

# ИЗВЕШТАЈ

од извршена ревизија на проектна задача под наслов:

ИДЕЕН ПРОЕКТ ЗА МАКСИМАЛНО ЗАВРШНО  
НАДВИШУВАЊЕ НА ПОСТОЈНОТО ХИДРОЈАЛОВИШТЕ  
НА ПОГОНОТ ФЛОТАЦИЈА НА РУДНИКОТ ЗА БАКАР  
"БУЧИМ" - РАДОВИШ

Изготвувач на проектната задача:

*Рударски Институт - Скопје*

Ревизија на проектната задача:

*Рударско - геолошки факултет - Штип*

Изготвувачи на ревизијата:

1. Проф. Д-р Борис Крстев, редовен професор
2. Проф. Д-р Благој Голомеов, вонреден професор

12.10.2005 год.  
Штип

Рударско-геолошки факултет  
Д е к а н,

Проф. Д-р Тодор Делипетров

## **ИЗВЕШТАЈ**

Согласно на доставената Проектна задача за **КНИГА I ХИДРО-ТРАНСПОРТ, РАЗВОДОТ И ОДЛАГАЊЕ НА ФЛОТАЦИСКАТА ПУЛПА ЈАЛОВИНА** во која се содржани:

1. *ХИДРОТРАНСПОРТ, РАЗВОДОТ И ОДЛАГАЊЕ НА ФЛОТАЦИСКАТА ПУЛПА ЈАЛОВИНА*
2. *Технолошко-машински проект*
3. *Текстуален дел*

Ви доставуваме за **ИЗРАБОТКА ИЗВЕШТАЈ-РЕВИЗИЈА НА ИДЕЕН ПРОЕКТ "Завршно надвишување на постојното хидројаловиште на погон Флотација на Руднички Бучим АД-Радовиш над коџа 630 м."**

### **I Основни принципи при изработката на идејниот проект:**

Идејниот проект се изработува за да после извршена ревизија и усвојување постане подлога за изработка на дополнителен проект, односно техничка документација на ниво на главни проекти по кои во иднина би се вршело завршно надвишување на флотациското хидројаловиште Тополница. Овој идеен проект ги содржи следниве аспекти:

- 1.0 *Идејно техничко решение за максимално завршно надвишување на постојно хидројаловиште- над коџа од 630 м;*
- 2.0 *Технологија и хидротранспорти, развод и одлагање на јаловината при максимално завршно надвишување на постојно хидројаловиште;*
- 3.0 *Одводнување на хидројаловиште - површина технолошка вода;*
- 4.0 *Еколошка заштита на околината од хидројаловиштите Б деконтаминација на прашината;*
- 5.0 *Оскултација на хидројаловиштите;*

### **II Подлоги**

При изработка на идејниот проект за завршно надвишување на флотациското хидројаловиште Тополница се користени следните подлоги:

#### **а.) Општи технички подлоги**

- 1.0 *Постојна техничка документација за изградба и користење на хидројаловиштите, до коџа 610м и 630м;*
- 2.0 *Постојана техничка документација за оскултација и елаборации за геомеханичка стабилност на хидројаловиштите;*
- 3.0 *Постојна техничка документација, со стручен извештај, за санација на хаварисаниот дел од преливниот колектор на хидројаловиштите;*
- 4.0 *Постојна техничка документација, со извештај за испитувачките геомеханички подлог од извршените дучења на браната на коџа 605м;*

5.0 *Постојна техничка документација за заштита од контаминација на прашина со озеленување на дел од постојната брана на хидројаловишето до коџа 610м;*

#### **б.) Геодетски подлоги**

- 1.0 *Најнова општа ситуација на постојната изграденост на хидројаловишето, до коџа 630м (брана и шталожно езеро);*
- 2.0 *Најнова општа ситуација на можна максимална завршна изграденост на хидројаловишето, до максимална коџа (брана и шталожно езеро) во размерод 1:1000 и 1:500;*
- 3.0 *Појречни профили на делот од завршниот преливен орган во размер од 1:200 и 1:500;*

#### **в.) Истражувачки подлоги на јаловината**

- 1.0 *Геомеханички карактеристики на материјалот во хидројаловишето (кој се дејонирал во браната и дел од шталожното езеро) на местото од идната оска на максимално авршно надвишување на хидројаловишето за кој проекцијата дава програма за истражување;*
- 2.0 *Геомеханички карактеристики на песочниот и ситниот материјал на флотациската јаловина, кој ќе се дејонира во хидројаловишето од коџа од 630м;*
- 3.0 *Одредување на длабочината од водата на досегашното ниво од постојното хидројаловиште до коџа 630м;*

#### **г.) Истражувачки земјотресно инженерски подлоги**

### **ОСНОВНИ СОЗНАНИЈА И СВЕТСКИ ПОЗНАВАЊА ПРИ НАДВИШУВАЊЕ НА ФЛОТАЦИСКИ ХИДРОЈАЛОВИШТА**

При флотацката концентрација на минералните суровини се добива голема количина на јаловина со значителна количина на вода која треба да се смести на погодно тло, со што се овозможува заштита од загадување на животната средина, таложење на цврстата фаза од пулпата со истовремено обезводнување на одредена количина на повратна техно-лошка вода за повторно користење на процесот. **Хидројаловишето** кое се состои од **песочна брана, шталожно езеро, дренажен систем и опрема за евакуација на бистра вода** е објект од големо значење.

