

## ВЗАИМОВРЪЗКА МЕЖДУ СТРУКТУРАТА НА ТРИФАЗНАТА ПЯНА И ПЛЪТНОСТТА НА ФЛОТАЦИОННИЯ ПУЛП

Антоанета Ботева

Христина Петрова

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски" София 1700, България

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски" София 1700, България

### РЕЗЮМЕ

Структурата на трифазната пяна е определяща за селективността на протичащия флотационен процес. Изследвано е влиянието на плътността на флотационния пулп, както върху процеса на вторично набогатяване на концентратите, така и върху селективността на процеса на отделяне на минералите от трифазната пяна с дренажните води. Тази връзка на вторично набогатяване е изследвана както в разрез с хидрофобността на минералите, така и с размера на минералните частици.

Ключови думи: трифазна пяна, твърда маса, ламелна течност

### ВЪВЕДЕНИЕ

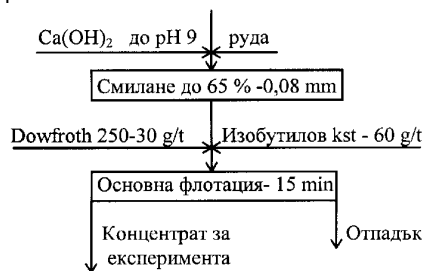
Флотацията като процес протичащ на границата на три фази, за разлика от редица други технологични процеси, при които основна роля играе двуфазна пяна, се доминира от свойствата и конфигурацията на трифазната пяна. Това е пяната, която освен въздух и вода, съдържа още и твърди частици, закрепени върху въздушните мехури, образуващи трифазната пяна. Нейни важни параметри, които имат пряко отношение към процеса на селекция на минералите са:

- изменението на структурата на трифазната пяна като цяло и формата на мехурите в частност по височината на пенния слой;
- количеството твърда маса задържано в трифазната пяна;
- количеството ламелна течност и скоростта на дренирането ѝ;
- кинетиката на разрушаване на трифазната пяна;
- изменението на състава на твърдата маса по височина в разрез.

От всичко горепозначено следва, че между параметрите характеризиращи трифазната пяна и селективността на флотационния процес съществува зависимост. От нея следва и възможността за съществуване на връзка между плътността на флотационния пулп и структурата на трифазната пяна, която зависимост в технологичен аспект се разглежда като компонент от зависимостта на селективността на флотацията от плътността на флотационния пулп.

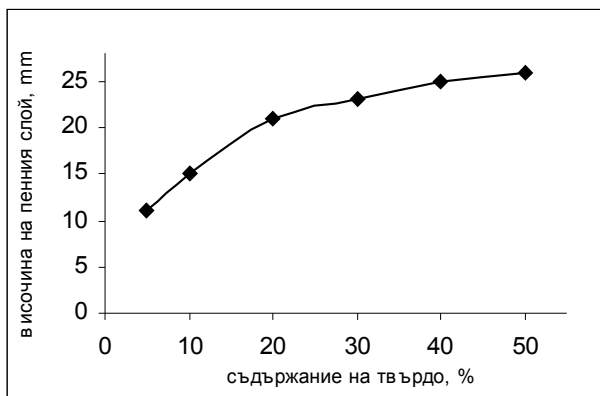
За провеждане на изследването бе изготвена специална методика, описана по-долу, за която бяха окомплектовани някои елементи като:

- стъклена тръба с височина 1 m и диаметър 25 mm, в долния край на която е закрепен шотов филтър, през който се подава от компресор въздух под налягане. Компресорът е снабден с точен манометър и разходомер за подавания под налягане въздух;
- стъклената тръба се използва като флотационна машина за пречистна операция, като флотацията протича при променливо съдържание на твърдата фаза в пулпа. Измерва се литровото тегло на подавания за пречистване флотационен пулп;
- допълнителни реагенти не се подават;
- поддържа се постоянна остатъчна концентрация на флотационните реагенти, като разреждането за промяна на плътността на пулпа се извършва с отфилтрувана вода от основна флотация;
- за всеки опит концентрацията се добива чрез флотация на медна руда по схемата на фигура 1;
- стъклената тръба в горния си край е градуирана през 5 mm, където съответния пенен слой се отделя чрез отсифониране.



