

ИЗВЕСТАЈ

од извршена ревизија на Основен проект под наслов:

ОСНОВЕН ПРОЕКТ ЗА ХИДРОЈАЛОВИСТЕТО НА
РУДНИКОТ САСА - М. КАМЕНИЦА ЗА ИИ ФАЗА ДО
КОТА 960 мнв

Изготвувац на основен проект:

Градезен факултет - Скопје

РИ-ИПИ, Рударски Институт, Скопје

Ревизија на основен проект:

Рударско - геолошки факултет - Скопје

Изготвувачи на ревизијата:

1. Проф. Д-р Борис Крстев, редовен професор
2. Проф. Д-р Благој Голомеов, вонреден професор
3. Доцент Д-р Мирјана Голомеова, доцент
4. Александар Крстев, технички соработник

17.04.2006 год.

Стип

Рударско-геолошки факултет

Д е к а н,

Проф. Д-р Тодор Делипетров

ИЗВЕСТАЈ

Согласно на доставениот Основен проект за хидројаловистето на рудникот Саса-М.Каменица за II фаза до кота 960 мнв во која се содржани:

1 ДЕЛ – ТЕХНОЛОГИЈА НА ОДЛАГАНЈЕ

Основниот проект за хидројаловиштето на рудникот Саса-М.Каменица за II фаза до кота 960 мнв 1 ДЕЛ – ТЕХНОЛОГИЈА НА ОДЛАГАНЈЕ, е изработен од страна на Градежен факултет – Скопје, Катедра за хидротехнички објекти и Катедра за геотехника, а во изготвувањето на предметнава техничка документација учествуваше фирмата РИ-ИПИ, Рударски Институт ДОО-Скопје.

Главен и одговорен проектант и одговорен проектант на технолошкиот дел е Петре Рунчев, дипл. руд. инж., одговорен проектант на машинскиот дел е Трајко Додевски, маш. техн. и одговорен проектант на градешниот дел е Лефтер Димитровски дипл. град. инж и соработници и консултанти.

Ви доставуваме **ИЗРАБОТКА ИЗВЕСТАЈ-РЕВИЗИЈА НА ОСНОВЕН ПРОЕКТ ЗА ХИДРОЈАЛОВИСТЕТО НА РУДНИКОТ САСА-М. КАМНИЦА ЗА II ФАЗА ДО КОТА 960 мнв**

I Основни принципи при изработката на основниот проект:

Основниот 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 изградба на флотациското хидројаловиште на рудникот Саса.

II Подлоги

Хидројаловиштето на рудникот Саса во М, Каменица служи за одлагање на флотациската пулпа (јаловина) добиена со технолошкиот процес на флотација на минералите олово и цинк. За одлагање на новите количини на јаловина во идниот експлоатационен период на рудникот, кој се планира од крајот на мај 2006 година, потребно е да се изготви техничка документација на ниво на Основен проект, во склад со членовите 33 и 52 од Законот за градење од 24 јуни 2005 година, за јаловиштето од II фаза до кота 960 мнв. Со Основниот проект треба да се исполнат следниве задачи:

(1) Да се идентификуваат сите промени на моментната состојба на изграденост на јаловиштето, посебно после хаваријата од 30-ти август 2003 година, со проектните подлоги - по кои е изработен Главниот проект за новото јаловиште од II фаза, изготвен во 1982 година.

(2) Да се уточнат и комплетираат топографските, геотехничките и хидролошките податоци, неопходни за изработка на Основен проект по кој ќе се изведува хидројаловиштето.

(3) Да се иновираат хидролошките, хидрауличките, геостатичките и конструктивните анализи, за потврдување на сигурноста на објектите, со примена на современи методи, во согласност со важечките стандарди, соодветни за објекти од овој вид.

(4) Да се изработат делови од проектот кои што се неопходни, а не се содржани во главниот проект од 1982 година.

Основниот проект, кој ќе одговори на наведените задачи, ќе служи за добивање одобрение за градење и ќе претставува основа за изработка на изведбен проект (според член 41 од Законот за градење), треба да ги содржи следниве делови:

Дел 1 - Технологија на одлагањето;

Дел 2 - Јаловиште (концепција, функционалност, стабилност);

Дел 3 - Водоспроводници за одведување на површински и дренирани води.

За добивање на одобрение за градење, покрај Основниот проект, потребно е да се изработат и **дополнителни студии** (според член 52, точка 4 и точка 5) од Законот за градење:

- Студија за оцена на влијанијата на проектот врз **животната средина**, одобрена од органот на државната управа надлежен за вршење на работите од областа на животната средина за градби согласно со Законот за животната средина, и

- Студија за остварениот квалитет на **сеизмичката заштита** на објектот, одобрена и позитивно оценета во согласност со генералната државна стратегија за контрола и намалување на сеизмичкиот ризик.

За изготвување на наведенава техничка документација потребно се да се комплетираат неопходните топографски и геотехнички подлоги, како и да се обезбедат соодветни хидролошки влезни податоци.

Целта на предметниот Основен проект е да се дефинира технички сигурно и економски оправдано решение за: (а) технолошкиот процес на одлагање на јаловината во II фаза, (б) иницијалната брана и низводната песочна брана на хидројаловиштето во II фаза и (в) водоспроводните органи на хидројаловиштето во II фаза за одведување на површинските и дренираните водн.