Истото мора да ги задоволува следните услови:

- **да обезбедува целосна сигурност и стабилност на песочната брана;**
- **да има постојан хидрауличен дојок на јаловина;**
- **да има постојана работа на хидроциклоните при разделување на високој од преливот;**
- **да има функционален дренажен систем во секој момент;**
- **да обезбедува доволно време за потребните физичко-хемиски процеси, односно таложење на цврстата фаза на дното и разложување на заостанатите флотациски реагенси со цел да се добие бистра и чиста вода**

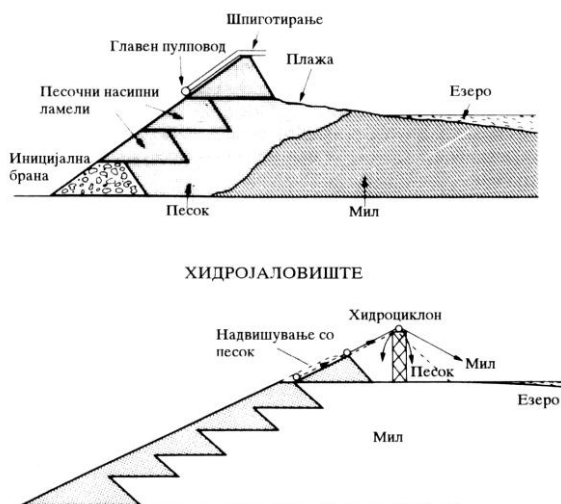
за користење во погонот или пак за исцрпување во водениите шекови без опасност да биде загадена околината;

- да имаат вградени колектори за прием и евакуација на бистра вода;
- да имаат песочна брана со потребна дебелина и издржливост за прием и евакуација на чистата ионирачка вода;
- да има свое економско оправдание во процесот на концентracија;

Во последно време се проектираат брани со значително поголеми висини, при што достигнуваат и преку 100 м висина. Економичноста се гледа во продолжувањето на векот на дренажниот систем, колекторот, пловната помпна станица, пулповодите и водоводот помеѓу флотацискиот погон и хидројаловиштето, кои впрочем претставуваат главни инвестициски трошоци при изградбата и одржувањето на хидројаловиштето. Поголемите брани овозможуваат поголем простор за сместување на флотациска јало-вина, истовремено намалувајќи ги трошоците по тон преработена руда во флотацијата.

Избраниот терен за изградба на хидројаловиште и брана мора да биде испитан во поглед на геолошките карактеристики и механиката на почвата. При изградбата воопшто треба да се стреми кон ефтина изведба што е можно повеќе. Ова барање првенствено води кон примена на методот т.н. возводна брана (“*upstream method*”), бидејќи централната линија на браната се движи возводно или низводно на браната. При користење на оваа метода малата иницијална брана е сместена на крајот од погодната низводна точка, а браната прогресивно расте кон возводната страна. За подигање на браната се користат различни методи: *хидроцикло-нирање* и *шпиготирање*.

Главна предност на возводна метода (“*upstream method*”) е ниската цена на чинење и брзината со која браната се подига при секое sukcesивно подигање на насипот.



Слика 1. Возводна брана

Недостаток е што браната се гради на врвот од претходно депонирана неконсолидирана мил. Постои лимитирачка висина до која овој тип на брана може да се гради пред да се појави недостаток поради што овој метод на изградба е се помалку во употреба.

Втора метода, т.н. *низводна метода* (“*downstream method*”) е релативно нов развоен систем кој е добиен како резултат на напорите за конструкција на поголеми и посигурни хидројаловишта. Спротивна на возводната метода, насипот расте во низводна линија, а браната налега врз покрупната јаловина.

Во најголем број на случаи надвишувањето се врши со помош на циклонирање или создавање на песок за браната.



Слика 2. Низводна брана

Оваа метода овозможува проектирање и конструкција на хидројаловиштите со прифатливи стандарди. Сите хидројаловишта во сеизмичките предели или пак скоро сите поглавни хидројаловишта се конструирани со примена на оваа низводна метода.

Главен недостаток на оваа метода и техника е големата количина на песок потребен за подигање на браната.

Постои и трета метода, т.н. централна метода (*“centre-line method”*) која е варијанта употребена за изградба на низводна брана, гребенеста брана која расте хоризонтално над претходната круна. Таа има предност поради тоа што бара помала количина на песок за подигање на круната на било која висина.

Со оглед на тоа дека хидројаловиштата служат за создавање на акумулационен простор за депонирање на флотациската пулпа со јаловина, изградените брани се изработуваат од различен материјал. **Преградните брани од бејон** се применуваат многу ретко и тоа само во посебни случаи и под карактеристични околности. Вториот вид се **насипните брани**, кои се изведуваат со насипување на материјалот од непосредната околина. Трет тип на брани претставуваат објекти изградени од покрупни зрна на флотациската јаловина, добиени со класирање на јаловината со хидроциклони.

**Преградните брани од бејон** се изработуваат ако е пожелно да се пренасочи речниот тек поради користење на долината за депонирање на јаловината. Тоа се брани од траен карактер со свои максимални големини.

**Насипните брани** се изградуваат како помошни и се од привремен карактер. Служат за создавање на почетен акумулациски простор за примање на преливот од хидроциклонирање на флотациската јаловина. Надградбата на насипните брани се врши со насипување на хидроцикло-нираниот песок, т.е. со покрупните зрна од флотациската јаловина добиени како песок при класирање во хидроциклонот. Градбата на насипната брана почнува со довод и набивање на материјал од блиската околина со одредени геомеханички карактеристики за утврдување на конструктивните големини на браната, до степен на првобитната збиеност. Во текот на градбата постојано се контролира збиеноста на секој слој, потоа влажноста, гранулометрискиот состав и останатите геомеханички особини. Истовремено се изработува елаборат со сите карактеристики за вградениот материјал.

**Песокливите брани** се разликуваат од насипните брани, така да песокливите брани во текот на експлоатацијата на хидројаловиштето перманентно се градат со нанесување на нови слоеви од хидроциклониран песок со помала збиеност. Песокот е од флотациската пулпа која содржи 60-75% цврста фаза. Концентрацијата на сулфидни минерали во песокот на

хидроциклонот е значително поголема отколку во самата флотациска јаловина, а особено поголема отколку во преливот на хидроциклонот. Со време во браната доаѓа до оксидација на сулфидните минерали што битно ја менува водопропустливоста на песоковите брани, а и аголот на внатрешно триење помеѓу зрната на песокот кој е битен за статичката стабилност на браната. Во песоковите брани е присутно цедење на водата од акумулациски простор низ браната. Тоа значи дека физичките, хемиските, хидрогеолошките и процесите на конолидација на браната се обавуваат, како во текот на градбата на браната, така и по завршување на нејзината изградба.