Фигура 1. Схемата на опитите за получаване на колективен меден концентрат  
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ

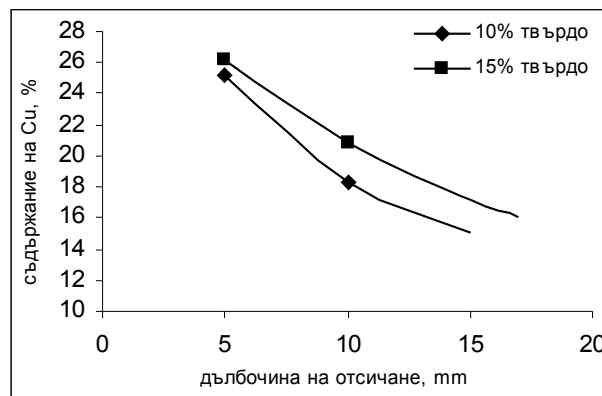
Проведени са три серии опити. Първата серия опити имаше за задача да провери връзката между височината на пенния слой и съдържанието на твърдо по тегло в пулпа. Получените резултати са дадени на фигура 2. Те показват, че зависимостта между дебелината на пенния слой и съдържанието на твърдо измерено в проценти не е право пропорционално, а има експоненциален характер.



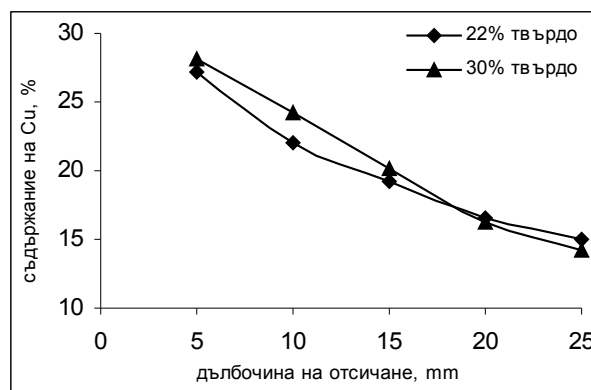
Фигура 2. Зависимост на дебелината на пенния слой от процента твърдо във флотационния пулп

Втората серия опити изследва зависимостта между съдържанието на твърдо в пулпа и промяната в съдържанието на мед по височина на пенния слой. Слоевете бяха снемани с дебелина 5 mm чрез отсифониране. На анализ се даваше сборната проба от 10 опита. Получените резултати са дадени на фигури от 3 до 5.

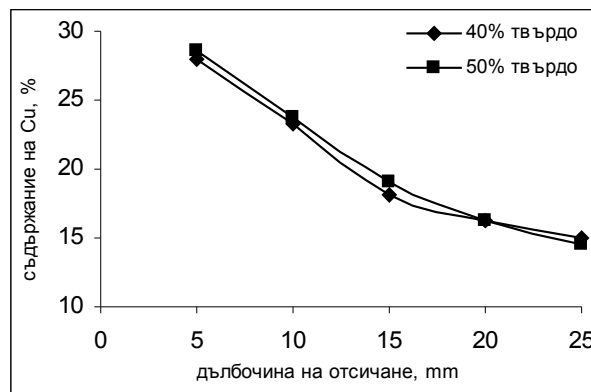
Чрез третата серия опити бе проследена кинетиката на свиване на трифазната пяна в зависимост от съдържанието на твърда маса във флотационния пулп. Получените резултати са дадени на фигури 6 и 7.



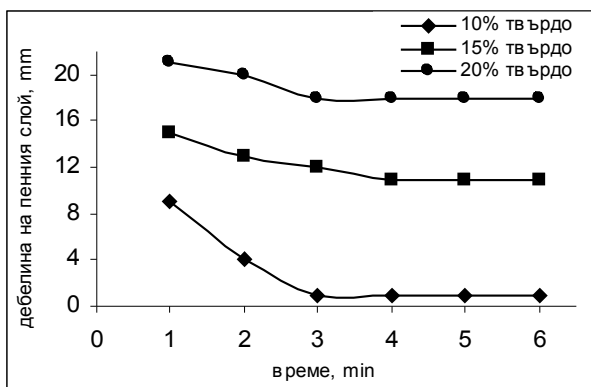
Фигура 3. Изменение на съдържанието на мед по височина на пенния слой, при твърдо в пулпа 10 и 15%.



