

## RESEARCH OF ENERGY EFFICIENCY BY OBTAINING OF BROWNIAN GAS AND POLYMETALLIC MINERALS FROM SEA WATER

Chavdar Nikolov Kamenarov

*Plam Enrgy JSC*

Plamen Chavdarov Kamenarov

*Kame engineering Ltd*

### Introduction

The purpose of this development is to publish and present to the scientific community and the public, data from experiments conducted with the first ever piloted Brown gas production facility and polymetallic minerals from seawater.



Since in the presented pilot installation the electrolysis tubs - 4 number are closed and processes cannot be monitored, the authors decided to design and install an additional 4 open tubs in which everyone can freely monitor the formation of both the Brown gas and the separation of poly metallic minerals.



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

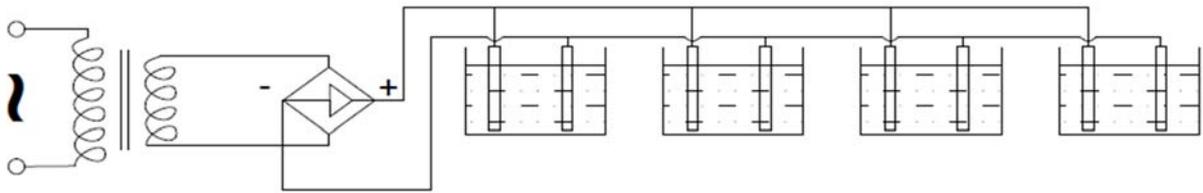


Fig.1

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

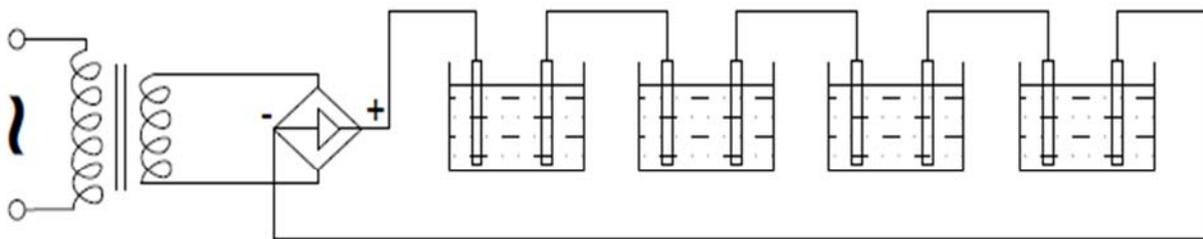


Fig.2

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

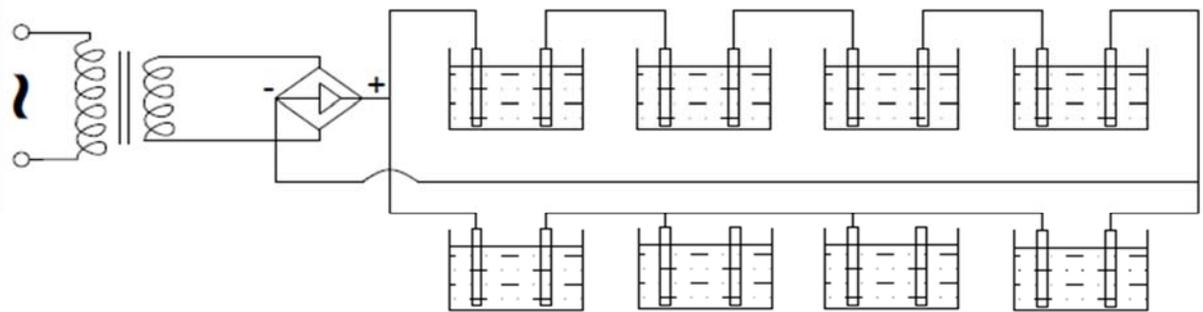


Fig.3

### Description of the experimental production and brief calculations

The first two photos show gas bubbles and actively separating minerals in color from dark gray to black, and in the third photo you can see how much the water level has dropped over the course of the experiment. The affixed adhesive is a signal indicator, with the upper edge coinciding with the water level before electrolysis, and the lower level at the end of the process showing us how many millimeters the level has fallen. On this basis, the area of the bathtub multiplied by the water column gives us the amount of water decomposed in the respective bathtub.