За димензионирање на јаловиштето во II фаза, од градежен аспект, потребно е да се определи состојбата на напрегања и деформации, како и филтрационите појави, и да се провери статичката и филтрационата стабилност на песочната брана во тек на градба (експлоатација на јаловиштето) и во постексплоатационата фаза на јаловиштето (изградена песочна брана). Затоа, оваа анализа треба да се спроведе со симулирање на етапноста на напредувањето (според усвоената геометрија и динамика - дефинирана со технолошкиот процес) и со следење на развојот (генерирање и дисипација) на порните притисоци.

За димензионирање на водоспроводниците на површински и дренажни води, потребно е да се определат хидродинамичките параметри на струењето по должина на целосните водоспроводници, постојните и новите - за правилно функционирање на јаловиштето во II фаза. Затоа, неопходна е примена на хидрауличка анализа по целата должина на водоспроводниците, со стационарно перамномерно постепено променливо струење на: (а) преливниот (опточниот) тунел (или галерија) и (б) заштитниот канал (или колектор) на левиот бок од долината. При изборот на концепцијата на водоспроводниците, мора да биде задоволен При изработка на Основниот проект, дополнителните студии и изведбениот проект за хидројаловиштето на рудникот Саса - М. Каменица за II фаза до ката 960 мнв, да се користат следниве подлоги;

1. *Ситуација на теренот во зоната на хидројаловиштето во размер 1:500, со еквидистанца 1 м, изработена од страна на Рударски институт - Скопје, лист 1, 2 и 3.*
2. *ИДЕЕН ПРОЕКТ ЗА НОВО ЈАЛОВИШТЕ („А“ и „Б“ локал.) НА ФЛОТАЦИЈАТА ОД РУДНИК „САСА“ -- М. КАМЕНИЦА, Книга III -технолошки дел на јаловиштето, Свеска I - технологија на одлагање и хидраулички транспорт на јаловината (декември 1976 год.).*
3. *Главен проект за ново јаловиште „Долина на Саска Река“ - I и II фаза на флотација од рудникот „Саса“ - М. Каменица (септември 1982), изработен од Рударски институт – Скопје.*

1.0 ОСНОВНИ СОЗНАНИЈА И ПОЗНАВАЊА ЗА 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 погоднo тло, со што се овозможува заштита од загадување на животната средина, таложeње на цврстата фаза од пулпата со истовремено обезводнување на одредена количина на повратна технолошка вода за повторно користење на процесот. *Хидројаловиштите* кое се состои од *песочна брана, таложно езеро, дренажен систем и ограда за евакуација на бистра вода* е објект од големо значење.

Истото мора да ги задоволува следните услови:

- *да обезбедува целосна сигурнос и стабилнос на песочната брана;*
- *да има постojан хидрауличен дојок на јаловина;*
- *да има постojана работа на хидроциклоните при разделување на високој од преливој;*
- *да има функционален дренажен систем во секој момент;*
- *да обезбедува доволно време за потребните физичко-хемиски процеси, односно таложeње на цврстата фаза на дно и разложување на заостанатите флоатиски реагенси со цел да се добие бистра и чиста вода за користење во погон или пак за испуштање во водените шекови без опаснос да биде загадена околината;*

- да имаат вградени колектори за прием и евакуација на бистра вода;
- да имаат песочна брана со потребна дебелина и порозност 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 трошкови при изградбата и одржувањето на хидројаловиштето. Поголемите брани овозможуваат поголем простор за сместување на флотациска јаловина, 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 шипгоирање*.

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 хидројаловишта 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.

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 песокливите брани, а и аголот на внатрешно триење помеѓу зрната на песокот кој е битен за статичката стабилност на браната. Во песокливите брани е присутно цедење на водата од акумулациониот простор низ браната. Тоа значи дека физичките, хемиските, хидрогеолошките и процесите на консолидација 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 водотеците под браната и воопшто загадувањето на животната средина. Добро изградена песоклива брана е најдобар пречистувач на отпадните води од хидројаловиштето. 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 песокливата брана, благодареејќи на своите кристалохемиски 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, олово, никел и манган*. 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 одвиват 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 песокливите 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 стоене 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; водопрониливост; порозност; притисок во порите; консолидација; униформност; влажност; зајреминска маса во збиена и распресиена состојба; кохезија; аголот на внатрешно пречење 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: *водата, воздухот и земјиштето*.

Анализата која ја извршил *д-р Ервин Геринер* 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 диспергирани во водата мора да се одложат во посебно изградени хидројаловишта;
- Големи количини на отпадни води со суспендирани материји и можни недозволен присутни штејни јони на тежки метали, ОН-јони и органски загадувачи;

Позитивните последици се огледат во следното:

- Големите количини фино иситнети отпадоци најчесто се појавуваат во минерална форма на тежкорасстворливи соединенија кои во нерасстворена состојба не се токсични;
- Релативно ниска загаденост на отпадните води;
- Можноста за искористување на отпадните води во затворени циклуси на пречистување, со што се намалува отпадот 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 отпадот на флоациски реагенси во процесот;
- Големите хидројаловишта претставуваат и базени со функција на систем за самопречистување на отпадните води (поставење на суспендирани материји, сионани хемиски, флорохемиски и биохемиски реакции со кои соединенијата и хемиските елементи присутни во отпадните води се преведуваат во помалку штетни форми). Експериментално е потврдено дека реакциите на самопречистување или контролирано преведување на јоните на тежките метали во слабостворливи сулфиди или хидроксици целосно и побрзо се одвиваат ако во водата има присутство на повеќе различни јони кои можат да учествуваат во овие реакции, што со отпадните води во минералната технологија е редовна појава;
- Посебна погодност е кога истовремено суспендирани материји можат да се искористат како корисни производи;
- Релативно големи можности за избор на реагенси кои се основни загадувачи во процесите на флоациска концентрација, 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 флотациска 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 флотацијата на оловото-колектори и пенливци, а во циклусот на флотација 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 флотациски 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 флотациски 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 мм со кружен пресек и со метално сито и славина се исполнува со адсорпциони средства (200 г зеолити). На дното од колоната се постават стаклена вата и крупно метално сито.

Одлагањето на флотациската 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 мм. Времето на таложеење на овие честички е поврзано со **димензионирањето на воденото огледало**, односно со оддалечувањето на границата *водено огледало-џлажа* (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; (м)

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

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

L - 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 крезолни, потоа помалку отровни соединенија, како што се ксантати, бакар сулфат, калциум хидроксид и други.

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 варта 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 пропустливоста на браната*. Суфузијата може да биде предизвикана и со распаѓање на минералните честички во самата брана, како на пример пиритот доколку е присутен во значителна количина. Последица од суфузијата е се поголемата овлажност на браната и создавање на површини склони на лизгање на слоевите 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 абсорбирана вода во честичките од јаловината.

Хидротранспортот на јаловинската пулпа се изведува преку *бетионски пулповоди, каналети, магистрални иластични пулповоди* или друго, користејќи го гравитациското слободно движење од погонот за флотација кон хидројаловиштето. При изборот на материјалот од кој се изработени цевките на пулповод: *цементни-салонијни, челични-нерѓосувачки, иластични, ѓумени* или пак во најново време од *композијни материјали*, мора да се земат во предвид *абразивните карактеристики* и во помал дел *корозивните карактеристики*. 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 минимизира 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 ($10 \text{ к}\bar{з}/\text{м}^2$) да се применуваат пластични цевки, а за поголеми притисоци останати видови на цевки;
- профилот на пулповодот и хидрауличниот градиент да се избераат така да се постигне најкратко растојание и со косина под 15° , за да се избегнат лизгањата на исталожените честички при прекин на електрична струја;

Со еден збор, при изборот и димензионирањето на идни пулповоди нема да бидат доволни само пресметките за хидрауличен пад на притисокот 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 ѓомѝа**. Таа треба да ослужи целокупната јаловинска пулпа да се **ѝрансѝорѝира** до хидроциклони кои се поставуваат на круната и да се змат во предвид сите хидраулични падови на притисок во пулповодите

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

1. *Довод на флѝациска јаловинска ѝулѝа;*
2. *Евакуација на водаѝа;*
3. *Осѝанатѝи ѝроѝраѝни друѝи објекѝи*

Мора да се има предвид дека при градбата е потребно **набљудување-оскулѝација**, односно дека треба да се следи целиот процес. 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 чистоката на филтрационата вода низ телото на браната, односно функционирањето на целиот дренажен систем. Мора да се предвиди распоред на пиезометри 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 ѝреливни и ѝроцедни води; конѝрола на физичко-хемиска чистѝока на водаѝа; конѝрола на количинаѝа и ѝрануломѝрискиѝи сосѝав на ѝесокоѝ од хидроциклонирање на јаловинаѝа; ѝеомеханчки каракѝе-рисѝики на ѝесокоѝ; конѝрола на ѝровирнаѝа линија од бранаѝа; мерење на водиѝе кои исѝекуваат од хидројаловишѝеѝо; нивоѝо на водиѝе во ѝиезомерѝиѝе; физичко-механичка загаденост на ѝовраѝнаѝа и дренажна вода и друѝо.**

Што се однесува до мерките за заштита при работа на хидројаловиштето, мора да се предвидат **сите ѝосѝојани важечки ѝозиѝивни**

закони и технички пројисии кои ќе обезбедат непречена и безбедна работа на работниците. Во тој поглед, **се набележуваат 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.

Флотациската јаловина која се добива при подземната експлоатација може да се користи за пополнување на подземните откопни простори на рудното лежиште. Ако се врши одлагање на флотациската јаловина во подземните откопи, тогаш обично се одлага еден дел од флотациска јаловина, а многу тешко се одлага целокупната флотациска јаловина.

Изградба на посебни простори за депонирање на флотациската јаловина е посебен проблем во рудниците и треба да се решава од техничко - економски аспект, земајќи ја во предвид и заштитата на животната средина. Значи, изборот на локација за флотациско хидројаловиште е комплексен проблем, чие решение претставува компромис од голем број спротивставени услови (технолошки, геотехнички, урбанистички, економски, еколошки и др.).

Најпрво, се поаѓа да флотациското хидројаловиште биде лоцирано што поблизу до флотациската постројка, транспортот на флотациската јаловина биде гравитациски во што подолг период, работниот век на флотациското хидројаловиште да е што подолг и последиците од евентуални хаварии бидат минимални. Кон овие услови се додаваат уште многу други како што се:

- флотациското хидројаловиште треба да се лоцира врз стабилен терен при што односот помеѓу зафатнината на насипот и зафатнината на акумулациониот простор треба да биде најмалку 1 : 9;

- да флотациското хидројаловиште се формира подалеку од главните подземни водени текови, на терен без извори и резервоари за вода за пиење и на терен без пукнатини (пори);

- што подалеку од населени места, патни сообраќајници, железнички пруги, аеродроми, воени објекти, индустриски претпријатија и сл;

- надвор од границите на археолошки наоѓалишта и други културни споменици.