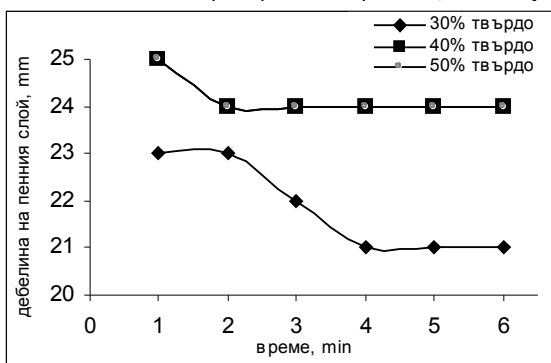
Фигура 4. Изменение на съдържанието на мед по височина на пенния слой, при съдържание на твърдо в пулпа 22 и 30%.



Фигура 5. Изменение на съдържанието на мед по височина на пенния слой, при съдържание на твърдо в пулпа 40 и 50%.



Фигура 6. Кинетика на свиване на пенните слоеве при 10, 15 и 20% твърда фаза във флотационния пулп



Фигура 7. Кинематика на свиване на пенните слоеве при 30, 40 и 50% твърда фаза във флотационния пулп

#### ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите получени при проведеното изследване показва следното:

1. Плътноста на флотационния пулп влияе основно върху процеса на вторичното набогатяване на концентратите в пенния слой.
2. Вторичното набогатяване на концентратите е причинено от различията в хидрофобността на минералните частици участващи в тях. При коалесценцията на въздушните мехури в пенния слой дренажните води отнасят със себе си по-хидрофилните частици, които не успяват да образуват трифазен периметър на умокряне след коалесциране на мехурите. Това успяват да реализират само достатъчно хидрофобните частици.

3. Вторичното набогатяване е по-силно изразено при флотации с по-ниска плътност на пулпа. При повишаване на плътността, степента на набогатяване намалява. Най-вероятно причина за това е по-високата степен на запълване на границата вода-въздух с флотиращи частици още в процеса на флотация. Тази конкуренция след определена плътност на флотационния пулп позволява флотацията само на достатъчно хидрофобни минерални частици, от което следва, че селективността на процеса се повишава.

4. По-бързото разрушаване на пяната при ниската плътност на пулпа най-вероятно е свързано с по-ниската степен на минерализация. Съгласно теорията на Ребиндер, минералните частици при трифазната пяна я стабилизират.

5. Практиката за водене на флотацията в пречистните операции при ниска плътност на флотационния пулп е погрешна. Флотационният фронт при пречистните операции трябва да се изчислява при плътност зависеща от плътността на концентрата в основна флотация при минимален разход на транспортна вода. За целта е препоръчително каскадното разполагане на пречистните операции, независимо от типа на флотационните машини.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Ботева, А., Петрова, Хр., 2002. Изследване влиянието на скоростта на разбъркване на флотационния пулп при различна плътност върху адсорбцията на сулфохидрилни събиратели. *Годишник на Минно-геоложкия университет, т.44-45, св. II (бълг., резюме на англ.)*, 77-82.
- Рубинштейн, Ю.Б., Горобей, В.П., Шадрин, Г.Н., Таримов, О.Е., 1993. Оценка прочностных свойств пен при флотации угля. - *Кокс и химия*, №2, 9-12
- Boteva, A., Petrova, H., 2002. Research work on selectivity of flotation process depending on the change of pulp density. 34<sup>th</sup> IOC on Mining and Metallurgy. University of Belgrade, Technical Faculty Bor, Yugoslavia, 247-252.
- Braun, J., Imhof, R., 2001. Self-aspirating aeration reactors for the pneumatic flotation and other applications. - *New developments in mineral processing*. IX Balkan mineral processing congress, Istanbul
- Tuteja K. K., 1992. Bubble Size measurement in a flotation column. - *Extract. Met. Gold and Base Metals*. 26-28), №1, 231-237.