Bathtub No. 1 -  $h = 5.2 \text{ mm} = 0.0052 \text{ m}$

Bath No. 2 -  $h = 3.6 \text{ mm} = 0.0036 \text{ m}$

Bathtub No. 3 -  $h = 3.3 \text{ mm} = 0.0033 \text{ m}$

Bathtub No. 4 -  $h = 7.0 \text{ mm} = 0.0070 \text{ m}$

The decomposed water in volume in liters for each bath is as follows:

1. Electrolyzer 1 -  $V' = S \times h = 0.131868 \times 0.0052 = 0.0006857 \text{ m}^3 = 0.6857 \text{ [liters]}$

2. Electrolyzer 2 -  $V' = S \times h = 0.131868 \times 0.0036 = 0.0004747 \text{ m}^3 = 0.4747 \text{ [liter]}$

3. Electrolyzer 3 -  $V' = S \times h = 0.131868 \times 0.0033 = 0.0004352 \text{ m}^3 = 0.4352 \text{ [liters]}$

4. Electrolyzer 4 -  $V' = S \times h = 0.131868 \times 0.0070 = 0.0009231 \text{ m}^3 = 0.9231 \text{ [liter]}$

TOTAL: 2,5187 liters

2,5187 liters in 1 hour 39 minutes 40 sec. = 1.67 hours

I

n

As the detected consumption ranged from 102 A to 144A

l and the voltage at the beginning of the first cell and at the end of the last cell is 11.14 V and  
 is maintained until the end of the process, then the extreme power consumption will be

h  $102 \text{ A} \times 11.14 \text{ V} = 1136.28 \text{ W}$

o  $144 \text{ A} \times 11.14 \text{ V} = 1604.16 \text{ W}$

u The specific energy intensity of the degraded water unit system is:

r w - specific energy consumption W / h

P - power in W

t

h  $V_{\text{H}_2\text{O}}$  - decomposed water in liters / hour

e  $w = P / V_{\text{H}_2\text{O}} = (1136.28 \text{ watts}) / (1.5082 \text{ l / hour}) = 752.738 \text{ watts of energy to decompose 1 liter of water}$

w Since 1 liter of water = 1866 liters of Brown gas, the specific energy for producing 1 liter of  
 Brown gas W will be:

t  $W = 752,738: 1866 = 0.403 \text{ W / l}_{\text{BG}}$  - Watt per liter of Brown gas

e

r Since, at the end of the process, the current consumption is increased to 144 A or the input  
 power is 1604.16 W, the specific energy for the decomposition of 1 liter of water will be:

i  $w = P / V_{\text{H}_2\text{O}} = 1604.16: 1.5082 = 1063.6 \text{ hours}$

n and accordingly the energy intensity to produce 1 liter of Brown gas W [Wh / 1HHO] is

$W = 1063.6: 1866 = 0.57 \text{ Wh / l}_{\text{BG}}$

4 Or the average energy consumption of the system will be the arithmetic mean, ie.

$(0.403 + 0.57): 2 = 0.566 \text{ Wh / l}$  - hours per liter of Brown gas

b  $102 \text{ A} \times 11.14 \text{ V} = 1136.28 \text{ W}$

a  $144 \text{ A} \times 11.14 \text{ V} = 1604.16 \text{ W}$

t The specific energy intensity of the degraded water unit system is:

h w - specific energy consumption W / h

s P - power in W

$V_{\text{H}_2\text{O}}$  - decomposed water in liters / hour

w  $w = P / V_{\text{H}_2\text{O}} = (1136.28 \text{ wathours}) / (1.5082 \text{ l / hour}) = 752.738 \text{ wathous of energy to decompose 1 liter of water}$

l Since 1 liter of water = 1866 liters of Brown gas, the specific energy for producing 1 liter of  
 Brown gas W will be:

$W = 752,738: 1866 = 0.403 \text{ Wh / l}_{\text{BG}}$  - Watt hour per liter of Brown gas

b

e Since, at the end of the process, the current consumption is increased to 144 A or the input  
 power is 1604.16 W, the specific energy for the decomposition of 1 liter of water will be:

d

e

c

o

$$w = P / H_2O = 1604.16 : 1.5082 = 1063.6 \text{ hours}$$

and respectively the energy intensity to produce 1 liter of Brown gas W [Wh / l<sub>BG</sub>] is

$$W = 1063.6 : 1866 = \mathbf{0.57 \text{ Wh / l}_{BG}}$$

Or the average energy consumption of the system will be the arithmetic mean, ie.

$$(0.403 + 0.73) : 2 = \mathbf{0.566 \text{ Wh / l}_{BG}} - \text{hours per liter of Brown gas}$$

### **Comparing the results achieved with the global achievements for Brown gas production and the achievements by the creator and discoverer of Brown Gas - Yull Brown (Ilia Valkov)**

#### **World achievements:**

For 1 kWh (kWh) of input energy, 340 liters of brown gas (L<sub>bg</sub>) 1866 is obtained 1<sub>bg</sub>:

$$340 = 5,488 \text{ kWh (kWh) for decomposition of 1 liter of water}$$

Or the average energy consumption per liter of Brown gas would be:

$$5488 : 1866 = 2.94 \text{ Wh / l} - \text{hours per liter of Brown gas}$$

#### **Yull Brown (Ilia Valkov) achieves:**

For 1 kWh (kilowatt hour) the energy input receives 560 liters of Brown gas (L<sub>bg</sub>) 1866: 560 = 3.332 kWh (kilowatt hours) for the decomposition of 1 liter of water

And the average energy intensity will be reached

$$3332 : 1866 = \mathbf{1.78 \text{ Wh / l}} - \text{hours per liter of Brown gas}$$

#### **The authors of the technology achieve:**

For 1 hour the decomposed water in the 4 baths is e

$$2,5187 \text{ l} : 1.67 \text{ h} = 1.5 \text{ l / h} - \text{liter of water per hour of decomposed water}$$

The energy input is:

$$102 \text{ A} \times 11.14 \text{ V} = 1136.28 \text{ W} - \text{minimum energy during the process}$$

$$144 \text{ A} \times 11.14 \text{ V} = 1604.16 \text{ W} - \text{maximum energy during the process}$$

Or the average value will be:

$$(1136.28 + 1604.16) : 2 = 1370.22 \text{ Wh} - \text{energy input for 1 hour}$$

The minimum energy put into decommissioning 1 liter of water will be:

$$1136,28 \text{ Wh} : 1,5 \text{ l / h} = 753,4 \text{ Wh / l} - \text{hours per liter of water}$$

And for

$$1604,16 \text{ Wh} : 1,5 \text{ l / h} = 1069,44 \text{ Wh / l} - \text{hours per liter of water}$$

Or average:

$$(753.4 + 1069.44) : 2 = 911.42 \text{ Wh / l} - \text{hours per liter of water}$$

$$753,4 : 1866 = 0,403 \text{ Wh / l} - \text{hours per liter of Brown gas MINIMUM}$$

$$1069,44 : 1866 = 0,573 \text{ Wh / l} - \text{hours per liter No. Gas MAXIMUM}$$

Or the average energy consumption of the system will be:

$$(0.403 + 0.573) : 2 = \mathbf{0.488 \text{ Wh / l}} - \text{hours per liter of Brown gas}$$

#### **Technology Opportunities**

Increasing system performance can be accomplished in two ways:

- By including twice as many bathtubs - in the case of 4, of 8, as the power supply capabilities allow.

- By reducing the resistance in the electrolysis packet twice, by reducing the distance between the electrolysis plates.

***Increase productivity by including twice as many bathtubs***

With the addition of 4 more bathtubs running in parallel with the first two, each 4 will have the same consumption - maximum current of 144 A. But since they are in parallel, their total consumption from the power transformer will be 288 A. At a rated power of the power transformer of 3.5 kW, it will operate at near maximum permissible mode. In this setting, the energy intensity - hourly / liter of Brownian gas will remain the same, but at twice the productivity.

