

RESEARCH AND ANALYSIS OF THE PRODUCTION OF BROWN GAS AND POLYMETAL MINERALS DRAWN FROM SEA WATER



АВТОРИ: инж. Чавдар Каменаров
инж. Пламен Каменаров

e-mail: chkamenarov@gmail.com
pkamenarov@yahoo.com



CONTENT

- 1. Introduction and basic characteristics of seawater
- 2. Installation testing technology
- 3. Types of connections of the electrolysis baths with the power supply unit
- 4. Brown gas productivity and polymetallic minerals:
 - 4.1. During daily work:
 - at 8 hours working day
 - with 3 shift modes
- 5. Conclusion

1. Introduction and basic characteristics of seawater

- Water is made up of two elements - two H atoms and one O. This is true, but only with pure distilled and deionized water. In nature, water in this form is almost non-existent and there are always at least some gases dissolved in it - in the formation of rain water in the clouds, and in springs, groundwater, rivers, lakes, outdoor pools, etc. There are always more or less metal or non-metal compounds dissolved in water, in most cases dissolved in water in the form of ions. Since the main idea of the technology is the use of natural water sources, the largest amount of natural is seawater in the oceans, which forms about 97% of all water resources on the planet. From the conducted research, the Black Sea seawater sampled south of the Burgas waters, the water characteristics are:
 - conductivity - $15510 \pm 310 \mu\text{S} / \text{cm}$ - EN7888-2002
 - pH = 8,32 EN ISO 10523-2012
 - water temperature - 22oC

2. Installation testing technology

- 2.1. Test time

The duration of the installation is:

1 hour 39 minutes and 40 seconds = 1.67 hours

2.2. Quantity of produced product:

The amount of polymetallic minerals obtained as a dry substance is: 2890 g dry matter

Or for:

1 hour 2890 g: 1.67 hours = 1730 grams / hour = 1.73 kg quantity of minerals obtained from 4 tubs serially connected and powered by 1 transformer

This performance is at an average input energy of 1370 Wh = 1.73 kWh

- **2.3. Energy input**

This performance is at an average energy input of
1370 Wh = 1.73 kWh.

Obtained at medium power - **123 A**

On average, because at the beginning of the process, the plant was powered by 102 A, which slowly and gradually increased in about 30 minutes to 144 A, held for about 30 minutes and then began to slowly decline to 127 A, held for about another 30 minutes. and started growing again by the end of the process

- **1 hour, 39 minutes and 40 seconds = 1,67 hours**

- 2.4. Specific performance

The specific output per hour of kilogram of minerals - kWh / kg is:
1.73 kWh: 1.73 kg = 1.00 [kWh / kg]

The sample was taken when operating only one transformer, operating at about 30% of capacity, with 4 tubs at a time. The maximum power of each transformer is 3.5 kW.

3. Types of connection of the electrolysis tubs with the power transformer

- In Figure 1, the electrolysis tubs are connected in parallel. This scheme is suitable for low conductivity waters - drinking, river, lake, mineral, etc.

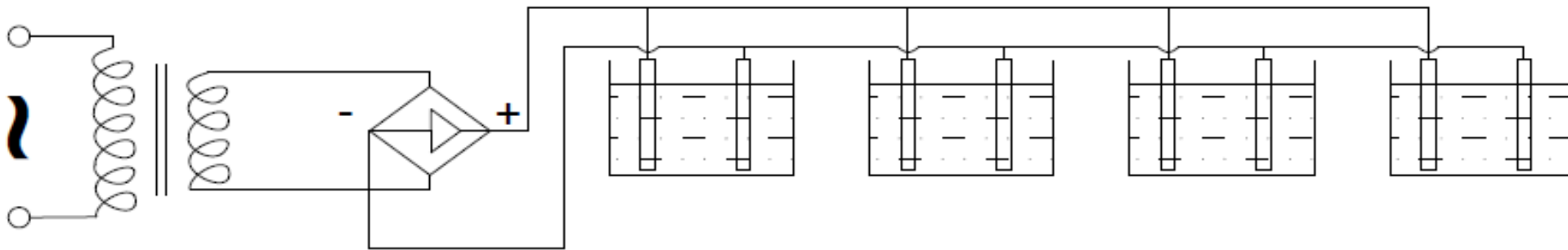


Fig.1

- FIG. 2 shows a series connection of the electrolysis tubs. This scheme is appropriate, but only for high conductivity waters such as seawater

