

# Про виріб срібних зеркал

написали

*П. В. Данкворт і Н. С. Садовський.*

(З лабораторії податкового заряду в Красноярську, Єнісейської губернії, 1920)<sup>1)</sup>

(Über die Fabrikation der Silberspiegel. Von P. W. Dankworth und N. S. Sadowskyj.)

---

Понизше наведені розсліди над способом виробу срібних зеркал без похибок були спричинені чисто практичною потребою. Підчас нашої неволі в Сибірі були ми вже від часу панування адмірала Колчака приневолені власними руками на насушний хліб наш заробляти. З огляду що на кождім полі відчувалася велика недостача промислової продукції, тому ми, попри інші, заложили робітню срібних зеркал, яка нас досконало ратувала в скрутній грошовій ситуації.

Фахового знання в тім виробі ми не мали, а з приписів ми найшли два, іменно в підручнику фізики Кольрауша припис Бетгера (Böttger) і припис в звіснім підручнику хемічної технології Ост'а. Оба ті приписи сильно різняться від себе, а надто не дають бездоганих зеркал. Тому ми мусіли викомбінувати власну, рецепту для виробу срібних зеркал і то таку, яка нам позволяла певно і без похибок виробляти зеркала пригожі до розпродажі.

Ми почали розсліди з двох причин: по перше, щоби охоронитися від похибок, які спорадично появлялися, а по друге, щоби з огляду на велике і непропорціональне підношення цін на хемікалія ogranicитися до мінімум матеріялів. Окрім роданового амонія, якого ми уживали до тітровання, всі прочі хемікалія ми самі собі приготовляли, а саме: азотан срібла, квас азотовий

---

<sup>1)</sup> Являється рівночасно і в німецькій мові.

і сільний, амоняк, сіль Сеґнета і прочі. По повороті ми не брали під увагу літератури про виріб зеркал, щоби праця не втратила „сибірського“ характеру.

За основу до наших розслідувань — за виключенням послідних розслідувань над приписом Ост'а — належить уважати слідуєчі два розтвори; а) розтвір I.: 10 *g* азотану срібла розпустити в воді (розуміється дестильованій) і додати стільки амоняку, щоби окис срібла майже цілком розпустився; опісля перефільтрувати і доповнити до одного літра. б) розтвір II.: 3,3 *g* соли Сеґнета і 3,3 *g* тростинового цукру разом тепло розпустити, до того доляти розтвір 2 *g* азотану срібла в 200 *g* води і дальше огрівати, доки осад добре не виділиться; опісля перефільтрувати і доповнити до одного літра.

При наливанні ми не брали тих розтворів в відношенню 1 : 1 так як се ми в приписах найшли, а в відношенню 1 : 5, через що зменьшили ми запотребованне срібла майже чотири рази.

З гори можна було додуматися, що поза похибками, спричиненими чищенням скла, змінами температури комнати і т. п. будуть ще похибки натури хемічної, а саме в розтворі I. через зміну скількості амоняку, а в розтворі II. не лише через відношенне скількості соли Сеґнета і срібла, але через спосіб приготування.

При оцінці доброты зеркал ми гляділи в першій мірі на час, в яким срібло по налятю на скло почало виділюватися. По довшій стоянці виділялася на поверхні течі, наливої на скло, часто друга ніжна срібна поволока-верства, яку ми назвали верхною верствою. На готовім зеркалі ми розслідували другу сторону, прозачність (отже грубість верстви срібла) а головно відбиваючу площу. Поміж плямами, що ми їх стрічали на відбиваючій площі, приходили часто такі, які нагадували шкіру тигра і тому ми назвали їх коротко „тигром“. Один зі способів пізнавання доброты зеркал полягав на тім, що покритте трималося добре при тертю, так що можна було срібну поволоку полірувати. На відворотній стороні окрім „тигра“ появлялися часто фігури — лінії, що виходили від рогів плитки і які нагадували лінії замкненої коперти. Ми назвали їх узловими фігурами (вони відповідають акустичним фігурам Хлядніґо).

В слідуєчих таблицях ми подаємо лише найважніші дати обсервації.