# INTERRELATION BETWEEN THE CONSTITUTION OF THE THREE-PHASE FROTH AND THE DENSITY OF THE FLOTATION PULP

**Antoaneta Boteva**

University of Mining and  
Geology "St. Ivan Rilski"  
1700 Sofia, Bulgaria

**Hristina Petrova**

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski"  
1700 Sofia, Bulgaria

## ABSTRACT

The constitution of the three-phase froth is decisive for the selectivity of the running flotation process. The influence of the density of the flotation pulp is investigated as on the process of secondary enrichment of the concentrate also on the selectivity of the process of precipitation of the minerals from the three-phase froth with the drainage waters. This connection of secondary enrichment is investigated as contrary to the hydrophobicity of the minerals and thus with the size of the mineral particles. Key words: three-phase froth, solid mass, lamella liquid.

## INTRODUCTION

The flotation like a process running at the boundary of three phases in contrast to a number of other technological processes at which a fundamental role plays the two-phase froth, prevails over the properties and configuration of the three-phase froth. This is the froth that except some air and water contains a further solid particles, stabilized over the air bubbles and forming the three-phase froth. Its important parameters have a direct relation to the process of selection of the minerals and they are:

- modification of the constitution of the three-phase froth as a whole and the form of the bubbles in particular on the height of the froth layer;
- the quantity of solid mass arrested in the three-phase froth;
- the quantity of some lamella liquid and the velocity of its drainage;
- kinetics of breaking of the three-phase froth;
- the modification of the composition of the solid mass on height in section.

From everything said above it follows that between the parameters characterizing the three-phase froth and the selectivity of the froth process exists a relationship. From this relationship follows the possibility for an existence of a relation between the density of the flotation pulp and the constitution of the three-phase froth. Such relationship in a technological aspect examines like a component of the relationship of the selectivity of the flotation from the density of the flotation pulp.

## TECHNIQUE USED IN THE INVESTIGATION

A special technique is prepared for a realization of the investigation described below. Some elements were completed for it like these:

- a glass pipe of height 1 m and diameter 25 mm. In the lower end of this pipe is fixed shot filter which feeds some air under pressure from a compressor. The compressor is supplied of a precise manometer and a flowmeter for the air under pressure;
- the glass pipe uses like a flotation machine for a cleaning operation while the flotation runs at a variable content of the solid phase in the pulp. The litre weight of the flotation pulp measures when is fed for cleaning;

- additional reagents do not feed;
- a constant residence concentration of the flotation reagents holds up while the dilution for a change of the density of the pulp accomplishes with some filtrational water from rougher flotation;
- the concentrate for each experiment extracts by means of flotation of copper ore in the scheme of the figure 1;
- the glass pipe in the upper end is graduated in 5 mm where the correspondent froth layer extracts by means of siphoning.

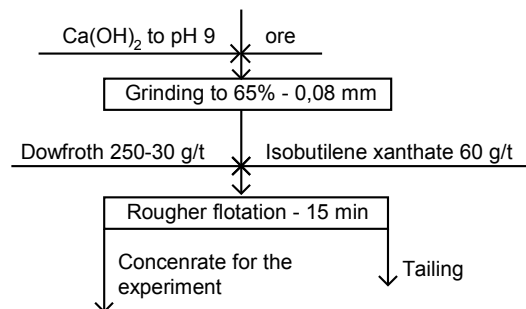


Figure 1. Flowsheet of the experiments for receiving of collective copper concentrate

## EXPERIMENTAL PART

Three series of experiments are carried out. The first series of experiments had for a purpose to check the relation between the height of the froth layer and the content of solid by weight in the pulp. Received results are given in figure 2. They show that the relationship between the thickness of the froth layer and the content of solid measured in percents, is not proportional and has exponential character.