Со подобро познавање на сите процеси кои се случуваат во браната во состојба сме да го оневозможиме загадувањето на водотечите под браната и воопшто загадувањето на животната средина. Добро изградена песоковита брана е најдобар пречистувач на отпадните води од хидроја-ловиштето. Да се оствари таа цел, потребно е песокот од хидроциклоните превилно да се депонира во браната и така да се обезбеди што подолг пат на провирните води, на кој пат ќе се извршат физичко-хемиски процеси на пречистување на провирните води.

Оксидацијата на сулфидните минерали во јаловината зависи од брзината на реакција на нивните површини со кислородот од воздухот. Брзината на оксидација е во директна врска со количината на воздух, температурата, степенот на влажност и специфичната површина на минералите кои се оксидираат. Од сите сулфидни минерали, *пиритот* кој е најчесто присутен во флотациската јаловина е најмногу склон кон брза оксидација во песоковитата брана, благодарееќи на своите кристало-хемиски особини и склоност кон лесно ситнење. Производи од оксидацијата на пиритот се: *ферохидроксид* -  $Fe(OH)_2$ , *ферихидроксид* -  $Fe(OH)_3$ , *феросулфат* -  $FeSO_4$  и *сулфурводород* -  $H_2S$ .

Во провирните (процедни) води од хидројаловиштето често се присутни и тешки метали, како што се: *железо, бакар, цинк, никел и манган*, додека оловото е со ограничена растворливост. Поголемото присуство на поедини елементи е штетно по животната и човекова средина. Затоа мора да се спречат истекувањата на водата со тешки метали за да водата ја направиме безопасна. **Со познавање на хемиските реакции кои се одвиваат во флотациските јаловини можеме да го спречиме агресивното дејство на водата на бетонските колектори, чии хаварии можат да предизвикат несакани последици.**

На нашите хидројаловишта најголема агресивност имаат: *јагленородната киселина* -  $H_2CO_3$ , потоа *вар* -  $CaO$ , други *киселини* -  $H_2SO_4$ , *магнезиум* и *сулфатна агресивност*.

Познавањето на геомеханичките карактеристики на јаловината која се депонира, како во песоковите брани, така и во хидројаловиштата, секако е од големо значење. Без тоа познавање не може да се замисли било каква статичка стабилност и безбедно и сигурно одлагање на флотациската јаловина. Времето на стоење на водата во таложното езеро на хидројаловиштето, времето да дренажните води поминат низ браната за пречистување и количината на заробена вода се во директна зависност од геомеханичките карактеристики на јаловината. Тие карактеристики се следните: *гранулометрички состав; збиеност; водопропустливост; порозност; притисок во порите; консолидација; униформност; влажност; зајремиска маса во збиена и распресијата состојба; кохезија; аголот на внатрешно триење итн.*

Од самиот почеток на активностите за заштита на природната животна средина и вклучувањето на еколошките движења во сите пори на општествените активности, рударството со своите пропратни дејности привлекува посебно внимание како еден од најголемите потенцијални загадувачи на целокупната биосфера: *водаџа, воздухот и земјиштето*.

Анализата која ја извршил *д-р Ервин Герџнер* за интензитетот на негативните последици на опкружувачката средина при различни рударски активности, покажува дека истите, а особено минералната технологија, го зазема неславното прво место како потенцијален голем загадувач.

Интензитетот на негативните последици на минералната технологија на опкружувачката средина зависи од карактеристиките на суровината, особено присуството на ситни фракции и леснорастворливи минерали во чии состави влегуваат штетни елементи.

Во однос на другите загадувачи, процесите на минералната технологија поседуваат одредени специфики, особено флотациската концентрација како постапка која во рамките на класичните постапки на минералната технологија од аспект на екологија е најнепожелна.

Спецификите кои во однос на другите загадувачи имаат негативни последици се:

- *Големи количини на цврсти, ситни честички дисперзирани во водаџа мора да се одложат во посебно изградени хидројаловишта;*
- *Големи количини на отпадни води со суспендирани материји и можни недозволените присутни ионејни јони на тежки метали, OH-јони и органски загадувачи;*

Позитивните последици се огледат во следното:

- *Големите количини фино иситнети отпадоци најчесто се појавуваат во минерална форма на тежкорастворливи соединенија кои во нерастворена состојба не се токсични;*
- *Релативно ниска загаденост на отпадните води;*
- *Можности за искористување на отпадните води во затворени циклуси на пречистување, со што се намалува опкружувачката на свежа вода. Во процесите во кои се користат токсични реагенси на овој начин се намалува содржината на загадувачот во отпадните води, а во рационални случаи користењето на повратната вода може да ја намали опкружувачката на флотациски реагенси во процесот;*
- *Големите хидројаловишта прејставуваат и базени со функција на систем за самопречистување на отпадните води (паложење на суспендирани материји, ситни хемиски, флуксидни и биохемиски реакции со кои соединенијата и хемиските елементи присутни во отпадните води се преведуваат во помалку ионејни форми). Експериментално е потврдено дека реакциите на самопречистување или контролирано преведување на јоните на тежките метали во слабо растворливи сулфиди или хидроксиди поцелосно и побрзо се одвиваат ако во водаџа има присуство на повеќе различни јони кои можат да реагираат во овие реакции, што со отпадните води во минералната технологија е редовна појава;*

- *Посебна погодност е кога испаложениите суспендирани материји можат да се искористат како корисни производи;*
- *Релативно големи можности за избор на реагенси кои се основни загадувачи во процесите на флоатиска концентracија, можности за замена на токсичните (цијаниди, феноли), со нетоксични или помалку токсични реагенси со што се намалува негативното влијание на минералната технологија врз природната животна средина.*

Внимание заслужуваат истражувањата и нивната примена на планот на намалување на потрошувачката на неопходните токсични реагенси, без обзир дали е целта зголемување на селективноста на реагенсите, заштеда на реагенсите или од еколошка точка на гледиште, што е најзначајниот ефект од намалувањето на токсичните реагенси во отпадните води. Тука треба да се спомене најекламантниот пример за намалување на потрошувачката на  $NaCN$  и  $ZnSO_4$  во поголемиот број на постројки за флоатиска концентрација на оловноцинкови руди. Намалувањето на потрошувачката на  $NaCN$  во сите случаи доведе до намалување на потребните количини и на другите реагенси и тоа во циклусот на флоатацијата на оловото-колектори и пенливци, а во циклусот на флоатација на цинковите минерали-активатори, колектори и пенливци, што мора да има како позитивна последица и намалување на содржината на овие реагенси во отпадните води.

