodowej zadano 6,3 g (0,02 mola) halogenków (mieszaniny chlorku i bromku) n-butylorieciowych. Mieszaninę reakcyjną podgrzewano do wrzenia w ciągu 20 minut. Następnie dodano węgla aktywowanego, ogrzewano jeszcze kilka minut i przesączono. Z przesączu wypadł po ochłodzeniu osad w postaci srebrzystych płatków (6,4 g). Substancję przekrystalizowano

z 350 ml etanolu (roztwór rozcieńczono nieco wodą). Uzyskano 4,5 g (75% wyd.) substancji o temperaturze topnienia 67,5—68,5°.

W przypadku związku 1 reakcja zachodziła już w temperaturze 50° natychmiast po dodaniu jodku metylortęciowego do roztworu soli sodowej (M) (CH_3HgJ reagował w zawiesinie). Związek 6 otrzymano w środowisku metanolu lub etanolu. Z mieszaniny reakcyjnej wydziela się on w postaci oleju, który trudno krystalizuje. Istotnym momentem w krystalizacji tego preparatu jest usunięcie śladów wody z oleju i bezwodność rozpuszczalnika.

W syntezie związków 7 i 8 najpierw przyrządzono roztwory chlorków arylortęciowych w mieszaninie etanolu i acetonu oraz soli sodowej (M) w etanolu, następnie te roztwory zlewano. Substancje te krystalizowano z mieszaniny etanolu i benzenu.

Otrzymano 9.II.57

Краткое содержание

Действуя на натриевую соль 2-меркаптобензотиазола соответствующими галогенными алкило-, алкоксиалкило-, либо арилортутными производными, получено несколько S-алкило-, -алкоксиалкило- и-арилортутных производных 2-меркаптобензотиазола. Соединения этого рода отличаются большой фунгисидной активностью по отношению к изучаемым штаммам микроорганизмов. Установлено, что активность этих соединений в большой степени зависит от остатка углеводорода, связанного с атомом ртути.

Summary

Several S-alkyl, alkoxyalkyl, and arylmercury derivatives of 2-mercaptobenzothiazole have been prepared by reactions of sodium salt of 2-mercaptobenzothiazole with

corresponding alkyl, alkoxyalkyl, and arylmercury halogen derivatives. This type of compounds showed a strong fungicidal activity against investigated strains of microorganisms. It has been found that the activity of these compounds depended in high degree on the hydrocarbon group bound with the atom of mercury.

Literatura

- Ullmann F., *Enzyklopädie der technischen Chemie*, Berlin — Wiedeń 1930.
- Everitt E. L., Sullivan M. X., *J. Wash. Acad. Sci.*, **30**, 457 (1940); *Chem. Abstr.*, **35**, 1088 (1941); *J. Wash. Acad. Sci.*, **30**, 125 (1940); *Chem. Abstr.*, **34**, 4107 (1940).
- Horsfall D. G., *Fungicidy i ich diejstwie*, Moskwa 1948.
- Pat. amer.* 2 576 349 (1951); *Chem. Abstr.*, **46**, 9532 (1952).
- Davis P. A., *Rubber Age*, **27**, 249 (1930); *Chem. Abstr.*, **24**, 3922 (1930).
- Duval C., *Anal. Chim. Acta*, **4**, 159 (1950); *Chem. Abstr.*, **44**, 9860 (1950).
- Spacu G., Kuraš M., *Z. anal. Chem.*, **102**, 24, 108 (1935); *Chem. Abstr.*, **29**, 7213 (1935); *Z. anal. Chem.*, **104**, 88 (1936); *Chem. Abstr.*, **30**, 2875 (1936); *J. prakt. Chem.*, **144**, 106 (1935); *Chem. Abstr.*, **30**, 2872 (1936); *Bul. Soc. Stiinte Cluj*, **8**, 243; *Chem. Abstr.*, **30**, 1683 (1936).
- Pat. amer.* 2 614 959 (1952); *Chem. Abstr.*, **47**, 1325 (1953).
- Pat. amer.* 2 614 958 (1952); *Chem. Abstr.*, **47**, 1325 (1953).
- Pat. amer.* 2 614 960 (1952); *Chem. Abstr.*, **47**, 1326 (1953).
- Pat. niem.* 540 609 (1929).
- Pat. ang.* 329 987 (1929).
- Pat. niem.* 586 352 (1933); *Chem. Abstr.*, **28**, 480 (1934).
- Pat. ang.* 628 525 (1949); *Chem. Abstr.*, **46**, 4568 (1952).
- Kowalik R., *Prace GChP nr 2,51* (1951).
- Mielnikow N. N., Dieszewaja A. S., Skalozubowa A. W., *Organiczeskie insektofungicidy*, Moskwa 1955.
- Frear D. E. H., *Chemistry of the Pesticides*, New York 1955.
- Marvel C. S., Gould V. L., *J. Am. Chem. Soc.*, **44**, 156 (1922).
- Rumpf P., *Bul. Soc. Chem France*, **9**, 535 (1942).
- BIOS Final Report No 1480*.
- Makarowa L. G., Niesmiejjanow A. N., *Sintieticzeskie mietody w oblasti mietatloorganiczeskich sojedinenij rtuti*, Moskwa 1945.