Уште да кажеме дека, при изборот на локација за флотациско хидројаловиште, треба да се избира земјиште со послаб бонитет.

Значи, локацијата за флотациско хидројаловиште е условена од многу елементи, изборот е тежок и по правило претставува компромисно решение. Овој компромис дава задоволувачки резултати на самиот почеток во услови на контролирана експлоатација. Како времето на експлоатација на флотациското хидројаловиште одминува, се менуваат законските прописи, се менува човековата свест, па после некој период може да се увиде да избраната локација и не била најпогодна. Таков е примерот, кога во минатото за локација на флотациски јаловишта се избирале локации во населени места.

За рудници кои се наоѓаат во планински предел, најдобро би било ако за флотациско хидројаловиште се избере некоја погодна долина. Проблемот кај овие јаловишта е нивната заштита од поројни води, кои можат да ја загрозат стабилноста на самото флотациско хидројаловиште.

За избор на локација за флотациско хидројаловиште се консултираат: министерството за животна средина и просторно планирање, министерството за земјоделство, водостопанство и шумарство и министерството за култура (случајно да не има археолошки пронајдоци на таа локација). Инвеститорот е должен да при изготвување на техничката документација за флотациско хидројаловиште да обезбеди заштита на животната средина и природа согласно со закон, во тек на експлоатацијата на јаловиштето. Исто така, тој е должен земјиштето загрозувано од јаловиштето и самото јаловиште да го рекултивира во рок од најмногу три години по завршувањето на користење на јаловиштето, за што исто така се изготвува техничка документација.

Паралелно со избор на локација за флотациско хидројаловиште се врши пресметка на расположливата зафатнина и векот на експлоатација на јаловиштето.

Можната локација за флотациско хидројаловиште се снима и се прават топографски карти за истата локација. Потоа планираниот простор за флотациско хидројаловиште се дели на профили (вертикални или хоризонтални). За секој профил се добива површината и потоа со едноставна постапка се добива зафатнината помеѓу два профила и вкупната зафатнина до секој профил (кота - ако се работи за хоризонтални профили) сметајќи ги и претходните. Колку растојанието меѓу профилите е помало толку се добиваат попрецизни податоци за зафатнината на јаловиштето.

2.0. ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ФЛОТАЦИСКИТЕ ХИДРОЈАЛОВИШТА

2.1. Елементи за изградба на флотациски хидројаловишта

Димензионирањето на флотациските хидројаловишта со сите нивни функционални објекти, пред се е условено од неколку елементи, кои се во директна зависност од карактеристиките на флотациската јаловина:

- *Количина на флотациска јаловина.* Количината на флотациска јаловина се одредува спрема масата на цврста фаза во производите на флотациската концентрација во погонот флотација. Значи, таа е условена од капацитетот на флотација и од квалитетот на рудата која оди на флотација.

- *Содржина на класата - 0.074 мм во цврстата фаза.* На кој начин ќе се гради јаловиштето, пред се зависи од големината на цврстите фракции. Како критериум, најчесто се зема класата - 0.074 мм и се прикажува во проценти, односно се дава приказ на процентуалната содржаност на цврстите фракции кои се помали од 0.074 мм и на база на тие податоци се оценува дали во флотациската јаловина ќе има доволно крупни фракции - песок за изградба на браната. Спрема светската пракса учеството на зрната помали од 0.074 мм во песокот за градба на браната треба да биде помалку од 10%. Меѓутоа, кај некои наши јаловишта тој процент поминува и над 20%. За оценка на содржината на класата - 0.074 + 0.0 мм во цврста фаза - јаловина, се користат податоци добиени од

технолошките снимања на производот - истек на флотациска јаловина од флотациската концентрација.

- *Максимална и средна големина на честичките од цврстата фаза.*

Дијаграмски се одредуваат и максималната (d_{max}) и средната (d_{sr}) големина на фракциите од цврстата фаза. За максимална се оценува онаа големина над која се наоѓаат 5% од вкупната количина цврсти честички. А средна е онаа големина за која испод неа и над неа се наоѓаат по 50% од вкупната количина испитувана јаловина (се одредува од пресекот на кривите на отсев и просев).

- *Густина на цврстата фаза - јаловина, ρ_c (t/m^3).* Се усвојува најчесто онаа густина која ја има рудата.

- *Содржина на цврста фаза - јаловина и масен однос цврсто : течност.* Содржината на цврста фаза обично зависи од тоа колкава количина вода е потребно за флотациската концентрација. Масениот однос цврсто : течност обично варира во тесни граници, но при проектирањето се усвојува средниот однос.

- *Густина на флотациската пулпа, ρ_p (t/m^3).* Оваа густина е во директна врска од односот цврсто : течност.