Особен придонес кон зачувување на здравата природна и животна средина може да се наведе и користењето на токсичните отпадни соли или хемикалии кои претставуваат нуспроизводи, во својство на флоатиски реагенси, секако при потрошувачка која нема да ја загрози водата. Тука најнапред треба да се зборува за користењето на отпадните соли на  $NaOH$  како регулатор на рН вредноста, потоа цијанидните соли во својство на депримиатори,  $FeSO_4$  во својство на модификатор, користењето на трансформаторски масла во својство на колектори итн.

Испитувањето на отстранување на минералите масла, различни преостанати раствори флоатиски реагенси и феноли од водените раствори се состои од адсорпција со користење на природни зеолити-клиноптилолит и органобентонит. Последниве ги апсорбираат минералните масла и фенолите од водените раствори, со ефикасност на отстранување на минералните масла од 98 % и фенолите од 95 %.

Апаратурата се состои од колона со јоноизменувачката смола. Стаклената колона 420 x 45,5 mm со кружен пресек и со метално сито и славина се исполнува со адсорпциони средства (200 g зеолити). На дното од колоната се постават стаклена вата и крупно метално сито.

Одлагањето на флоатиската јаловина во хидројаловиштето е со хидроциклонирање при што песокот служи за надвишување, а преливот се испушта во таложното езеро, чии честички се со големина од 0,1 mm. Времето на таложење на овие честички е поврзано со **димензионирањето на воденото огледало**, односно со оддалечувањето на границата водено огледало-илажа (местото на влевање на преливот од хидроциклонот во езерото) од отворот на колекторот или од местото на поставување на помпата. Најчесто за димензионирањето на воденото огледало се користи *Стокс-овиот закон* за паѓање на цврстите тела во флуиди, додека брзината на паѓање се изразува со релацијата:



$$V_{\max} = \frac{d^2(\delta - \delta')}{18\mu}; [cm / s]$$

при што оваа еднаквост не ги зафаќа дејствата на струењето на водата кон колекторот и турбуленцијата на водата под влијание на ветерот. Сите овие корекции ги предлага *Кизивалџер*:

$$V_c = \frac{\pi d_e(\delta - \delta')g}{6Q\delta'}$$

каде што се:

$d_e$ - еквивалентен дијаметар на честичките; ( $m$ )

$\delta$ - густина на цврстите честички; ( $\bar{m}/m^3$ )

$\delta'$ - густина на течна фаза; ( $\bar{m}/m^3$ )

$Q$ - коефициент на отпор.

Еден дел од флотациските реагенси, кои доаѓаат со јаловинската пулпа се наоѓаат растворени во езерската вода. Тоа се соединенија од органско или неорганско потекло, соединенија на база на феноли или крезол, потоа помалку отровни соединенија, како што се ксантати, бакар сулфат, калциум хидроксид и други.

При надвишувањето на браната со хидроциклонскиот песок мора да се земат во предвид присутните флотациски реагенси, неисфлотираните минерали со корисни и некорисни компоненти и други примеси, како што се уситнети мелнички тела и слично. Поради поголемиот коефициент на пропустливост, односно порозноста и начинот на градба на браната, нејзината внатрешност е изложена на поголем степен на оксидација, што доведува до нејзино распаѓање, што е посебно карактеристично за јаловина со зголемена содржина на пирит. Под дејство на оксидацијата доаѓа до намалување на крупноста на минералните честички, а со тоа и до намалување на пропустливоста на браната.

Примесите на механички тела кои се појавуваат во песокот, поради својата висока густина и мала крупност во однос на песокот се сместуваат во меѓупросторите со што влијаат за намалување на пропустливоста на браната. Тоа посебно е неповолно во близината на дренажниот систем. Присуство на  $Ca(OH)_2$  во водата допринесува за намалување на пропустливоста на браната бидејќи врта дејствува како врзивно средство за кварцниот песок.

Главна причина за евентуална хаварија на браната од флотациските хидројаловишта се провирните води чие дејство е во краткото или долгото допирање со браната. Доколку е подолг контактот доаѓа до филтрација на поголема количина на вода во браната, која со себе внесува и ситни честички од јаловина, со што се предизвикува *суфузија на браната*, односно *намалување на пропусливоста на браната*. Суфузијата може да биде предизвикана и со распаѓање на минералните честички во самата брана, како например пиритот доколку е присутен во значителна количина. Последица од суфузијата е се поголемата овлажност на браната и создавање на површини склони на лизгање на слоевитите наслаги од сулфизирани честички. За да се избегне тоа, при проектирање на брана треба да се внимава на дотокот на вода во телото на браната да биде минимален, а нејзиниот проток низ браната да биде многу забрзан. Така се градат суви и стабилни брани кај кои контактот *водено огледало-иљажа* е оддалечен од браната.

Без оглед на видот и методата на градба на браната неопходно е при проектирањето да се пресметат максималните количини на провирна вода, на чија основа ќе биде инсталирана соодветна помпна станица за повратна технолошка вода од хидројаловиштето кон процесот во погонот за флотација. Вкупната филтрирана вода од хидројаловиштето може да се претстави со релацијата:

$$Q_f = Q_d + Q_r + Q_a$$

каде што се:  $Q_d$ ;  $Q_r$ ;  $Q_a$  соодветни води кои се влеваат во дренажниот систем, вода која дренира низ телото надвор од дренажниот систем и аб- сорбирана вода во честичките од јаловината.