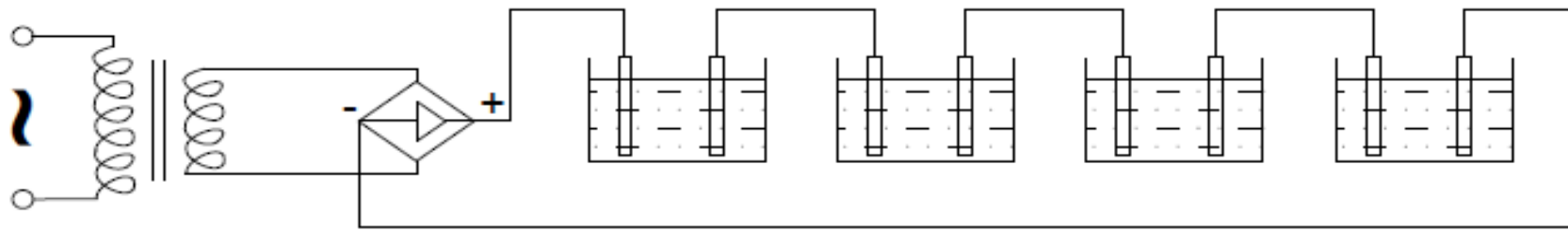
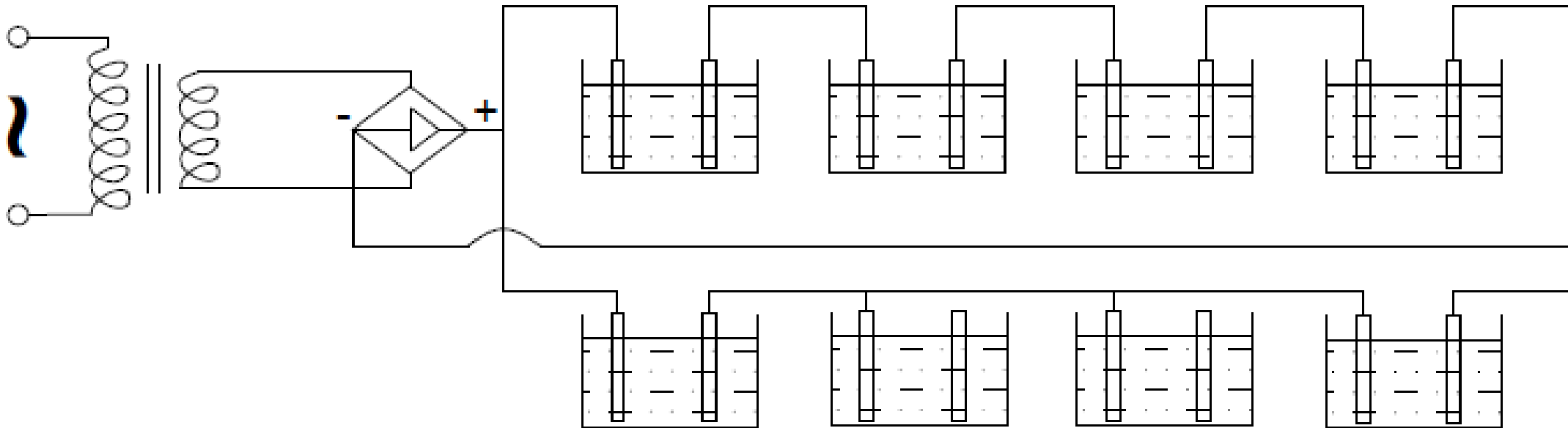


Fig.2

- In FIG. In Fig. 3 shows a mixed connection - grouped baths, in each group baths are serially connected and the groups in parallel. This scheme is suitable and recommended when using seawater for maximum performance, depending on