- *Зафатинска содржина на цврстата фаза-јаловина во пулпата, C_v .*

$$C_v = \frac{(\rho_p - \rho_v)}{(\rho_c - \rho_v)} \cdot 100 \dots \dots (\%)$$

- *Густина на водата ($\rho_v=1.0 t/m^3$).*

- *Хидрауличка големина (брзина на слободно паѓање на цврстите честички во вода, W_{sr}).* Оваа брзина најчесто се пресметува по законот на Стокс. Услов е да $d_{sr} \leq 0.120$ mm.

$$W_{sr} = 5450 \cdot d_{sr}^2 (\rho_c - \rho_v) = 5450 \cdot d_{sr}^2 (\rho_c - 1) \dots \dots (cm/s)$$

2.2. Главни функционални објекти на флотациските хидројаловишта

Типичните флотациски хидројаловишта се состојат од главна брана и главно таложно езеро, опремени со систем за транспорт на флотациската јаловина до јаловиштето, систем за евакуација на водите од јаловиштето, систем за заштита од околни води и уште некои додатни системи. Важна карактеристика на овие системи е тоа што тие се градат на почетокот на формирање на јаловиштето и понатамошните работи се занемарливи, а се сведуваат на одржување и контрола на јаловиштето. Некои од овие системи, поточно објекти со текот на експлоатација се затрупуваат, па посериозни преправки се многу компликувани и скапи. Поради тоа, важно е да тие бидат правилно димензионирани, проектирани и градени. Значи, проблеми можат да започнат уште со проектирањето кога се оди на штедење, односно се прават помалку ефикасни системи, кои потоа можат да го загорзат целото јаловиште. Значи, овие објекти во

текот на експлоатацијата на флотациското јаловиште треба да обезбедат сигурна и непречена работа.

Главни функционални објекти кои влегуваат во составот на флотациските хидројаловишта се:

- брана и таложно езеро;
- систем за хидротранспорт на флотациската јаловина;
- систем за одлагање на флотациската јаловина;
- дренажен систем;
- преливен колектор;
- пумпна станица за повратна вода;
- заштитни сливни колектори и др.

За димензионирање на воденото огледало најчесто се користи Стокс - овиот закон за паѓање на цврсти тела во флуиди, при што брзината на паѓање се изразува со релацијата:

$$W_{sr} = 5.450 \cdot d_{sr}^2 (\gamma_c - \gamma_v) = 5.450 \cdot d_{sr}^2 (\gamma_c - 1) \dots (cm/s)$$

Со оваа еднаквост не се предвидени дејствата на струење на водата кон колекторот и турбуленцијата на водата под влијание на ветерот. Овие корекции ги предлага Кизивалтер и корекционата брзина ќе биде:

$$W_c = \frac{\pi \cdot d_e (\gamma_c - \gamma_v) \cdot g}{6 \cdot Q \cdot \gamma_v} \dots (cm/s)$$

каде се:

- d_e - еквивалентен дијаметар на честичките (cm);
- Q - коефициент на отпор.

Еден дел од флотациските реагенси, кои доаѓаат со јаловинската пулпа се наоѓаат растворени во езерската вода. Што е поголемо воденото огледало, толку е подолго одлежувањето на водата, со што се овозможува и хемиско прочистување на водата.

Понекогаш, испод флотациското хидројаловиште се формираат и помошни брани и езера, кои служат за прифаќање на дренажните и колекторските води, при што се овозможува додатно прочистување на водата, при што во помошното езеро може да се постави пумпна станица за повратна вода.

2.3 Систем за хидротранспорт на флотациската јаловина

Хидротранспортот на флотациската јаловина од погонот за преработка до јаловиштето може да биде:

- гравитациски;
- со помош на пумпи;
- комбиниран.

Најевтин начин за транспорт е секако гравитацискиот транспорт. Гравитацискиот транспорт се одвива под дејство на гравитациската сила,

без користење на додатна енергија. Овој транспорт може да се користи кога постои доволно позитивна разлика помеѓу влезната и излезната кота на цевководот или на каналот. Секогаш кога има услови, најдобро е да се користи овој вид на транспорт. Меѓутоа, кога овој транспорт не обезбедува доволен работен притисок за хидроциклоните, тогаш при транспортот се користи додатна енергија. Тоа се постигнува со помош на пумпи, кои на пулпата и ја предаваат енергијата која ја добиваат од погонскиот мотор. Најширока примена имаат центрифугалните пумпи. Принципот на работа на центрифугалните пумпи се заснова на заемно делување на пулпата и лопатките од работното коло. При вртење на работното коло, лопатките вршат притисок на зафатената пулпа и на тој начин вршат пренос на пулпата од едно на друго место. Транспортот со пумпи е неминовен кај рамничарските флотациски хидројаловишта. Најчест случај е комбинираниот транспорт, при што јаловината во еден дел се транспортира гравитациски, а во друг со помош на пумпи. Значи, кога не е можен целосен гравитациски транспорт, најчест типичен пример за транспорт на флотациската јаловина е следниот. Од погонот флотација до одреден собирник јаловината се транспортира гравитациски, а потоа се врши испумпување до хидроциклоните поставени на браната. Собирникот за пулпа треба да има волумен кој ќе обезбеди прифаќање на целата пулпа што ќе се најде во гравитациониот пулповод, во случај да дојде до прекин на електрична енергија.