Хидроранспортот на јаловинската пулпа се изведува преку *бейонски џуљоводи, каналџи, маџисџирални џласџични џуљоводи* или друго, користејќи го гравитациското слободно движење од погонот за флотација кон хидројаловиштето. При изборот на материјалот од кој се изработени цевките на пулповод: *цеменџни-салонџни, челџчни-нерџосувачки, џласџични, џумени* или пак во најново време од *комџозиџни маџериџали*, мора да се земат во предвид *абразивниџе каракџерисџици* и во помал дел *корозивниџе каракџерисџици*. При тоа, најчесто мора да се земе во предвид абразијата во пулповодите при транспорт на хетерогени пулпи каде што крупно сомлени честички удираат во ѕидовите на цевките. Како честичките се стремат да се концентрираат на дното од цевките, овој дел се троши многу побрзо од оној на врвот, така да овој вид на абразија мора да се предвиди и на посебен начин миними-зира преку една од следните можности:

- ротација на цевката-пулповод со промена на местоположба на дното од цевката ( $180^\circ, 90^\circ \Rightarrow 180^\circ$ );
- при пониски притисоци ( $10 \text{ кг/м}^2$ ) да се применуваат пластични цевки, а за поголеми притисоци останати видови на цевки;
- профилот на пулповодот и хидрауличниот градиент да се изберат така да е постигне најкратко растојание и со косина под  $15^\circ$ , за да се избегнат лизгањата на исталожените честички при прекин на електрична струја;

Со еден збор, при изборот и димензионарањето на идни пулповоди нема да бидат доволни само пресметките за хидрауличен пад на притисо-кот поради триење, туку и гореспомнатите особини со можност да се избере најекономично решение.

За хидротранспорт на јаловинска пулпа со помпање и развод на јаловинската пулпа до круната на хидројаловиштето треба да се предвидува соодветно решение со користење на *соодветна помпа*. Таа треба да ослужи целокупната јаловинска пулпа да се *џрансџорџира* до хидроцик-лони кои се поставуваат на круната и да се земат во предвид сите хидра-улични падови на притисок во пулповодите

Било кое надвишување или градба на брана на хидројаловиште од јаловинска маса претставува целина во која мора да бидат содржани следните објекти:

1. *Довод на флотациска јаловинска џуља*;
2. *Евакуација на водаџа*;
3. *Осџанати џроџраџни друџи објекџи*

Мора да се има предвид дека при надвишување е стварост. Тоа преку *набљудување-оскулџација* треба да се следи. Провирните или процедурните

води и другите појави, количината и степенот на физичко-хемиска загаденост. Истовремено, висината на браната постојано ќе се менува, а со тоа и нејзиние димензии, со што произлегува дека за време на експлоатацијата мора да се обават и поедини мерења.

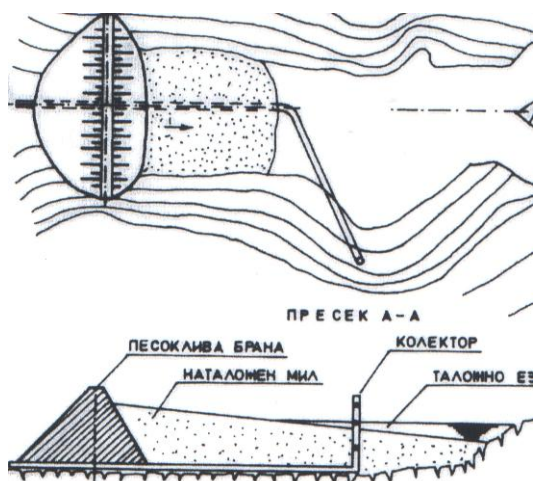
Во однос на техничкото набљудување на браната, основната контрола предвидува перманентно следење на количините и чистоќата на филтрационата вода низ телото на браната, односно функционирањето на целиот дренажен систем. Мора да се предвиди распоред на пиезметри за следење на стабилноста на браната.

Исто така, по завршувањето на надвишување или експлоатација се предвидуваат репери за набљудување, за евентуална деформација на браната, а исто така и вонредни мерења кои треба да се вршат при појава на поплавен бран, појава на земјотресни удари со повисок интензитет и слично. Значи се предвидуваат разновидни мерења како што се: *количина на преливни и процедни води; контрола на физичко-хемиска чистоќа на водата; контрола на количината и гранулометрискиот состав на ѓеосокој од хидроциклонирање на јаловината; геомеханички карактеристики на ѓеосокој; контрола на проверната линија од браната; мерење на водите кои истекуваат од хидројаловиштето; нивоите на водите во ѓезометриите; физичко-механичка загаденост на поврнатата и дренажна вода и друго.*

Што се однесува до мерките за заштита при работа на хидројаловиштето, мора да се предвидат *сите ѓослојани важечки ѓозиивни закони и технички процеси* кои ќе обезбедат непречена и безбедна работа на работниците. Во тој поглед, *се наележуваат сите нормативи, стандарди и законски мерки*, како и правилници за пружање на итна помош и организирање, како и услови кои во поглед на стручноста треба да ги исполнуваат лицата одредени за вршење на тие работи.

#### *Формирање на браната Тополница-Бучим*

Основното решение за хидројаловиштето -браната Тополница е формирање на истатата во три подфази од кота 582,0 м преку кота 610, 0 м до крајна кота 630, 0 м. Шемата на хидројаловиштето е прикажана на долнава слика. Во процесот на подготовката на минералната суровина во Флотација по издвојувањето на корисниот концентрат на бакар (халкопиритен концентрат) се добива отпаден материјал-јаловина кој по својот состав претставува ситно-песоклива и фина прашкаста маса со релативна маса на масен удел од околу 99% од вкупно произведената руда. Оваа отпадна јаловина која е во форма на суспензија-пулпа се доведува до браната акумулацијата Тополница по пат на отворен каналски систем.



Сликај 4. Шема на хидројаловишије

Овде преку систем на хидроциклонирање се разделува на маса со покрупни зрна (фракција на песок) и на маса на песочната фракција која служи за надвишување на браната, а милта се пушта во акумулацијата и во неа се таложи. Избистрената вода преку повратен цевковод се испумпува и се враќа во процесот на флотација.