- At a load of about 78% of the power of the transformer or at a power input of 2.74 kW, the transformer will supply 8 tubs, which increases the productivity 2 times, ie. twice as much extracted minerals are obtained from an input energy of 2.74 kWh or
When working with 8 cells mounted in 8 tubs, the productivity will be double, ie:
1.73 kg x 2 = 3.46 kg / h Minerals recovered in 1 hour only,
and the specific energy input per kg. minerals (kWh / kg) will be:

2.74 kWh: 3.46 kg / h = 0.79 kWh / kg

ie specific energy input reduced by 26.58%

- There is an opportunity, and the project is designed to increase productivity 2 more times with the same 8 cells installed in 8 tubs while maintaining the same input energy, but with a slightly modified structure. With this, the power output with only 1 transformer operating at 78% of its power will be:
 $3.46 \text{ kg / h} \times 2 = 6.92 \text{ kg / h}$ at the same input energy of 2.74 kWh.
Thus, the specific energy input to produce 6.92 kg / h of minerals will be:
 $2.74 \text{ kWh} / 6.92 \text{ kg / h} = 0.39 \text{ kWh / kg}$,
In this way energy efficiency is increased even more than 2 times or:
 $0.79 \text{ kWh / kg} : 0.39 \text{ kWh / kg} = 2.02 \text{ times}$

- If you turn on the operation of the 4 transformers, each working with 8 baths or a total of 32 baths, the total productivity will be 4 times higher or:
6.92 kg / h x 4 pcs. = 27.68 kg / h Minerals recovered but with already 4 times the energy input or
2.74 kWh x 4 pcs. = 10.96 kWh per hour (when operating with 4 transformers)

4. Brown gas productivity and polymetallic minerals:

- **8 hours operation**

-

$27,68 \text{ kg / h} \times 8 \text{ h} = \mathbf{221,44 \text{ kg}}$ – quantity for 8 hours working day

- , the energy input for 8 hours will be:

$10.96 \text{ kWh} \times 8 \text{ h} = \mathbf{87.68 \text{ kWh / day}}$ (at 8 hours working day)

-

Or for 1 month in 21 working days, the minerals produced will be:

4.1. During daily work:

$221.44 \text{ kg / 8 h} \times 21 \text{ days} = 4650.24 \text{ kg} = \mathbf{4.65 \text{ tonnes / month}}$

- With energy input from
 $87.68 \text{ kWh / day} \times 21 \text{ days} = \mathbf{1841.28 \text{ kWh}}$ for 1 month (at 8 hours working day)
If the energy price is 0.20 BGN / kWh, then the energy cost of the production will be:
 $1841,28 \text{ kWh} \times 0,20 \text{ BGN} = \mathbf{368,256 \text{ BGN / month}}$ (at 8 hours working day)
The cost of 1 ton of extracted minerals will be:
 $368,256 \text{ BGN / month} : 4,65 \text{ tons} = \mathbf{79,19 \text{ BGN / ton}}$ (at 8 hours working day)

- **with 3 shift modes**

If we have 3 shift modes, the productivity will be:

$221.44 \text{ kg} / 8\text{h} \times 3 = 664.32 \text{ kg} / 24\text{h}$ or $664.32 \text{ kg} / \text{day}$

And the energy input for this amount will be:

$87.68 \text{ kWh} \times 3 = 263.04 \text{ kWh} / \text{day}$ (with 24-hour operating mode)

With a 21-day working month, productivity will be:

$664.32 \text{ kg} / \text{day} \times 21 \text{ days} = 13950.72 \text{ kg} / \text{month} = 13,950 \text{ tonnes} / \text{month}$ (at 24 hours working day)

- With energy consumed:
 $263,04 \text{ kWh / day} \times 21 \text{ days} = 5523,84 \text{ kWh}$ (for 1 month with 24 hours working day)
le within 1 month energy of 5523.84 kWh will be consumed for 13.95 tonnes of mineral concentrate
If the energy price is 0.20 BGN / kWh, the amount of mineral concentrate produced will cost:
 $5523,84 \text{ kWh} \times 0,20 = 1104,77 \text{ BGN}$ (for produced 13,95 tons of minerals)
Or the price per ton of minerals produced will be:
 $1104,77 \text{ BGN} : 13,95 \text{ tons} = 79,19 \text{ BGN / ton}$ (at 24 hours working day)
le the price per tonne at 24 hours is the same as at 8 hours. The difference is only 3 times as much output.