Хидротранспортот на јаловинската пулпа најчесто се изведува со каналети или со цевки. Во минатото, како систем за хидротранспорт на јаловинската пулпа служеле каналетите. Тие биле правени од бетон, челик, лим или од некој друг материјал. Но денес, каналетите се повеќе се заменуваат со цевки. Причина за тоа е што каналетите се отворени и понекогаш тие можат да бидат нападнати од околниот терен (обично после силни дождови) и на тој начин да дојде до затнување на каналетата и излевање на флотациската јаловина. Значи, кога се врши транспорт со каналети потребни се посебни мерки за заштита. Ограничување е тоа што каналетите можат да се користат само кога е можен гравитациски транспорт, за разлика од цевководниот систем кој со помош на пумпи, претставува беспрекорен систем за транспорт. На некои јаловишта сеуште се во употреба каналетите за транспорт на флотациската јаловина.

Хидрауличкиот цевководен транспортен систем, секако е еколошки наполно прифатлив систем. Животната средина е наполно заштитена, со оглед на тоа што хидројаловината се транспортира во затворен систем. Минимални влијанија врз животната средина би можело да има во случај, што е малку веројатен, на пукање и хаварија на цевководот. Искуствата покажуваат дека овој вид на транспорт е многу економичен, како од аспект на цената на опремата, просторот за трасирање на цевководот, ниските цени на градежните работи, така и од лесното одржување. Многу често овој транспорт е потпомогнат со пумпи.

За избор на цевководот, значајно е кои карактеристики ги има флотациската јаловина и притисокот кој треба да го издржат. Кога се проектира потполно фиксен цевковод за голем притисок се користат челични цевки, додека на флотациските јаловишта каде притисокот обично е помал од 16 бари и цевководот често се преместува и се продолжува се повеќе се употребуваат пластични и пластифицирани

цевки изработени од пластични материјали (PVC, полиестер, полиетилен, епоксид и сл.) и гумени црева (обично појачани со челично спирално вградена жица). Гумените црева се користат на места каде што е потребна флексибилна врска, обично тие ги поврзуваат пластичните цевки со хидроциклонот, или се користат на места со големи кривини.

Проектирањето на пулповодот подразбира негово димензионирање (пречник, должина, притисок), потоа одредување на трасата и нагибот, одредување на начинот на поставување (надземно или подземно), избор на материјалот од кој се направени цевките, дебелина на ѕидот на цевките, избор на спојување на цевките и нивна заштита.

Димензионирањето на пулповодот зависи од количината на јаловинска пулпа што треба да се транспортира, потоа од густината на пулпата, од крупноста на цврстите фракции и сл. Пречникот на цевководот се димензионира врз база на односот помеѓу критичната и стварната брзина на струење на пулпата, кој однос е следниот:

$$V_{st} = (1.1 \div 1.2) \cdot V_{kr}$$

Критичната брзина може да се определи пресметковно или со користење на обрасци од различни автори, кои критичната брзина ја добиле по експериментален пат или пак може да се определи експериментално во хидраулички лаборатории. Општ принцип е да при кратките цевководи се пресметува, а кај долгите да се определува експериментално. За пресметка најширока примена има формулата на Durand - Condoliosa:

$$V_{kr} = F_1 \sqrt{2gD \frac{\gamma_c - \gamma_v}{\gamma_v} \dots \dots} (m/s)$$

каде се:

F_1 - модифициран Фрудеов број, кој зависи од концентрацијата и големината на зрната на флотациската јаловина. Се отчитува од дијаграми;

D - внатрешен дијаметар на пулповодот (m);

- густина на цврсти честички (t/m^3);

- густина на водата (t/m^3).

При димензионирањето на цевководот треба да се добијат оптимални брзини помеѓу 1.6 - 2.4, до најмногу 3.0 m/s. Транспортот при поголеми брзини има негативни ефекти при абразија на цевките и при потрошувачка на енергија.

Трасата претставува линија по која се поставува цевководот и го поврзува местото на влез и местото на напуштање на флотациската јаловина. И обично, при трасирање на пулповод се бира најкраткото можно растојание, со што помалку и поблаги кривини и треба да се почитуваат следните принципи:

- да се избегнуваат контрападови (наизменично успон и пад), бидејќи во случај на застој може да дојде до заглавување на јаловината во цевководот. Но, ако теренот е таков што ќе има контрападови во тој случај се поставуваат уреди за испирање на цевководната инсталација;

- градежните работи за изработка на усек или насип за трасата на цевководот да бидат минимални;
- да се следи трасата на веќе постоечки патни сообраќајници за што поефтина монтажа и полесно одржување;
- да се избегнува водење на цевководот низ населени места и приватни имоти.

Трасата на цевководот може да биде подземна и надземна. Кратките цевководи обично секогаш се надземни, а долгите можат да бидат надземни, но можат и да се вкопуваат. Предноста на подземните цевководи е тоа што не се поставуваат носечки столбови, оштетувањата од човекот или животните се исклучени, теренот може да се користи за други намени, не трпат големи температурни промени, па векот им се зголемува. Но, се вкопуваат испод длабината на замрзнување (0.8 - 1.2 м). Недостаток им е тоа што човекот нема визуелна контрола врз цевководот, па е компликувано, споро и скапо утврдувањето на местото на оштетување и интервенирање на цевководот. Па затоа, подземните цевководи треба секогаш да се изградуваат од подобри материјали и споевите да се испитуваат пред затрупување на цевководот. Но, заради лесната контрола повеќе во употреба се површинските цевководи.