#### Процесни њекови

Оствареното просечно производство во периодот 1978-1994 година ги дало следниве технолошки показатели прикажани во табела број 1. Во процесот на подготовката на минерални сировини неопходна е доволна количина на технолошка и техничка вода. Согласно на базниот проект за просечно годишно производство  $Q=3.580.000$  t/god потребата од технолошка вода изнесува  $10\,847\,973$  m<sup>3</sup>/god или 415 lit/sec додека потребата за техничка вода изнесува  $778\,865$  m<sup>3</sup>/god или околу 29,8 lit/sec.

Целата технолошка вода ( $35\,805,3$  m<sup>3</sup>/den) се користи како основна технолошка вода (71,8% за мелење; 2,5% за флотирање; 17,4% за подготовка на реагенси) и како дополнителна технолошка вода (4,6% за разблажување на пулпата; 2,7% за отпрашување; 1,05% за перење). Целата техничка вода ( $2\,570,4$  m<sup>3</sup>/den) се користи за ладење на машините и уредите (37,24%) и за заптивање на пупмите (62,76%).

Табела 1. Технолошки йоказайели

Индекс	Елементи	Просечно остварено
$Q_{god}$	Произведена руда (t/god)	3 486 036
$H_2O$	Влага во рудата (%)	2
$Q_{god}$	Преработена сува руда (t/god)	3 416 315
$Cu, v$	Содржина на бакар во преработена влезна руда (t/god)	0,27
$K_{Cu}$	Количина на бакарен концентрат (t/god)	43 878
$\beta_{Cu}$	Квалитет на бакарен концентрат (%)	18,20
$I_{Cu}$	Искористување на бакарен концентрат (%)	88
$J_{Cu}$	Содржина на бакар во јаловина (%)	0,03
$J$	Јаловина (t/god)	3 372 438

$T_p$	Расположиво работно време (h / god)	8 760
$T_{ef}$	Ефективно работно време (h / god)	7 271
$T_b$	Ефективен времески фонд (%)	8

$Q_{den}$  -дневен капацитет на преработка на руда

I –секција t/den .....	5 638
I и II секција t/den .....	11 276

$Q_{cas}$  -Часовен капацитет на преработка на руда

I секција t/h .....	235
I и II секција t/h .....	470

Од вкупната количина на технолошка вода ( $35\,805,3\text{ m}^3/\text{den}$ ), неповратно се губат  $4\,020\text{ m}^3/\text{den}$  (погонски губитоци  $1650\text{ m}^3/\text{den}$ , одржување на патишта, вода во концентрат и вода за прскање и поливање, со флотациска јаловина  $1700\text{ m}^3/\text{den}$  и со испарување  $670\text{ m}^3/\text{den}$ ). Затоа се јавува потреба од обновување на оваа количина на вода од истоимената река Тополница).

#### *Хидролошки податоци за река Тополница*

Реката Тополница е водотек со променлив проток со изразит пороен карактер. Пред 1975 година не се собрани никакви хидролошки податоци. Во Јуни 1975 година е формирана водомерна станица-вградена водомерна лента. Сливната површина на реката Тополница до преливот на браната изнесува  $20,1\text{ km}^2$ , а вододелницата е долга  $19,5\text{ km}$ , со највисока точка на изворниот дел од  $950\text{ m}$  и долна кота на реката на профилот од браната  $520\text{ m}$ . Така реката Тополница со висинска разлика од  $430\text{ m}$  формира корито со должина од  $6\text{ km}$ . При услови на непостоење на мерни податоци за реката Тополница режимските карактеристики се определени преку постојните хидролошки мерни податоци за сливот на Радовишка река и дождомерните податоци од дождомерната станица. Годишната количина на вода од река Тополница во период (1979-1994 година) е прикажана во табела 2:

#### *Особености на акумулацијата*

Базниот проект проценува потреба од зафатнина на акумулацијата од  $V = 1,1 \cdot 10^6\text{ m}^3$ . Поради зафаќање на водата од почисти слоеви зафатнината е предвидена на  $1,35 \cdot 10^6\text{ m}^3$ . Реката Тополница како пороен водотек носи нанос за кој е потребно да се обезбеди простор-потребна зафатнина за нанос (мртов простор) проценета на  $0,5 \cdot 10^6\text{ m}^3$ .

Табела 2. Годишна количина на вода од река Тополница

Година	Количина m <sup>3</sup>
1979	843 239
1980	1 383 766
1981	938 991
1982	636 290
1983	815 439
1984	546 715
1985	543 626
1986	720 716
1987	736 676
1988	712 892
1989	833 973
1990	1 037 832
1991	1 336 963
1992	1 012 504
1993	1 057 292
1994	1 021 662
Вкупно	14 178 586

Формирањето на акумулацијата Тополница овозможило создавање на вештачко езеро (слика 1 и 2) со површина на водно огледало при нормален успор од 23ha, при кои услови се предвидувало испарување од околу  $0,17 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{god}$ -годишни врнежи од 650 mm. Меѓутоа поради изложеноста на акумулацијата кон југо-запад и услови на непошумен терен се земало двојно поголемо испарување еднакво на годишни врнежи од 1300 mm.

Вкупната зафатнина (брана и таложно езеро) за секој метар по височина помеѓу котите 597-630 m е прикажана во табела број 3 додека зафатнината на таложното езеро е дадена во табела број 4. Со помош на шематскиот приказ на хидројаловиштето како и шематскиот приказ на колекторскиот систем приказот на количините на дренажните води може да се регистрира протокот на вода и тој изнесува  $Q=29,6 \text{ lit/sec}$ .