### І. Зміни в сегнетовім розтворі. (Розтвір II.)

#### а) Вплив температури при мішанню розтвору.

Після висше наведеної рецепти взяли ми 0,33 *g* соли Сегнета і 0,33 *g* цукру, розпустили в 50 *cm*<sup>3</sup> води і до сего розтвору, нагрітого по черзі до 20° *C*, 60° *C*, 80° *C* і 100° *C* доливали 0,2 *g* соли срібла, розпущеної в 20 *g* води. Опісля привели ми сі розтвори до кипіння і давали їм кипіти через 5 минут. По остиудженню до комнатної температури перефільтрували і доповнили кожний з тих чотирох розтворів до 100 *cm*<sup>3</sup>. До наливання зеркал брали ми одну часть розтвору I і мішали його з 5 частями кожного з розтворів II. При тім показалося, що через різне нагрівання виступили малі вагання в кількості срібла і то чим висша температура, тим більше його тратимо. Добрі зеркала ми дістали лише поміж 20° *C* а 60° *C*. Коли змішати сегнетову і срібну сіль при 80° *C*, то появляється слабкий „тигр“ а поволока срібна тримався вже слабше. При 100° *C* тигр виступав сильно, а поволока тримався цілком слабо. При дальших досвідах ми задержали температуру 60° *C*, яка і з практики показалася найкористнішою.

#### б) Вплив кількості срібла в розтворі соли Сегнета.

Розтвір I лишився знова нормальний, то є після нашої видіної рецепти. До спорядження різних розтворів II ми взяли 0,33 *g* Сегнета і 0,33 *g* цукру, розпустили в відповідній кількості води, нагріли до 60° *C* і до так приготовлених розтворів додавали різні кількості  $\frac{n}{10}$  *AgNO*<sub>3</sub>. Опісля нагрівали до кипіння, позваляли кипіти 5 минут, а по перефільтрованню доповняли до 100 *cm*<sup>3</sup>. Дуже цікаве, як різно випали всі вісім проб зеркал. (Гляди таб. 1.)

Таблиця 1.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
$\frac{n}{10} AgNO_3$ в $cm^3$	2,0	5,0	10,0	15,0	20,0	30,0	40,0	50,0
титрування $\frac{n}{20}$ роданс- вим амоном дало скіль- кість срібла в 100 $cm^3$ перед кипінням	0,0339	0,0850	0,1700	0,2550	0,3390	0,5099	0,6799	0,8498
по кипінню	0,0227	0,0550	0,1182	0,1877	0,2556	0,4044	0,4624	0,6700
втрата	0,0112	0,0300	0,0518	0,0673	0,0834	0,1055	0,2175	0,1798
початок долішньої вер- стви в мінутах	21	16	8	7	5	2,5	?	11
початок горішньої вер- стви в мінутах			33	13	13	5	2	6

З таблиці видно, що при побільшуванні кількості срібла в розторі II, щораз то скоріше починається виділювати до-лішна верства, отже твориться зеркало. На утворення горішньої верстви треба при третій комбінації майже пів години ждати, при четвертій уже лиш 6 минут, а при 7 і 8 вже показується наперед горішна верства.

Що до якості зеркал, то при першій комбінації береги не реагують, появляється сильний „тигр“ і срібло дуже слабо тримається. При 2. похибки вже менші так, що при 3. є вже зеркало можливе. Числа 4. і 5. дали бездоганні „пріма“ зеркала. Починаючи від 6. ставалися зеркала щораз то гірші. При 7. стається зеркало чорне, а 8. не дало взагалі зеркала, лише чорний осад. Дальші розсліди показали, що добрі зеркала дістається в границях 0,18  $g$  до 0,25  $g$  на 100  $cm^3$  другого розтору. З практичних та економічних зглядів ми брали при дальших розслідах рівно 0,2  $g AgNO_3$ . Сей вислід ми дістали не лише в малих лабораторійних пробах, але також і при наливанні десятків тисяч зеркал в робітні, при чім набрали ми такої вправи, що на основі самої реакції подавали ми в тісних границях (з великою точністю) скількість срібла в розторі II.

## в) Вплив кількості соли Сегнета.

Розтвір I лишився без зміни. Розтвору II ми зробили з розлучних кількістий соли Сегнета, від 0,05 до 2 *g* і постійної кількості соли срібла, а саме

$$11,7 \text{ cm}^3 \frac{n}{10} \text{ AgNO}_3$$

що відповідає 0,2 *g* на 100 *cm*<sup>3</sup> розтвору. (Гляди таблиця 2.)