5. Conclusion

- The cost of production - polymetallic concentrate is formed only on the basis of energy costs, as they are the largest and most significant. These costs do not include: the cost of associated technological energy needs, such as the separation of minerals from water, labor costs, etc.

6. Literature

- 1. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 9, Issue 6, June-2018 1470ISSN 2229-5518
- 2. Salameh, in Renewable Energy System Design, ed. Z. Salameh, Academic Press, Boston, 2014, DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374991-8.00004-0>, pp. 201-298.
- 3. Protokol) 9738/01`.06.2015 of EuroTest-Control JSC Bulgaria
- 4. <https://ascelibrary.org/.../%28ASCE%290733-950X%281988%29114%3A4%28519%29>
- 5. [https://m.miningweekly.com/.../over-40-minerals-and-metals-contained-in- **seawater**-their-extraction-likely-to-increase-in-the-future-2016-04-0...](https://m.miningweekly.com/.../over-40-minerals-and-metals-contained-in-seawater-their-extraction-likely-to-increase-in-the-future-2016-04-0...)

ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТТА НА БРАУНОВ ГАЗ И ПОЛИМЕТАЛНИ МИНЕРАЛИ ИЗВЛЕЧЕНИ ОТ МОРСКА ВОДА



АВТОРИ: инж. Чавдар Каменаров
инж. Пламен Каменаров

e-mail: chkamenarov@gmail.com
pkamenarov@yahoo.com



СЪДЪРЖАНИЕ

- 1. Въведение и основни характеристики на морската вода
- 2. Технология на тестване на инсталацията
- 3. Видове свързвания на електролизните вани със захранващия блок
- 4. Производителност на Браунов газ и полиметални минерали:
 - 4.1. При дневна работа:
 - - при 8 часов работен ден
 - - при 3 сменен режим на работа
- 5. Заключение

1. Въведение

- Водата се състои от два елемента – два атома Н и един атом О. Това твърдение е вярно, но само при чиста дестилирана и дейонизирана вода. В природата водата в такъв вид почти не съществува и винаги в нея има разтворени в някакво количество най-малко газове – при формиране на дъждовната вода в облаците, а при извори, подпочвени води, реки, езера, открити басейни и т.н. Винаги във водата има разтворени повече или по-малко метални или неметални съединения, в повечето случаи разтворени във водата под формата на йони.
- Тъй като основната идея на технологията е използването на естествени водни източници, то в най-голямо количество в естествен вид е морската вода в световния океан, която формира около 97% от всички водни ресурси на планетата.
- От проведените изследвания, морската вода от Черно море при взета проба южно от Бургаската акватория, характеристиките на водата са:
 - - електропроводимост – $15510 \pm 310 \mu\text{S}/\text{cm}$ – EN7888-2002
 - - рН = 8,32 EN ISO 10523-2012
 - - температура на водата - 22 оС

2. Технология на тестване на инсталацията

- **2.1. Време на изпитване**

- Продължителността на работа на инсталацията е:
- 1 час 39 мин. и 40 сек. = 1,67 часа

- **2.2. Количество произведен продукт**

- Количеството на получените полиметални минерали, като сухо вещество е: **2890 гр** сухо вещество
- Или за:
- 1 час 2890 гр. : 1,67 ч. = **1730 грама/час = 1,73 kg** количество минерали получени от 4 броя вани серийно свързани и захранени от 1 трансформатор
- Тази производителност е при средна вложена енергия от **1370 Wh = 1,73 kWh**

- **2.3. Вложена енергия**

- Тази производителност е при средна вложена енергия от

$$\mathbf{1370\ Wh = 1,73\ kWh .}$$

- Получена при средно захранване - **123 A**
- Средно, защото в началото на процеса инсталацията се захранваше с ток от 102 A, който бавно и постепенно нарастна за около 30 минути до 144 A, задържа около 30 минути и след това започна бавно да спада до 127 A, задържа за около още 30 минути и отново започна да нараства до края на процеса – 1 час, 39 минути и 40 секунди