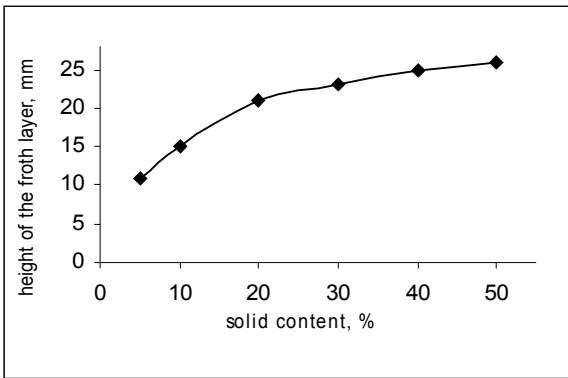


Figure 2. Relationship of the thickness of the froth layer from the percent solid in the flotation pulp

The second series of experiments investigates the relationship between the content of solid in the pulp and the change of the content of copper by height of the froth layer. The layers were taken down with a thickness 5 mm by means of siphoning. Sum probe of 10 experiments was given for an analyses. The received results are given in figure from 3 to 5.

The kinetics of the shrinkage of the three-phase froth in a relationship of the content of a solid mass in the flotation pulp was followed by means of the third series. The received results are given in figures 6 and 7.

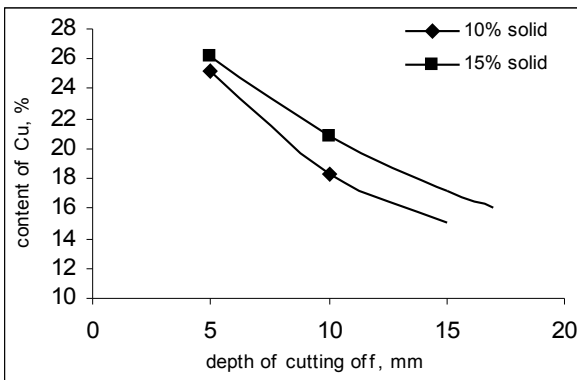


Figure 3. Modification of the content of copper by height of the froth layer at content of solid in pulp 10 and 15%

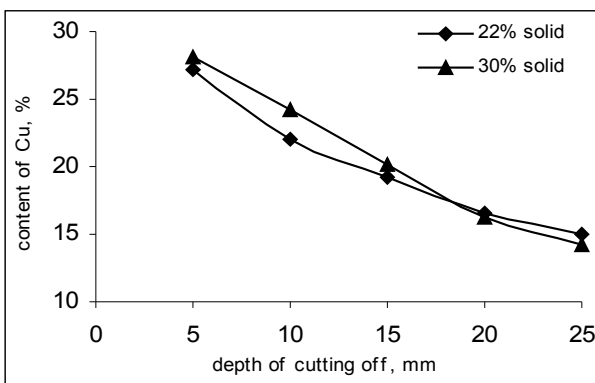


Figure 4. Modification of the content of copper by height of the froth layer at content of solid in pulp 22 and 30%

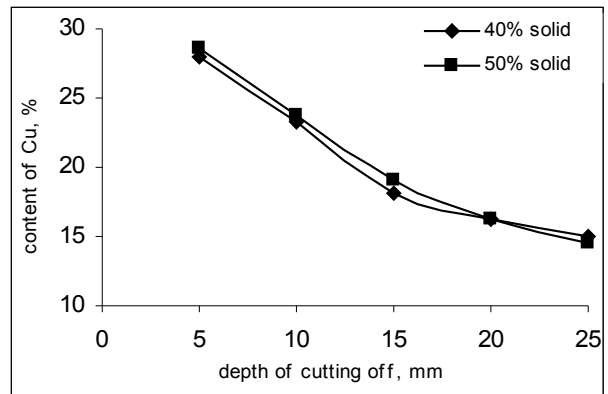


Figure 5. Modification of the content of copper by height of the froth layer at content of solid in pulp 40 and 50%

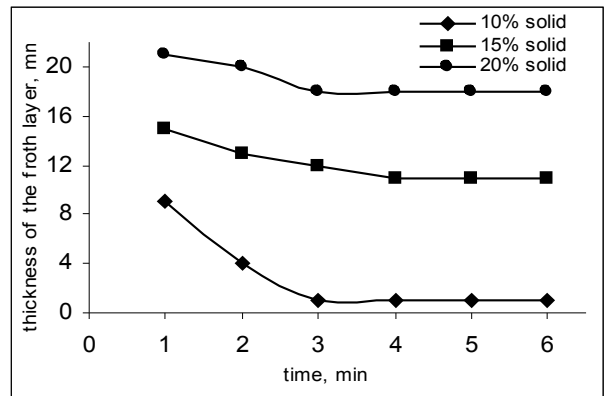


Figure 6. Kinetics of shrinkage of the froth layers at 10, 15 and 20% solid phase in the flotation pulp