Таблиця 2.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
кількість <i>g</i> соли Сегнета в 100 <i>cm</i> <sup>3</sup>	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1	1,5	2
срібло перед кипінням в 100 <i>cm</i> <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
срібло покипінню в 100 <i>cm</i> <sup>3</sup>	0,1819	0,1751	0,1734	0,1649	0,1564	0,1497	0,1360	0,1300	0,1275
початок реакції в хвилинах	2,5	2,5	2,5	3	5	6	10	11	20

Титрування показало, що чим більше соли Сегнета, тим більше тратимо срібла. Що до якості зеркал, то дістаємо добрі зеркала поміж 0,2 до 0,5 *g* Сегнета. Практика показала, що найкращі зеркала дістається тоді, коли початок реакції лежить поміж 3 а 5 хвилинами, що годиться в повні з таблицею 2. В дальших розслідах ми прийняли 0,33 *g* на 100 *cm*<sup>3</sup>.

## г) Вплив цукру на розтвір соли Сегнета.

З огляду, що цукор можна було в Сибірі дістати лише через паскарів, ми взялися провирити, яке значінне має цукор при виробі зеркал, та чи не можна би було його виеліминувати. При тім показалося щось дуже цікаве, а саме при пропорції обох розтворів 1 : 5 зеркал без цукру абсолютцю нічим не ріжнилися від зеркал з цукром. Натомість при пропорції 1 : 1, як се подають всі рецепти, зеркала з цукром випадають дуже гарно, підчас коли розтвори без цукру дають зеркала не до прийняття.

## II. Зміни в срібній розтворі. (Розтвір I.)

Вплив кількості амоняку в розтворі азотану срібла.

В тих пробах лишили ми розтвір II нормальний, то є такий, який зі звичайним розтвором I давав в відношенню 1 : 5 зеркала без закиду. Ріжні розтвори I приготувляли ми сим способом, що до 1% розтвору азотану срібла додавали ріжні порції  $\frac{n}{2}$  амоняку. Теоретично беручи до 1 g  $AgNO_3$ , або що на одно виходить

$$58,55 \text{ cm}^3 \frac{n}{10} AgNO_3$$

$$\text{належить} \quad 23,50 \text{ cm}^3 \frac{n}{2} NH_3.$$

Ту скількість амоняку ми назначили числом  $\frac{1}{10}$  і давали до 1% розтвору азотану срібла ростучі числа  $\text{cm}^3$  амоняку від  $\frac{1}{10}$  до  $\frac{12}{10}$ .

Вартости срібла ріжняються дуже мало. Чим більше амоняку, тим більше срібла випадає доки не дамо половини амоняку. Дальше додаванне амоняку розпускає темний осад окисн срібла. Теоретично вирахована скількість амоняку не розворює вповні окисн срібла, се діється доперва при невеликій надвижці амоняку.

Зеркала наливани тими 12 розтворами показали великий вплив амоняку на виріб добрих зеркал. І так: при порціях  $\frac{1}{10}$  до  $\frac{3}{10}$  не дістаємо взагалі зеркал. При  $\frac{4}{10}$  доперва по 68 мінутах дістаємо щось, що ледви нагадує зеркало. Взагалі від  $\frac{1}{10}$  до  $\frac{6}{10}$  твориться вперед верхня верства, зеркала нездатні; час реакції скорочується в міру збільшування амоняку. При  $\frac{7}{10}$  появляються обі верстви рівночасно, а зеркало є вже до прийняття.

Починаючи від  $\frac{8}{10}$  виходить наперед спідна верства; зеркала стаються щораз ліпші, „тигр“ зникає, срібло тримається сильно. Спеціальні проби показали, що при подвійній порції теоретично вирахованого амоняку дістаємо еще добрі зеркала, а доперва при потрійній є непридатні. Сі дуже цікаві проби показали наглядно, що додаванне амоняку не вимагає великої осторожности, належить вистерігатися лише великої надвижки.