- **2.4. Специфична производителност**

- Специфичната производителност ват час на килограм минерали - kWh/kg е:
- **1,73 kWh : 1,73 kg = 1,00 [kWh/kg]**
- Пробата е взета при работа само на 1 трансформатор, работещ с около 30% от мощността, с 4 броя вани едновременно. Максималната мощност на всеки трансформатор 3,5 kW.

На показаната Фиг.1, електролизните вани са свързани в паралел. Тази схема е удачна за води с ниска електропроводимост – питейни, речни, езерни, минерални и т.н.

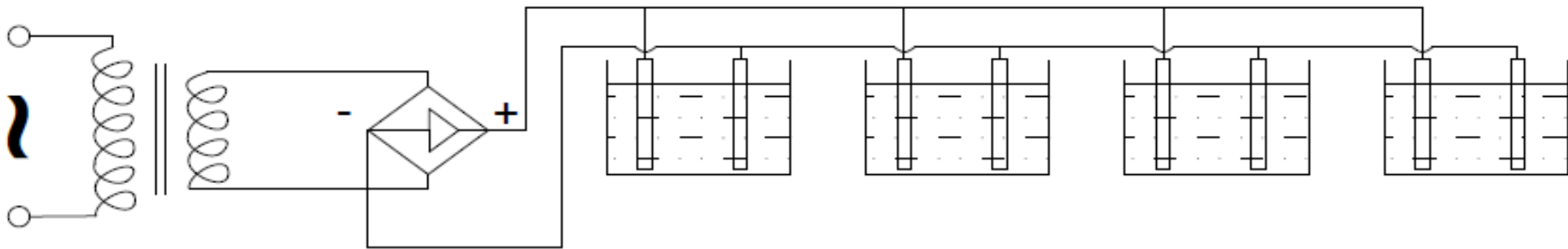


Fig.1

На Фиг. 2 е показано серийно свързване на електролизните вани. Тази схема е удачна, но само за води с голяма електропроводимост, каквато е морската вода.

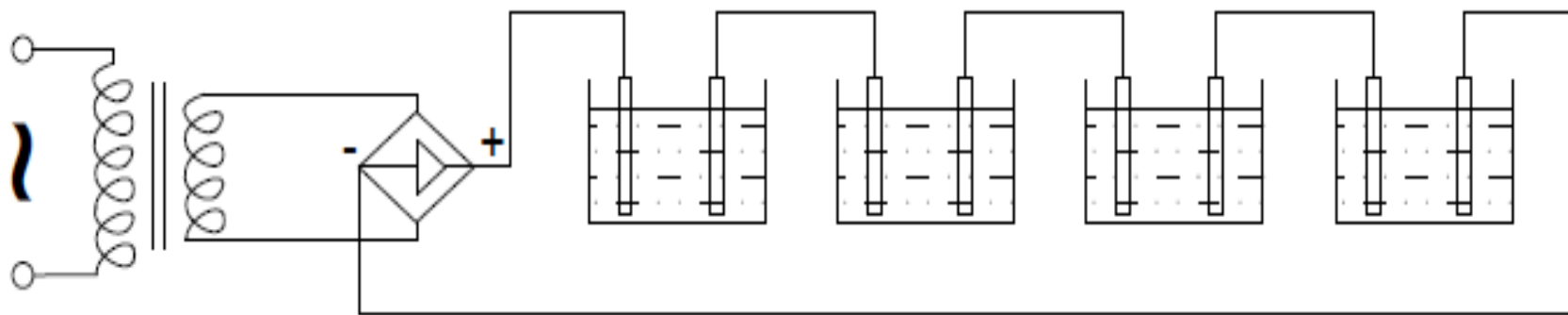


Fig.2

На Фиг. 3 е показано смесено свързване – групирани вани, като във всяка група ваните са серийно свързани, а групите в паралел. Тази схема е удачна и се препоръчва при използване на морска вода за постигане на максимална производителност, в зависимост от мощността на хранящия блок.