***Increase productivity by reducing the resistance in the electrolysis packet twice, by reducing the distance between the electrolysis plates***

Another way to increase productivity at the same power consumption is to reduce the resistance by reducing the distance between the electrolysis plates.

With double reduction of the distance between the plates, with twice the number of electrolysis packages, the energy intensity remains the same, but with twice the productivity.

As in the above considerations, we raised the number of electrolysis tubs from 4 to 8, increasing the consumption from 144 A to 288 A.

In this way, the 3.5 kW power supply will operate at almost maximal mode. But this maximum mode is repeated at 2x4 pieces in parallel or a total of 8 baths.

Now the same number of baths, but with altered clearance, the distance between the electrolysis plates - twice smaller, it is possible to increase the productivity 2 more times, but already with the changed schematic configuration, ie. 2x2 groups of 8 baths in each group or 2x8 baths. In such a configuration, productivity will be able to increase 2 more times or 4 times over its original appearance.

**Conclusion**

With the presented layout of the installation, it means that with the same energy intensity, the final output of the installation will be increased up to 4 times.

**Advantages and disadvantages**

In the schemes outlined above, it is apparent when combining the number of electrolysis tubs 2x4, 2x8 or any other combination, connected 2x2, 3x3, etc. groups in parallel with the change in distance between the electrolysis plates, one can always find some optimal mode between the permissible load of the power supply unit and the consumption by the electrolysis baths.

At the same time, any reduction or increase in the distance between the electrolysis plates leads to a decrease or, respectively, to an increase in the resistance and the associated energy consumption. At the same time, any reduction in the distance between the plates is associated with the difficulty of removing the extracted polymetallic minerals located between the plates. This inevitably affects productivity, ie. we think we are doubling our productivity, but at the same time the process slows down and the same goes down. This decline in productivity is not linear, but rather an approximate logarithmic law, which is yet to be specified.

In other words, there is a relationship between:

- productivity,
  - distance between plates,
  - electrical conductivity,
  - mechanical resistance of the extracted minerals
  - electrical resistance of the extracted minerals
- i.e. there is a relationship between 5 parameters.

**Consequence**

Thus, the question of searching for mathematical dependence between the above 5 parameters remains open to the presented installation at this stage. This dependence, since it is obviously not linear, is in a form of logarithmic law.