#### *Биланс на материјалот изложен во езерото*

Отпадната суспензија-пулпа која по гравитациски пат се упатува во езерото по пат на хидроциклирање се класира на производ песок и производ прелив. При оствареното просечно производство на последните тринаесет години (1982-1994 година) од 3 486 036 t/god при ефикасност на класирање  $E_{74} = 58,2\%$ , релативна маса на прелив изнесува 55%, а релативната маса на песок изнесува 45%. Песокот во главно се користи за надвишување на браната, а преливот се испушта директно во езерото постепено исполнувајќи го со постојано поместување на фронтот на исталожен материјал возводно од браната. Меѓутоа, повремено пулпата наместо во хидроциклоните целосно се испушта во езерото.

$$Q_r = 3\,486\,036 \text{ t/god}$$

прелив:

$$Q_{pr} = 6\,963\,832 \text{ t/god}; \quad \gamma = 1,203 \text{ t/m}^3$$

$$Q_{pr} = 5\,788\,722 \text{ m}^3 / \text{god}; \quad Q_{m_{pr}} = 1\,866\,307 \text{ t/god}$$

$$Q_{h_2O_{pr}} = 5\,097\,525 \text{ t/god}$$

Табела број 3. Вкујна зафайнина на брана и шаложно езеро

Коша т	Површина м <sup>2</sup>	Средна йоврши. м <sup>2</sup>	Распојание т	Зафайнина м <sup>3</sup>	Вкујна зафайнина
597	925 650				
598	939 000	932 325	1	932 325	932 325
599	948 100	948 550	1	948 550	1 880 875
600	974 200	966 150	1	966 150	2 847 025
601	988 300	981 250	1	981 250	3 828 275
602	990 600	989 450	1	989 450	4 817 725
603	1 000 300	995 450	1	995 450	5 813 175
604	1 114 500	1 057 400	1	1 057 400	6 870 575
605	1 123 100	1 118 800	1	1 118 800	7 989 375
606	1 142 200	1 132 650	1	1 132 650	9 122 025
607	1 160 100	1 151 150	1	1 151 150	10 273 175
608	1 174 400	1 167 250	1	1 167 250	11 440 425
609	1 188 600	1 181 500	1	1 181 500	12 691 925
610	1 202 800	1 195 700	1	1 195 700	13 817 625
611	1 217 000	1 209 900	1	1 209 900	15 027 525
612	1 231 200	1 224 100	1	1 224 100	16 251 625
613	1 245 500	1 238 350	1	1 238 350	17 489 975
614	1 259 700	1 252 600	1	1 252 600	18 742 575
615	1 273 900	1 266 800	1	1 266 800	20 009 375
616	1 288 100	1 281 000	1	1 281 000	21 290 375
617	1 302 300	1 295 200	1	1 295 200	22 585 575
618	1 316 600	1 309 450	1	1 309 450	23 895 025
619	1 330 780	1 323 690	1	1 323 690	25 218 715
620	1 345 000	1 337 890	1	1 337 890	26 556 605
621	1 361 000	1 353 000	1	1 353 000	27 909 605
622	1 378 200	1 369 600	1		29 279 205
623	1 394 800	1 386 500	1		30 665 705
624	1 411 400	1 403 100	1		32 068 805
625	1 428 000	1 419 700	1		33 488 505
626	1 444 600	1 436 300	1		34 924 805
627	1 461 200	1 452 900	1		36 377 705
628	1 469 500	1 465 350	1		37 125 932
629	486	11 126	1		37 137 058
630	420	10 726	1		37 147 784
Вкупно				37 147 784	

Табела број 4. Вкујна зафайнина на шаложнојо езеро

Коша т	Површина м <sup>2</sup>	Средна йоврши. м <sup>2</sup>	Распојание т	Зафайнина м <sup>3</sup>	Вкујна зафайнина
597	829 590				
598	923 957	839 165	1	839 165	839 165
599	943 057	855 390	1	855 390	1 694 555
600	959 157	872 990	1	872 990	2 567 545
601	973 257	888 090	1	888 090	3 455 635
602	975 557	896 290	1	896 290	4 351 925
603	985 256	902 290	1	902 290	5 254 215
604	1 096 928	968 340	1	968 340	6 222 555
605	1 105 528	1 029 740	1	1 029 740	7 252 295
606	1 124 628	1 043 590	1	1 043 590	8 295 885
607	1 142 528	1 062 090	1	1 062 090	9 357 975
608	1 156 828	1 078 190	1	1 078 190	10 436 165
609	1 171 638	1 095 165	1	1 095 165	11 531 330
610	1 185 838	1 109 365	1	1 109 365	12 640 695

611	1 200 038	1 123 565	1	1 123 565	13 764 260
612	1 214 238	1 137 765	1	1 137 765	14 902 025
613	1 228 538	1 152 015	1	1 152 015	16 054 040
614	1 242 738	1 177 010	1	1 177 010	17 231 050
615	1 256 938	1 191 210	1	1 191 210	18 422 260
616	1 271 138	1 205 410	1	1 205 410	19 627 670
617	1 285 338	1 219 610	1	1 219 610	20 847 280
618	1 299 638	1 233 860	1	1 233 860	22 081 140
619	1 322 526	1 269 871	1	1 269 871	23 351 011
620	1 336 746	1 284 071	1	1 284 071	24 635 082
621	1 352 746	1 299 191	1	1 299 191	25 934 273
622	1 369 946	1 315 781	1	1 315 781	27 250 054
623	1 386 546	1 332 681	1	1 332 681	28 582 725
624	1 403 146	1 371 996	1	1 371 996	29 954 721
625	1 419 746	1 388 596	1	1 388 596	31 343 317
626	1 436 346	1 405 196	1	1 405 196	32 748 513
627	1 452 946	1 421 796	1	1 421 796	34 170 309
627,5	1 461 246	1 434 246	1	1 434 246	34 887 432
Вкупно				34 887 432	

песок:

$$Q_p = 2\,141\,751 \text{ t/god}; \quad \gamma = 1,788 \text{ t/m}^3$$

$$Q_p = 1\,197\,847 \text{ m}^3/\text{god}; \quad Q_{m_p} = 1\,506\,131 \text{ t/god}$$

$$Q_{h_2O_{pr}} = 635\,620 \text{ t/god}$$

$$\Sigma Q_{H_2O} = Q_{H_2O_{pr}} + Q_{H_2O_p} = 5\,733\,145 \text{ t/god}$$

$$H_2O_{preliv} = 88,9 \%$$

$$H_2O_{pesok} = 11,1 \%$$

Материјалот кој се испушта во акумулацијата фронтално напредува при што е видно дека постепено се приближува до местото каде акумулацијата се дели на два крака, а кон крајот на 1993 година сосема се доближи до работ на разделба на двата крака.