Wymiana doświadczeń

Sposób usuwania kamienia kotłowego (Józef Mędrek, Gliwickie Zakłady Tworzyw Sztucznych)

Wynalazek podaje sposób usuwania kamienia kotłowego z płyt grzejnych, form i rur, to jest wszędzie tam, gdzie urządzenia metalowe stykają się bezpośrednio z gorącą wodą lub parą wodną.

Znany jest sposób rozpuszczania w kwasach węglanów powodujących nie przemijającą twardość wody. Kwasy rozpuszczając węglany działają jednak jednocześnie korodując na metale. Usuwanie kamienia kotłowego w sposób mechaniczny powoduje często konieczność demontażu urządzeń oraz stwarza możliwość ich uszkodzenia. Sposób według wynalazku usuwa korodujący wpływ kwasu na metale przez zastosowanie dodatku sulfotlenku dwubenzylowego (tardiolu D), względnie dwusiarczku dwubenzylowego (tardiolu G), lub tardiolu F, który stanowi mieszaninę obu poprzednich o własnościach inhibitujących.

Wstępną czynnością przy zastosowaniu sposobu według wynalazku jest przygotowanie roztworu. W tym celu rozpuszcza się tardiol w technicznym alkoholu etylowym i wlewa się go do 20-procentowego kwasu np. solnego. Wymagana ilość tardiolu w roztworze 0,05—0,5%. Po wlaaniu roztworu tardiolu do kwasu, wytrąca się on w postaci zawiesiny, która jednak rozpuszcza się po pewnym czasie przy częstym mieszaniu. W ten sposób sporządzony roztwór doskonale rozpuszcza kamień kotłowy i tlenki żelaza, nie atakując samego żelaza. Warstwę kamienia kotłowego o grubości 2 mm rozpuszcza on w ciągu 10—20 minut, operacja ta trwa około 30—60 minut, jeśli oczyszczany przedmiot jest pokryty rdzą. Po rozpuszczeniu kamienia kotłowego i tlenków żelaza reakcja ustaje, ponieważ tardiol całkowicie chroni powierzchnię przed działaniem kwasu.

Oczyszczanie z kamienia kotłowego płyt grzejnych, form i rur można przeprowadzać dwojako. Według jednego sposobu płyty grzejne, formy i rury należy umieścić w odpowiedniej wannie, zalać roztworem kwasu zaprawionego tardiolem i pozostawić w wannie do zaniku reakcji.

Drugi sposób polega na stworzeniu obwodu zamkniętego z czyszczonych przedmiotów, zbiornika zawierającego

roztwór kwasu zaprawionego tardiolem i pompy. Pompą wprawia się roztwór kwasu z tardiolem w ciągły obieg przez przewody pokryte kamieniem kotłowym w płytach grzejnych, formach, względnie rurach. Po skończonym czyszczeniu należy usunąć pozostałości kwasu solnego przez przepłukanie wodą a następnie 3—4-procentowym ługiem sodowym.

Atrament do znakowania metalu (Ludwik Mazur, Gliwickie Zakłady Tworzyw Sztucznych)

Ze względu na brak sposobu znakowania metali (np. narzędzia pomiarowe jak suwmiarki, mikromierze, a także części gotowe, które stanowią jeden komplet) zaproponowano zastosowanie atramentu do metalu. Obecnie znakuje się przedmioty metalowe elektrografem, ale z powodu chropowatej powierzchni pisma sposób ten nadaje się nie do każdego przedmiotu ze względów technicznych i estetycznych. Atramentem do metalu można pisać nie zniekształcając przedmiotu, ani jego lustrzanej powierzchni.

Przepis na atrament do metalu: 25 g kwasu selenowego rozpuścić w 200 ml wody, dodać 50 ml stężonego kwasu azotowego oraz 25 g siarcznanu miedzi. Roztwór ten rozcieńczyć wodą do objętości 1 litra. Atrament „mocny” otrzymuje się biorąc podwójną ilość składników i również rozcieńczając do objętości 1 litra.

Dysza do zraszania wież myjących na zasadzie odśrodkowego działania siły na ciecz (Józef Owczarek, Kielecka Fabryka Kwasu Siarkowego)

Dysza wykonana jest z ołowiu twardego. Dotychczas każda z trzech wież myjących zraszana jest kwasem siarkowym za pomocą jednej dyszy z trzema poziomami rozpylania. Wadą tych dysz, zwłaszcza na pierwszej wieży myjącej, jest to, że po pewnym czasie w przelotach dyszy osadza się warstwa osadu uniemożliwiająca przelot kwasu, a jeżeli zdarza się oderwanie osadu ze ścianek rurociągu, wówczas dysza zostaje całkowicie zatkana i przestaje pracować, co z kolei ujemnie wpływa na pracę systemu i aparatury (zbyt małe chłodzenie gazu).