## References

1. Agnico Eagle – 2018 TD Securities Mining Conference.pdf
2. 2017-TD-Mining-Conference-January-17-2018-Booklet-Version.pdf
3. 2018-CIBC-21st –Annual-Whistler-Institutional-Investor-Conference-Booklet-Version.pdf
4. 2018-Corporate-Update-January-Booklet-Version.pdf
5. BMO-Conference-Feb-20-2018-Final.pdf
6. Q4-2017-AEM-Earnings-Presentation-FINAL.pdf
7. Raymong-James-39th-Annual-Institutional-Investors-Conference.pdf
8. Brown's Gas, Book 1 and 2, 2002 © 1995, Eagle-Research - George Wiseman, Canada.
9. 4.forum.mazeto.net/index.php?topic=519.0
10. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.8b06779>
11. <https://news.stanford.edu/2019/03/18/new-way-generate-hydrogen-fuel-seawater/>
12. [www.researchgate.net/publication/284446967\\_FUELS\\_-\\_HYDROGEN\\_PRODUCTION\\_Water\\_Electrolysis](http://www.researchgate.net/publication/284446967_FUELS_-_HYDROGEN_PRODUCTION_Water_Electrolysis)
13. <https://www.ijser.org/onlineResearchPaperViewer.aspx?...Electrolysis...Seawater...>
14. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 9, Issue 6, June-2018 1451ISSN 2229-551. (Performing and Developing a More Efficacious Method of Electrolysis on Seawater Utilizing Chemical Compounds and Electrochemistry By: Aryan Jain and Rishit Thakkar)
15. <https://yonsei.pure.elsevier.com/.../publications/formation-of-hazardous-inorganic-by-products-during-electrolysis->
16. Direct Electrolytic Splitting of Seawater: Opportunities and Challenges, [https://acs.figshare.com/...Electrolytic...of\\_Seawater.../4448585](https://acs.figshare.com/...Electrolytic...of_Seawater.../4448585)
17. Quest to Mine Seawater for Lithium Advances - MIT Technology ..., <https://www.technologyreview.com/.../quest-to-mine-seawater-for-lithium-advances/>
18. Hydrogen Production Using Sea Water Electrolysis, <https://benthamopen.com/ABSTRACT/TOFCJ-3-1>
19. Study on Advanced Pretreatment of Seawater by Electrolysis, <https://www.scientific.net/AMR.881-883.598>
20. Turning Water Into Fuel | Hakai Magazine, <https://www.hakaimagazine.com/news/turning-water-into-fuel/>
21. Advantages verification of seawater electrolysis technique | Report ..., [https://cordis.europa.eu/result/rcn/42827\\_en.html](https://cordis.europa.eu/result/rcn/42827_en.html)
22. Researchers create hydrogen fuel from seawater – ScienceDaily, <https://www.sciencedaily.com/releases/2019/03/190318151726.htm>
23. <https://news.stanford.edu/.../new-way-generate-hydrogen-fuel-seawater/>
24. <https://aquarius.nasa.gov/pdfs/electrolysis.pdf>
25. [https://aquarius.oceansciences.org/cgi/ed\\_act.htm?id=47](https://aquarius.oceansciences.org/cgi/ed_act.htm?id=47)
26. <https://www.greencarcongress.com/2018/.../201080728-nanjing.html>
27. <https://www.techtimes.com/.../stanford-scientists-turn-seawater-into-hydrogen-fuel.htm>
28. <https://m.miningweekly.com/.../over-40-minerals-and-metals-contained-in-seawater-their-extraction-likely-to-increase-in-the-future-2016-04-0...>
29. <https://eandt.theiet.org/.../researchers-create-hydrogen-fuel-from-seawater/>
30. <https://ascelibrary.org/.../%28ASCE%290733-950X%281988%29114%3A4%28519%29>

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ ПРИ ДОБИВ НА БРАУНОВ ГАЗ И ПОЛИМЕТАЛНИ МИНЕРАЛИ ОТ МОРСКА ВОДА

### Въведение

Целта на настоящата разработка е да публикува и представи на научната общност и на обществеността, данни от проведени експерименти с първата по рода си създадена пилотна инсталация за добив на Браунов газ и полиметални минерали от морска вода.



Тъй като в представената пилотна инсталация електролизните вани – 4 на брой са закрити и не може да се наблюдават процесите, то авторите решиха да изработят и монтират допълнително 4 открити вани, на които всеки може свободно да наблюдава формирането както на Брауновия газ, така и на отделянето на полиметалните минерали.

На първите две снимки се виждат газоотделящите се мехури и активно отделящите се минерали на цвят от тъмно-сиви до черни, а на 3-та снимка си вижда с колко е паднало нивото на водата за времето на протичане на експеримента. Поставената лепенка е като сигнален индикатор, като горния ръб съвпада с нивото на водата преди електролизата, а долното ниво в края на процеса ни показва с колко милиметра нивото е паднало. На тази база площта на ваната умножена по водния стълб ни дава количеството вода разградена в съответната вана.



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.

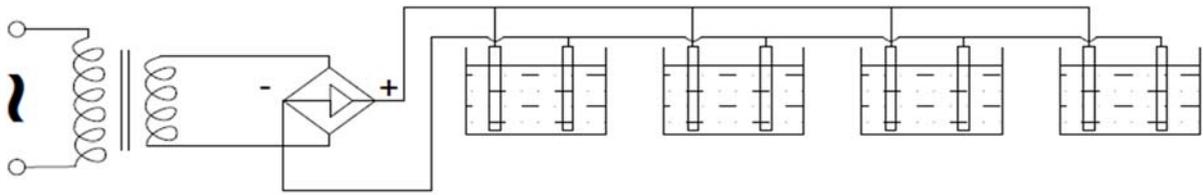


Fig.1

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.