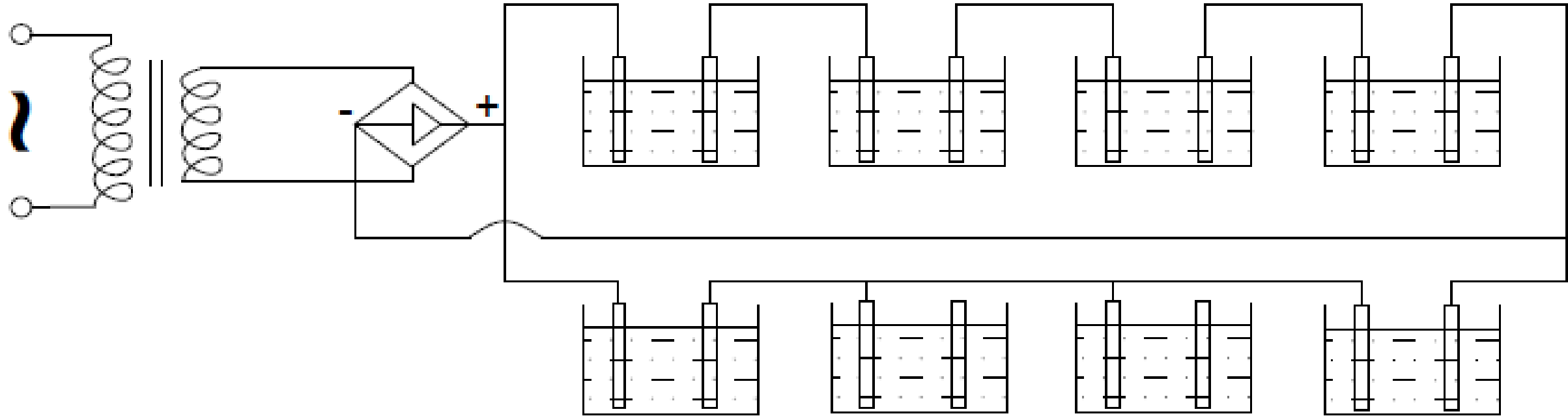


Fig 3

- При натоварване с около 78% от мощността на трансформатора или при вложена мощност от **2,74 kW**, същия ще захранва 8 броя вани, с което производителността се вдига 2 пъти, т.е. двойно по-голямо количество извлечени минерали се получава от вложена енергия **2,74 kWh** или
- При работа с 8 клетки монтирани в 8 вани, производителността ще бъде двойна, т.е.:
- **1,73 kg x 2 = 3,46 kg/h** извлечени минерали само за 1 час,
- а вложената специфична енергия за кг. минерали (kWh/kg) ще бъде:
-
- **2,74 kWh : 3,46 kg/h = 0,79 kWh/kg**
- Т.е. вложената специфична енергия се намалява с **26,58%**

- Има възможност, а и в проекта е заложено повишаване на производителността още 2 пъти при същите **8 броя клетки** монтирани в **8 броя вани** при запазена същата вложена енергия, но с малко променена конструкция. С това производителността при захранване само с 1 трансформатор работещ с 78% от мощността си ще бъде:
- **$3,46 \text{ kg/h} \times 2 = 6,92 \text{ kg/h}$** при същата вложена енергия от **2,74 kWh**.
- Така специфичната енергия вложена за производство на **6,92 kg/h** минерали ще бъде:
- **$2,74 \text{ kWh}/6,92 \text{ kg/h} = 0,39 \text{ kWh/kg}$** ,
- По този начин енергийната ефективност се повишава още над 2 пъти или:
- **$0,79 \text{ kWh/kg} : 0,39 \text{ kWh/kg} = 2,02$ пъти**