Таблиця 3.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Скількисть амоніаку	$\frac{1}{10}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{4}{10}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{8}{10}$	$\frac{9}{10}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{11}{10}$	$\frac{12}{10}$
$\frac{n}{2} NH_3 cm^3$	2,35	4,70	7,05	9,40	11,75	14,10	16,45	18,80	21,25	23,50	25,40	28,20
на 25 $cm^3$ зужито $\frac{n}{10}$ роданового амонія	27,90	27,65	27,10	26,90	26,70	26,90	27,26	27,55	28,10	28,70	29,40	29,65
скількисть $AuNO_3$ в 100 $cm^3$ розтвору	0,9484	0,9399	0,9215	0,9147	0,9078	0,9147	0,9249	0,9367	0,9554	0,9759	0,9996	1,009
початок реакції в-мінутах	—	—	68	42	12	10	9	7	10	7	7	6

### III. Рівночасна зміна скількості амоняку і соли Сеґнета в рецепті Ост'а.

Щоби розслідувати взаємну залежність амоняку і соли Сеґнета в присутності азотану срібла, ми вийшли не від звичайних наших розтворів, а від рецепти Оста, яка подає 2% розтвір соли Сеґнета. Щоби справи не комплікувати, ми взяли чотири розтвори під увагу, іменно

Розтвір *A*. 10 *g*  $AgNO_3$  в 1 літрі води без амоняку.

Розтвір *B*. 10 *g*  $AgNO_3$  розтворили в воді, додали амоняку до повного прояснення, перефільтрували і доповнили до одного літра.

Розтвір *C*. 20 *g* соли Сеґнета  
20 *g* цукру  
4 *g*  $AgNO_3$  на  
1000 *cm*<sup>3</sup> води.

Зрештою зроблено розтвір в той сам спосіб, як давнійше розтвір *II*.

Розтвір *D*. Дистильована вода.

Ріжні Сеґнетові розтвори ми діставали комбінуючи *C* і *D*; пр.  $\frac{5}{8}$  *S* значить чистий розтвір *C* перозпущений водою,  $\frac{3}{8}$  *S* значить 3 часті чистого розтвору *C* і 2 часті води.

Ріжні амонякові розтвори повстали через комбінацію розтворів *A* і *B*; пр.  $\frac{5}{8}$  амоняку значить чистий розтвір *B*,  $\frac{3}{8}$  амоняку дістається через додавце до двох частій розтвору *B* 3 частій розтвору *A*. При мішанню виділювався окис срібла, який ми через фільтрованне усували. При помочи тих 2 разів по 5 розтворів ми паляли 25 комбінованих зеркал. Опісля ми повторили проби з поділенням на 10 порцій і дістали 100 ріжних комбінаційних зеркал, однак з огляду, що ніжні ріжниці є доступні лише для фаховця, обмежуємося в тій розвідці до подання таблиці з 25 першими пробами. (Гляди таб. 4)

Таблиця 4.

		$\frac{1}{5} S$	$\frac{2}{5} S$	$\frac{3}{5} S$	$\frac{4}{5} S$	$\frac{5}{5} S$
початок реакції } поволока тримається } - якість зеркала }	$\frac{1}{5} NH_3$	9 <sup>m</sup>	21 <sup>m</sup>	27 <sup>m</sup>	—	—
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }		4 <sup>m</sup>	11 <sup>m</sup>	12 <sup>m</sup>	—	—
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }		5 <sup>m</sup>	4 <sup>m</sup>	10 <sup>m</sup>	12 <sup>m</sup>	20 <sup>m</sup>
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }	$\frac{2}{5} NH_3$	слабо	слабо	нема білі	поволокп крпста	а лише лп
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }		дуже добре	нездібне	нема	а зеркала	
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }		дуже сильно	дуже сильно	крпс	талп	молочна тіч
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }	$\frac{3}{5} NH_3$	дуже добре	дуже добре	нездібне	нема	зеркала
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }		добре	дуже сильно	дуже сильно	сильно	добре
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }		добре	дуже добре	дуже добре	добре	нездібне
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }	$\frac{4}{5} NH_3$	чорніс	2 <sup>m</sup>	6 <sup>m</sup>	8 <sup>m</sup>	
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }		—	—	сильно	дуже сильно	сильно
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }		нема зеркала		дуже добре	дуже добре	дуже добре
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }	$\frac{5}{5} NH_3$	наперед	горішча	верства тигр!	5 <sup>m</sup>	7 <sup>m</sup>
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }		слабо	слабо	слабо	сильно	сильно
початок реакції } поволока тримається } якість зеркала }		незд	ібне	добре	дуже добре	дуже добре

В таблиці ми подали лише найважливіші дані. Щоби здати собі справу з вислідів таблиці належить перейти її стрічками поземними і прямовісними.