### *Таложни карактеристики*

Таложните карактеристики на цврстата фаза се определни при три услови:

- различни дијаметри на мензури-250 ml, 500 ml, 1000 ml.
- разни агли на наклонетост 30° и 90°
- со и без додаток на флокуланти

Испитувањата покажале дека е значителна разликата во брзината на таложување на цврстата фаза во влезот на хидроциклоните во однос на песокот од хидроциклоните како при агол на наклонетост од 90° така и при агол од 30°. Суспензиите земени од крајот на фронтот на депонираниот материјал покрај понтонот укажуваат на разновидност на својствата на класифицирање по големина на зрната во вертикален правец. Таложните криви покажуваат голема разлика во брзината на таложување во зависност од аголот на наклонетост (90° и 30°) кај сите фракции.

Додатокот на флокуланти како до неорганско така и од органско потекло нема никакво влијание врз промената на брзината на таложување на цврстата фаза, што покажува дека не е можно никакво странично подржување на таложните карактеристики на цврстата фаза во водените раствори.



Кривите на создавање на компресибилна зона за влез и прелив на хидроциклон укажуваат на целосна идентичност и природа на слабо компресибилна цврста фаза.

### *Пројочни карактеристики*

Со цел да се дефинира однесувањето на цврстиот материјал при влевањето во акумулацијата во форма на прелив од хидроциклонот извршени се испитувања на проби од левата и десната страна на акумулационото езеро за нивните таложни својства. Брзинските криви на таложење на пробите земени од левата страна на акумулацијата покажуваат дека при исталожување на цврстата фаза во езерото не доаѓа и до класификација на цврстата фаза по големина на зрната во правец од браната кон воденото огледало. Брзинските криви на таложење на пробите земени од десната страна на акумулацијата (едновремени проби од површината на исталожениот материјал и од длабочина од околу 40-50 cm под површината на исталожениот материјал) со мали исклучоци видливо покажуваат дека при таложењето на цврста фаза скоро по целата должина на фронтот на таложење доаѓа до класификација на цврстата фаза по големина на зрната во вертикална насока. Но како и при испитувањето со пробите земни од левата страна, не доаѓа до класификација на цврста фаза по големина на зрната по должината на фронтот на таложење одејќи од браната кон воденото огледало.

### *Компресибилност и пермеабилност на цврстата фаза*

Пропустливоста на исталожениот цврст материјал е многу важно својство на депонираниот материјал од кое зависи и однесувањето на материјалните текови во акумулационото езеро општо и во сите насоки.

Од испитувањата извршени на проби земени на влез и од излез на хидроциклоните направени се следните констатации:

*Табела број 5 Материјал испуштен во езерото*

<i>Година</i>	<i>Материјал биланс m<sup>3</sup></i>	<i>Вкупна зафайнина m<sup>3</sup> 1,73 g/sm Порозност 0,57 0,43</i>	<i>Вкупна зафайнина m<sup>3</sup> 1,95 g/sm Порозност 0,45 0,55</i>	<i>Вкупна зафайнина m<sup>3</sup> 1,82 g/sm Порозност 0,51 0,49</i>
1979	107 074			
1980	631 684			
1981	1 106 805			
1982	1 784 011			
1983	2 542 721			
1984	3 172 605			
1984,71		3 908 053	4 998 673	4 453 363
1985	3 735 048			
1985,07		4 141 701	5 297 524	4 719 612
1985,46		4 355 314	5 570 750	4 963 032
1986	4 436 191			
1986,73		5 148 977	6 585 900	5 867 438

1987	5 151 730			
1987,07		5 455 296	6 977 705	6 216 501
1987,48		5 705 912	7 298 260	6 502 085
1987,75		5 965 584	7 630 398	6 797 991
1988	5 770 370			
1988,19		6 300 015	8 058 158	7 179 087
1988,52		6 563 611	8 395 317	7 479 464
1988,95		6 876 985	8 796 144	7 836 565
1989	6 523 929			
1989,315		7 153 957	9 150 411	8 152 184
1989,62		7 397 785	9 462 283	8 430 034
1990	7 252 969			
1990,37		8 034 002	10 276 049	9 155 026
1990,79		8 401 835	10 746 533	9 574 184
1991	7 958 969			
1991,35		8 833 791	11 299 035	10 066 413
1991,83		9 245 935	11 826 196	10 536 066
1992	8 673 019			
1993	9 414 601			
1993,21		10 044 533	12 847 658	11 446 095
1993,62		10 362 705	13 254 623	11 808 664
1994	10 108 595			

1. Со мали исклучоци пермеабилитетот на слојот од талогот има ред на величина од  $10^{-4} \text{sm}^3 / \text{sm}^2 \text{s}$ ;
2. Висината на водениот столб на талогот влијае врз пропустливоста на слојот;
3. Одредени промени на вредноста на пропустливоста со тек на времето постојат, најчесто не така големи;
4. Со воспоставување на разни режими на протек, како на пример едновремен протек низ сите отвори (на дното и трите странични) или дното со по само еден од страничните отвори или само страничните отвори поединечно или сите заедно не се постигнува еден ист проток низ колоната туку тој во различни комбинации е различен;
5. Може да се укаже и на податокот дека пропустливоста е изразена во однос на страничните отвори пројавува интересен феномен. Односно најголема е пропустливоста на најдолните слоеви, а најмала на средните слоеви на талогот;
6. Врз пропустливоста поголемо влијание има висината на водениот столб над талогот отколку висината на слојот од талогот;
7. Талогот е до одреден степен компресибилен;
8. Ако талогот во период од само 12 часа се остави без дотур на вода т.е. се допушти водата да се исцеди доаѓа до брзо напукнување на горниот слој од талогот воглавно составен од најситната фракција како резултат на што после тоа вредноста на пропустливоста повеќекратно се зголемува.

#### ПРЕТПОСТАВКИ И ЕЛЕМЕНТИ ЗА МАКСИМАЛНО ЗАВРШНО НАДВИШУВАЊЕ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО НАД КОТА 630 м