- При включване на работа на 4-те трансформатора всеки работещ с по 8 вани или общо 32 вани, то общата производителност ще бъде 4 пъти по-голяма или:
- $6,92 \text{ kg/h} \times 4 \text{ бр. трансф.} = \mathbf{27,68 \text{ kg/h}}$ извлечени минерали, но с вече 4 пъти по-голяма вложена енергия или
- $2,74 \text{ kWh} \times 4 \text{ бр. трансф.} = \mathbf{10,96 \text{ kWh}}$ за всеки час (при работа с 4 трансформатора)
-

4. Производителност на Браунов газ и полиметални минерали:

- При **8 часов** режим на работа

- **27,68 kg/h x 8 h = 221,44 kg**, като вложената енергия за 8 часа ще бъде:
- **10,96 kWh x 8 h = 87,68 kWh/ден** (при 8 часов работен ден)
- Или за 1 месец при 21 работни дни, произведените минерали ще бъдат:
- **4.1. При дневна работа:**
- **221,44 kg/8 h x 21 дни = 4650,24 kg = 4,65 тона/месец**

- При вложена енергия от
- **87,68 kWh/ден x 21 дни = 1841,28 kWh** за 1 месец (при 8 часов работен ден)
- Ако цената на енергията е 0,20 лв/kWh, то енергийната себестойност на произведената продукция ще бъде:
- **1841,28 kWh x 0,20 лева = 368,256 лева/месец** (при 8 часов работен ден)
- Цената на 1 тон извлечени минерали ще бъде:
- **368,256 лв/месец : 4,65 тона = 79,19 лв/тон** (при 8 тчасов работен ден)

- - **при 3 сменен режим на работа**
- Ако имаме 3 сменен режим на работа, производителността ще бъде:
- **$221,44 \text{ kg}/8\text{h} \times 3 = 664,32 \text{ kg}/24\text{h}$ или **664,32 кг/ден****
- А вложената енергия за това количество ще бъде:
- **$87,68 \text{ kWh} \times 3 = 263,04 \text{ kWh}/\text{ден}$ (при 24 часов работен режим)**
- При 21 дневен работен месец, производителността ще бъде:
- **$664,32 \text{ кг}/\text{ден} \times 21 \text{ дни} = 13950,72 \text{ кг}/\text{месец} = 13,950 \text{ тона}/\text{месец}$ (при 24 часов работен ден)**

- При изразходена енергия:
- **263,04 kWh/ден x 21 дни = 5523,84 kWh** (за 1 месец с 24 часов работен ден)
- Т.е. в рамките на 1 месец за количество от 13,95 тона минерален концентрат ще бъде изразходвана енергия от **5523,84 kWh**
- Ако цената на енергията е 0,20 лв/kWh, то за произведеното количество минерален концентрат вложената енергия ще струва:
- **5523,84 kWh x 0,20 = 1104,77 лв.** (за произведени 13,95 тона минерали)
- Или цената за тон произведени минерали ще бъде:
- **1104,77 лв. : 13,95 тона = 79,19 лева/тон** (при 24 часов работен ден)
- Т.е. цената на тон при 24 часов работен ден е същата, както е и при 8 часовия работен ден. Разликата е само в 3 пъти по-голямото количество продукция.

5. Заключение

- Цената на произведената продукция – полиметален концентрат е формирана само на база енергийни разходи, тъй като те са най-големи и съществени. Към тези разходи не са включени: разхода за съпътстващи технологични енергийни нужди, като например за сепариране на минералите от водата, разходи за труд и т.н.

6. Литература

- 1. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 9, Issue 6, June-2018 1470ISSN 2229-5518
- 2. Salameh, in Renewable Energy System Design, ed. Z. Salameh, Academic Press, Boston, 2014, DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374991-8.00004-0>, pp. 201-298.
- 3. Protokol) 9738/01`.06.2015 of EuroTest-Control JSC Bulgaria
- 4. <https://ascelibrary.org/.../%28ASCE%290733-950X%281988%29114%3A4%28519%29>
- 5. [https://m.miningweekly.com/.../over-40-minerals-and-metals-contained-in- **seawater**-their-extraction-likely-to-increase-in-the-future-2016-04-0...](https://m.miningweekly.com/.../over-40-minerals-and-metals-contained-in-seawater-their-extraction-likely-to-increase-in-the-future-2016-04-0...)