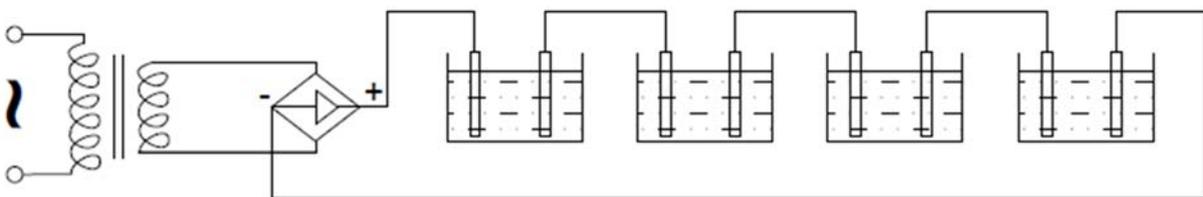


Fig.2

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 захранващия блок.

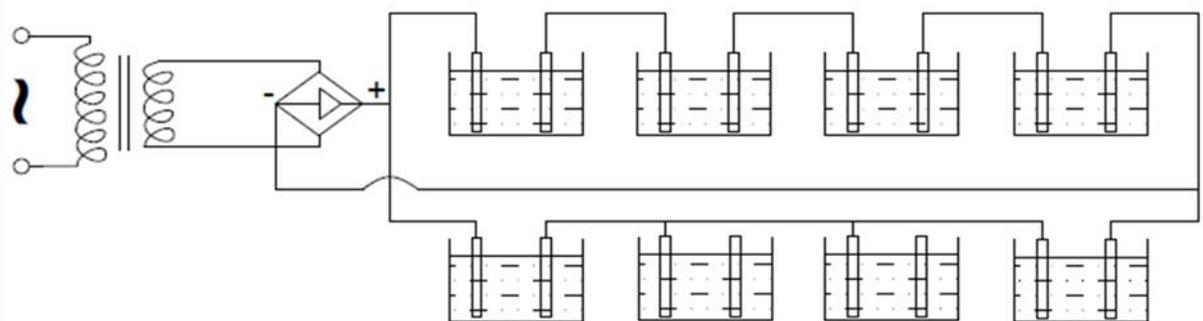


Fig.3

#### Описание на опитната постановка и кратки изчисления

Както се вижда на 1-та снимка отляво на 4-я слайд, непосредствено до инсталацията са разположени 4 еднакви вани с размери както следва:

Повърхност на 1 брой вана –  $S = 0,297 \text{ м} \times 0,444 \text{ м} = 0,131868 \text{ м}^2$

Времетраене на провеждане на експеримента – 1 час 39 минути и 40 секунди = 1,67 часа

Разградената вода като воден стълб на всяка вана е както следва:

Вана № 1 -  $h = 5,2 \text{ mm} = 0,0052 \text{ m}$

Вана № 2 -  $h = 3,6 \text{ mm} = 0,0036 \text{ m}$

Вана № 3 -  $h = 3,3 \text{ mm} = 0,0033 \text{ m}$

Вана № 4 -  $h = 7,0 \text{ mm} = 0,0070 \text{ m}$

Разградената вода като обем в литри за всяка вана е както следва:

$$\text{Вана № 1} - V'_{\text{H}_2\text{O}} = S \times h = 0,131868 \times 0,0052 = 0,0006857 \text{ m}^3 = 0,6857 \text{ [литра]}$$

$$\text{Вана № 2} - V'_{\text{H}_2\text{O}} = S \times h = 0,131868 \times 0,0036 = 0,0004747 \text{ m}^3 = 0,4747 \text{ [литра]}$$

$$\text{Вана № 3} - V'_{\text{H}_2\text{O}} = S \times h = 0,131868 \times 0,0033 = 0,0004352 \text{ m}^3 = 0,4352 \text{ [литра]}$$

$$\text{Вана № 4} - V'_{\text{H}_2\text{O}} = S \times h = 0,131868 \times 0,0070 = 0,0009231 \text{ m}^3 = 0,9231 \text{ [литра]}$$

ОБЩО: 2,5187 литра

2,5187 литра за 1 час 39 мин. 40 сек. = 1,67 часа

За 1 час разградената вода в 4-те вани ще бъде

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{2,5187}{1,67} = 1,5082 \text{ литра/час (литра течна вода на час)}$$