Во зависност од материјалот од кој се направени цевките, се разликуваат неколку видови на цевки:

- бетонски;
- бетонски - салонитни;
- челични нерѓосувачки;
- пластични;
- пластифицирани;
- гумени;
- цевки од композитни материјали и др.

Спојувањето на цевките може да се врши на повеќе начини, но пред се зависи од материјалот на цевките. Со заварување се врши спојување на челични цевки кои го сочинуваат цевководот кој е фиксен и не се преместува, продолжува и скратува. Но, за кратки цевководи кои често се продолжуваат или скратуваат се користат најразлични типови на спојници, кои имаат едноставна монтажа.

Негативност за цевководниот транспорт е абразијата на цевките. Имено, при транспорт на пулпата, крупните честички од јаловината удираат по сидовите на цевките, но и се стремат да се концентрираат на дното на цевките. На тој начин, доаѓа до абразија на цевките, која е поизразена на дното. Решение за тоа е да пулповодот - цевките се ротираат и на тој начин се продолжи нивниот век.

Кај цевките се разликуваат два типа на корозија и тоа: внатрешна и надворешна. Кога станува збор за внатрешна корозија на цевководите, таа е од електрохемиска природа и најчесто се јавува поради дејството на раствори на соли, киселини или други компоненти кои се наоѓаат во флотациската јаловина. Надворешната корозија зависи од амбиентот на атмосферата, од тлото на кое е поставен цевководот и од начинот на заштита на цевководот. На основа на степенот на абразивност се димензионираат цевководи со подебели сидови на цевките, се избираат цевки со подобар квалитет или се обложуваат со материјали отпорни на абразија, како што се: базалт, керамика, гума, неопрен, полиуретан и др.

Избор на типот, големината и бројот на пумпи за транспорт на флоатациската пулпата зависи од:

- протокот на пулпа, Q (m^3/s);
- специфична тежина на пулпата, σ_p (N/m^3) ili (kg/m^3);
- манометарска висина, H_{man} (m).

Манометарската висина може да се пресметува за различни услови, односно до одредени коти и одредени далечини, но најчесто се пресметува за највисоката кота и најголемата должина до која се одведува пулпата и на тој начин се одредува пумпа која ќе го опслужува транспортот до предвидената висина на браната. Манометарската висина се одредува по еднаквоста:

$$H_{man} = h_p + h_g + P_i \dots (m)$$

каде се:

- h_p - губитоци на притисок во пулповодот (m);
- h_g - геодетска висина на пумпање (m);
- P_i - потребен работен притисок за хидроциклонот (m).

Во оваа еднаквост во губитоците на притисок во пулповодот би можеле да се додадат и локалните губитоци, но со оглед на тоа што кај долгите цевководи (каде должината е над 500 пати поголема од дијаметарот на цевководот) тие губитоци се највеќе 2 - 3% од вкупните губитоци во пулповодот, па тие се занемаруваат.

Губитоците на притисок во пулповодот, зависат од хидрауличкиот пад - отпор (i_p) и од должината (L) на пулповодот:

$$h_p = i_p \cdot L \dots (m)$$

при што хидрауличкиот пад се добива од еднаквоста:

$$i_p = i_v (1 + k \cdot C_v) \dots (m/m)$$

каде се:

- i_v - губиток на притисок за чиста вода;
- k - коефициент на дополнителни загуби, што се последица на присуство на цврсти честички во водата;
- C_v - зафатнинска концентрација на пулпата.

Губитокот на притисок за чиста вода зависи од пречникот (D) на цевководот и од типот на цевките:

$$i_v = 0.54 \sqrt{\frac{Q}{0.27854 \cdot C \cdot D^{2.63}}} \dots (m/m)$$

Коефициентот C зависи од типот на цевките, при што многу автори имаат работено на него, но најприфатени се податоците од истражувачите од американската фирма "Galigher" i se dađeni vo slednata tabela:

| тип на цевки | С |
|--|-----|
| употребувани, челични | 100 |
| дрвени | 110 |
| нови, челични | 120 |
| пластични, обложени со гума, азбест - цементни | 130 |

За коефициентот к постојат повеќе начини на одредување од кој еден е по формулата на “Durand”:

$$k = 176 \left[\frac{g \cdot D(\gamma_c - 1)}{1.65 \cdot V^2} \cdot \frac{W_{sr}}{\sqrt{\frac{g \cdot d_{sr}(\gamma_c - 1)}{1.65}}} \right]^{3/2}$$

каде се:

D - внатрешен дијаметар на пулповодот (m);

V - brzina на пулпата (m/s);

W_{sr} - средна брзина на слободно паѓање на цврстите честички (m/s);

d_{sr} - средна големина на цврстите честички (m);

γ_c - густина на цврстата фаза (t/m³).

Потребната моќност на електромоторот на пумпата ќе биде:

$$N = \frac{Q \cdot \gamma_p \cdot H_{man}}{1000 \cdot \eta} \dots \dots (kw)$$

Q-(m³/s); γ_p-(N/m³); H_{man}-(m);

η-корисно дејство на пумпата.

ИЛИ:

$$N = \frac{Q \cdot \gamma_p \cdot H_{man}}{75 \cdot \eta \cdot 1.36} \dots \dots (kw)$$

Q-(m³/s); γ_p-(kg/m³); H_{man}-(m).