### 1. Позема стрічка $\frac{1}{5} NH_3$ .

Чим більше соли Сеґнета, тим більше виділяється кристалів, тим скоріше затрачується здібність до творення зеркала, срібло кладеться на плиті чим раз тоншою верствою і чим раз слабше її чіпається.

### 2. Позема стрічка $\frac{2}{5} NH_3$ .

І тут мішанина мутніє через виділення кристалів, появляються узлові лінії, взагалі зеркало тим гірше, чим більше соли Сеґнета.

### 3. Позема стрічка $\frac{3}{5} NH_3$ .

Найлучші зеркала лежать в середині при  $\frac{2}{5}$  і  $\frac{3}{5} S$ ; при  $\frac{1}{5} S$  видко місце наливання, при  $\frac{4}{5} S$  являються концентричні перстені. Рівнож і поволока тримається около середини найлучше.

### 4. Позема стрічка $\frac{4}{5} NH_3$ .

Доброта зеркал пересувається на право, іменно найлучші є при  $\frac{3}{5} S$  і  $\frac{4}{5} S$ . При  $\frac{1}{5} S$  і  $\frac{2}{5} S$  мутніє мішанина і мало що зі срібла йде на поволоку.

### 5. Позема стрічка $\frac{5}{5} NH_3$ .

При малій скількості соли Сеґнета мутніє мішанина і вперед виділяється горішня верства. В міру підношення скількості соли Сеґнета зеркала стаються щораз то лучші. Зеркала є вже добрі при  $\frac{3}{5} S$ .

Що до зміни скількості амоняку, то наводимо лише дві крайні прямовісні стрічки.

#### 1. Прямовісна стрічка $\frac{1}{5} S$ .

При малій скількості соли Сеґнета дістаємо лише при малій скількості амоняку добрі зеркала.

Чим більше амоняку, тим скоріше темніє мішанина, при  $\frac{2}{5} NH_3$  появляються обі верстви рівночасно, а даліше навіть верхня поволока скоріше чим долішня. Зеркала стають щораз більше прозорчі.

#### 5. Прямовісна стрічка $\frac{5}{5} S$ .

При сконцентрованім розтворі соли Сеґнета дістаємо лише при великій скількості амоняку добрі зеркала. Чим менше амоняку, тим пізнійше зачинається реакція, а при малій скількості амоняку не повстає зеркало, а виділюються лише кристали.

Коли получимо квадрати з дуже добрими зеркалами просто, то дістаємо „зеркальну криву“, якої кожна точка дає досконалу рецепту на зеркала, розуміється о скільки в виповнені бездоганно всі прочі умови.

Результатів, що ми їх дістали через зміну рецепти Оста, не можемо порівнювати з вислідами поданими вперед.

А саме при розріджуванні розтвору Сегнета (С) ми рівночасно зменшуємо скількість  $AgNO_3$  в розтворі П, а ми вперед вже бачили, яке велике значіння має скількість азотану срібла в редукційнім розтворі.

Лишається ще до переведення дуже цікавий випадок: перевести досліди над рецептою Оста в сей спосіб, щоб скількість срібла була незмінна.

---

Хоч лишилося нам ще багато певняснених питань, то ми муіли припинити свої досліди з настанням невідрадних відносин по введенню комунізму. Зрештою ми діяли ціли, щоб можна було при кождім литтю іварантувати за перцу сорту зеркал.

Зовсім інакше річ малася зі здібністю до розпродажи. Ми лякували з полатку наші зеркала жовтим мастиковим ляком так довго, доки наш агент не звернув нам уваги, що „русскі“ уважають лише ті зеркала за добрі, які в поляковані на червоно. І доперва коли ми наші зеркала поволікали мініюм-ляком, зачав нам інтерес досконало йти. Ми заробили в короткім часі тисячі рублів, які позволили нам вкінці по довгій, бо шестилітній неволі, побачити рідну хату.

*В Тернополі. 1. мая 1922 р.*

---