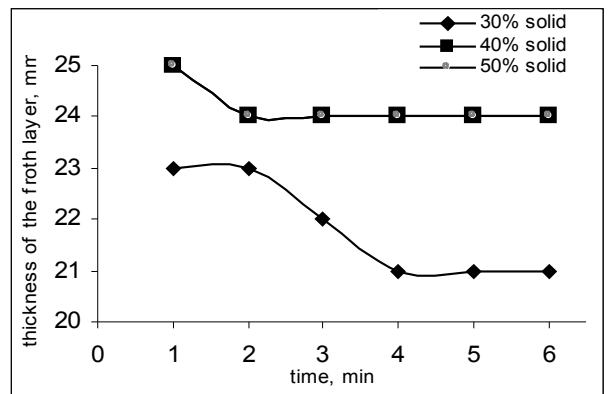


Figure 7. Kinetics of shrinkage of the froth layers at 30, 40 and 50% solid phase in the flotation pulp

#### DISCUSSION OF RESULTS AND CONCLUSION

The results received from the conducted investigation show the following:

1. The density of the flotation pulp influences thoroughly on the process of the secondary enrichment of the concentrates in the froth layer.
2. The secondary enrichment of the concentrates is caused from the differences in the hydrophobicity of the mineral particles participating in them. The drainage waters at the coalescence of the air bubbles in the froth layer carry away with themselves more hydrophilic particles which do not succeed in forming an three-phase perimeter of watering after the coalescence of the bubbles. This succeed to realize only sufficiently hydrophobic particles.

3. The secondary enrichment is more strongly expressed at flotations with lower density of the pulp. The degree of the enrichment decreases when the density increases. The most probably reason is higher degree of filling of the boundary water-air with flotation particles still in the process of flotation. This competition after a definite density of the flotation pulp allows the flotation only to sufficiently hydrophobic mineral particles therefore the selectivity of the process increases.

4. The faster breaking of the froth at the low density of the pulp most probably is connected with lower degree of mineralization. According to the Rebbinder's theory, the mineral particles in the three-phase froth mineralizes it.

5. The practice in leading of the flotation into cleaning operations at low density of the flotation pulp is wrong. The flotation front of the cleaning operations has to calculates at a density that depends on the density of the concentrate in rougher flotation at a minimum expense of some transport water. It is advisable for that purpose the cascade arrangement of the cleaning operations independently on the type of the flotation machnes.

## REFERENCES

- Ботева, А.,Петрова, Хр., 2002. Изследване влиянието на скоростта на разбъркване на флотационния пулп при различна плътност върху адсорбцията на сулфохирилни събиратели. *Годишник на Минно-геоложкия университет, т.44-45, св.II (бълг., резюме на англ.)*, 77-82.
- Рубинштейн, Ю.Б., Горобей, В.П., Шадрин, Г.Н., Таримов, О.Е., 1993. Оценка прочностных свойств пен при флотации угля. - *Кокс и химия*, №2, 9-12
- Boteva, A., Petrova, Hr., 2002. Research work on selectivity of flotation process depending on the change of pulp density. 34<sup>th</sup> IOC on Mining and Metallurgy. University of Belgrade, Technical Faculty Bor, Yugoslavia, 247-252.
- Braun, J., Imhof, R. , 2001. Self-aspirating aeration reactors for the pneumatic flotation and other applications. - *New developments in mineral processing*. IX Balkan mineral processing congress, Istanbul
- Tuteja K. K., 1992. Bubble Size measurement in a flotation column. - *Extract. Met. Gold and Base Metals*. 26-28), №1, 231-237.

*Recommended for publication by Department of*

**Mineral processing, Faculty of Mining Technology**

---