Тъй като засечената консумация варираше от 102 А до 144А

а напрежението в началото на първата клетка и в края на последната е 11,14 V и се запази до края на процеса, то екстремалната консумирана мощност ще бъде

$$102 \text{ A} \times 11,14 \text{ V} = 1136,28 \text{ W}$$

$$144 \text{ A} \times 11,14 \text{ V} = 1604,16 \text{ W}$$

Специфичната енергоемкост на системата за единица разградена вода е:

$w$  – специфична енергоемкост W/h (Ват/час)

$P$  – мощност във W

$V_{\text{H}_2\text{O}}$  - разградена вода в литри/час

$w$

Тъй като 1 литър вода = 1866 литра Браунов газ, то специфичната енергия за получаване на 1 литър Браунов газ  $W$  ще бъде:

$$W = 752,738 : 1866 = 0,403 \text{ W/L}_{\text{BG}} \text{ – вата на литър Браунов газ}$$

Тъй като в края на процеса консумацията на ток се повиши на 144 А или или вложената мощност е 1604,16 W, то специфичната енергия за разграждане на 1 литър вода ще бъде:

$$w = P / V_{\text{H}_2\text{O}} = 1604,16 : 1,5082 = 1063,6 \text{ ватчаса}$$

и респективно енергоемкостта за получаване на 1 литър Браунов газ  $W$  [ $\text{Wh/l}_{\text{HNO}}$ ]бъде

$$W = 1063,6 : 1866 = 0,57 \text{ Wh/L}_{\text{BG}}$$

Или средната енергоемкост на системата ще бъде средно аритметичната стойност, т.е.

$$\frac{1136,28 \text{ ват} \times 1,5082 \text{ l/час}}{2} = 752,738 \text{ ватчаса енергия за разграждане на 1 литър вода}$$

**Съпоставяне и сравняване на постигнатите резултати със световните постижения на добив на Браунов газ и постижението достигнато от създателя и откривателя на Браунов газ – Юл Браун (Илия Вълков)**

**7 Световни постижения:**

3 За 1 kWh (киловат час) вложена енергия се получават 340 литра Браунов газ (Lbg)

Или средната енергоемкост за литър Браунов газ ще бъде:

**Wh/L** - ватчаса за литър Браунов газ

**Юл Браун (Илия Вълков) постига:**

2 За 1 kWh (киловат час) вложена енергия получава 560 литра Браунов газ (L bg) 1866: 560 = 3,332 kWh (киловатчаса енергия) за разграждане на 1 литър вода

=

0

= 479 =

5

а средната енергоемкост достигната ще бъде

**Wh/l** - ватчаса на литър Браунов газ

**Авторите на технологията постигат:**

За 1 час разградената вода в 4-те вани е

1 : 1,67 h = 1,5 l/h – литра вода на час разградена вода

Вложената енергия е:

102 A x 11,14 V = 1136,28 W - минимална енергия по време на процеса

144 A x 11,14 V = 1604,16 W - максимално енергия по време на процеса

или осреднена ще бъде:

Wh - енергия вложена за 1 час

Минималната енергия вложена за разграждане на 1 литър вода ще бъде:

Wh : 1,5 l/h = **753,4 Wh/l** - ватчаса за литър вода

и съответно за

W Или средно:

~~W~~

~~h~~ 7

~~Wh/l~~ – ватчаса на литър Бр.Газ МАКСИМУМ

~~W~~ Или средната енергоемкост на системата ще бъде:

~~0,488 Wh/l~~ - ватчаса на литър Браунов газ

~~Wh/l~~ за литър вода

~~Wh/l~~ - ~~както постигнал съри Брауновият~~ **МИНИМУМ** ~~стигнатите~~ **резултати на авторите с новосъздадената технология спрямо енергоемкостта на световните постижения и това достигнато от Юл Браун**

/ От посочените цифри по-горе е видно, че достиганите резултати на авторите на новосъздадената технология превъзхожда по енергоемкост:

спрямо всички постигнати резултати досега в световен мащаб, а именно:

~~Wh/l~~ : 0,488 Wh/l = **6,02 пъти**

спрямо върховото достижение на автора на Брауновия газ – Юл Браун:

~~Wh/l~~ : 0,488 Wh/l = **3,64 пъти**

~~0~~

**6 Възможности на технологията**

**9** Повишаването на производителността на системата може да се реализира по два начина:

**4** - Чрез включване в паралел на двойно повече вани – в случая от 4, на 8 броя, тъй като ~~Wh~~ възможностите на хранящия блок, позволяват това.

**W** - Чрез намаляване на съпротивлението в електролизния пакет двойно, чрез намаляване ~~Wh~~ на разстоянието между електролизните плочи.

/

**1** **Повишаване на производителността чрез включване в паралел на двойно повече вани**

При включване на допълнително още 4 броя вани работещи в паралел с първите две, всяка 4-ка ще има една и съща консумация – максимален ток от 144 А. Но тъй като са в паралел, то общата им консумация от хранящия трансформатор ще бъде 288 А. При номинална мощност на хранящия трансформатор от 3,5 kW, същия ще работи на почти максимален допустим режим. При тази постановка, енергоемкостта – ватчас/литър браунов газ ще остане една и съща, но при двойно по-голяма производителност.

***Повишаване на производителността чрез намаляване на съпротивлението в електролизния пакет двойно, чрез намаляване на разстоянието между електролизните плочи***

Другият начин за повишаване на производителността при една и съща енергоемкост е намаляване на съпротивлението чрез намаляване разстоянието между електролизните плочи.

При двойно намаляване на разстоянието между плочите, при двойно по-голям брой електролизни пакети, енергоемкостта се запазва същата, но при двойно по-голяма производителност.

Тъй като при горните разсъждения, ние вдигнахме бройката на електролизните вани от 4 на 8 броя, като увеличихме консумацията от 144 А на 288 А.

Така захранващия блок с мощност от 3,5 kW ще работи почти почти на максимален режим. Но този максимален режим повтаряме е при 2x4 броя в паралел или общо 8 броя вани.

Сега същия брой вани, но при променена хлабина, разстояние между електролизните плочи – двойно по-малка, има възможност да се увеличи още 2 пъти производителността, но вече с променена схемна конфигурация, т.е. 2x2 групи от по 8 броя вани във всяка група или 2x8 броя вани. При такава конфигурация производителността ще може да се повиши още 2 пъти или 4 пъти спрямо първоначалния си вид.

**Изводи**

При така представената постановка на инсталацията, означава, че при същата енергоемкост, ще се повиши крайната, изходната производителност на инсталацията – до

**Предимства и недостатъци**

При така изложените схеми е видно, при комбиниране на броя на електролизните вани 2x4, 2x8 или някаква друга комбинация, свързани 2x2, 3x3 и т.н. групи в паралел с промяна на разстоянието между електролизните плочи, винаги може да се намери някакъв оптимален режим между допустимото натоварване на захранващия блок и консумацията от страна на електролизните вани.

В същото време, всяко намаляване или увеличаване разстоянието между електролизните плочи, води до намаляване или респективно до увеличаване на съпротивлението и свързаното с това енергопотребление.

Но трябва да се има предвид, че всяко намаляване на разстоянието между плочите е свързано със затруднено отстраняване на извлечените полиметални минерали намиращи се между плочите. Това неминуемо се отразява и върху производителността, т.е. ние си мислим, че увеличаваме двойно производителността, но в същото време процеса се самозатормозява и същата пада. Този спад на производителността не е по линеен закон, а по някакъв приблизително логаритмичен закон, който тепърва ще се уточнява.

С други думи има зависимост между:

- производителност,
- разстояние между плочите,
- електропроводимост,

механично съпротивление на извлечените минерали

- електрическо съпротивление на извлечените минерали

т.е. има зависимост между 5 параметъра.

**Заклучение**

Така пред представената инсталация на този етап остава открит въпроса за търсене на математическа зависимост между посочените по-горе 5 параметъра. Тази зависимост, понеже явно не е линейна и е във форма на логаритмичен закон.