За да би се добила моќноста на електромоторот на пумпата која треба да се вграде, потребно е добиената моќност да се зголеми од 5 - 50%, во зависност од големината на добиената моќност за електромотор. Во следната табела е даден факторот на зголемување во зависност од големината на електромоторот:

| | | | | | | | |
|--------|------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|------|
| N (kw) | <1.5 | 1.5 - 4.0 | 4.0 - 7.5 | 7.5 - 40 | 40 - 100 | 100 - 200 | >200 |
| k | 1.5 | 1.25 | 1.20 | 1.15 | 1.10 | 1.08 | 1.05 |

На овој начин добиената вредност се смета како пресметковна вредност и неа треба да ја усогласиме со стандардните вредности. Секогаш се бира првиот поголем по моќност електромотор. Обично, освен една главна пумпа, се избира уште една која ќе биде резервна и ќе се пушти во работа во случај на дефект на главната пумпа. Понекогаш се користат и повеќе пумпи за испумпување на флоатациската пулпа.

3.0 Одлагање на флоатациската јаловина

Одлагањето на флоатациската јаловина, најчесто се изведува со хидроциклони, кои се поставуваат по круната од браната, при што се добиваат два производи:

- песок - крупни флоатациски фракции, кои се одлагаат во браната (браната се гради од тие крупни фракции) и
- прелив - ситни фракции, кои се одлагаат во таложното езеро.

На едно флоатациско хидројаловиште, обично се поставуваат повеќе батерии на хидроциклони, кој пак батерии можат да бидат составени од повеќе хидрициклони. Колку хидроциклони ќе бидат во употреба зависи пред се од капацитетот на секој хидроциклон и од протокот на јаловинската пулпа и се пресметува по еднаквоста:

$$n = \frac{Q_p}{5 \cdot d_{vl} \cdot d_{pr} \sqrt{g \cdot p}}$$

каде се:

- Q_p - проток на јаловинската пулпа (l/min);
- d_{vl} - еквивалентен пречник на влезот на хидроциклонот (cm);
- d_{pr} - пречник на преливната цевка (cm);
- p - потребен притисок на влез во хидроциклонот (bar).

Понекогаш е можно и директно одлагање на флоатациската јаловина, односно без употреба на хидроциклони. Тоа е можно ако браната се граде на некој друг начин или ако јаловиштето е без главно таложно езеро, но со помошно.

4.0 Систем за евакуација на водите од флоатациското јаловиште

За евакуација на водите од флоатациското јаловиште се градат повеќе објекти, кои понекогаш функционираат како една целина, а тоа се:

- дренажен систем;
- пумпна станица;
- преливен колектор.

Дренажниот систем служи за исцедување на провирните води и водите од циклонираниот песок, како и за обезбедување на геомеханичка стабилност на браната на јаловиштето. Всушност, овој систем ги прифаќа водите кои продираат низ браната. Уште на почетокот на изградба на

јаловиштето, на местото каде што ќе биде лоцирана браната на јаловиштето се поставува дренажен тепих под одредена косина и перфорирани собирни дренажни цевки за прифаќање на процедурните води.

Дренажниот тепих најчесто се прави од глина или од некој друг непропустлив материјал. Дебелината на тепихот најмногу зависи од каков материјал се прави, а доволно е да биде неколку сантиметри, а над него да биде поставен пропустлив слој (најчесто чакал) кој ќе има функција на филтер - пропуштање на водата. На најнискиот дел од дренажата се поставуваат перфорирани дренажни цевки со различни димензии (најчесто од 100 до 300 мм), кои прифатената вода ја однесуваат до собирник за вода. Од собирникот, дренажната вода со помош на пумпа може повторно да се враќа во процесот на флотација или пак преку одводна цевка водата се испушта во најблискиот водотек.

Дренажниот систем се поставува за да биде во функција во текот на целиот работен век на флотациското јаловиште. Меѓутоа, понекогаш поради нерегуларности при поставување на филтрационите слоеви или при избор на лоши цевки, може да дојде до пореметувања, кои може да ја загрозат експлоатацијата, а понекогаш и околината. За следење на процедурните води, на телото на браната се поставуваат пиезометри, кои треба секогаш да бидат суви. Во случај да покажуваат високо ниво на вода, тогаш дренажниот систем има намалена функционалност.

Правило кое треба да се почитува е дека при континуирано полнење на јаловиштето со вода, мора да се врши и континуирана евакуација на слободната вода. Најдобро е ако водата од флотациското хидројаловиште повторно се враќа во процесот на флотација, при што на тој начин ќе се намали потрошувачката на свежа вода и ќе се спречи загадувањето на природата. Значи, затворениот кружен тек на водата е најдобро решение, при што во поново време се повеќе се врши рециклирање - враќање на водата од хидројаловиштата.

За таа цел се поставуваат пумпни станици, кои може да бидат пловни, кога пумпата плови во таложното езеро или статични кога пумпата се поставува на брегот на езерото или до помошниот собирник за вода. Кога е во таложното езеро пумпната станица се поставува што подалеку од контактот таложно езеро и плажа и тоа на дел каде езерото е најдлабоко. Од пумпната станица до погонот флотација се гради цевководен транспортен систем за враќање на водата со што се добива затворен циклус. Но засега, ретки се флотациските хидројаловишта каде што целокупната вода се враќа, па така еден дел од водата често се испушта во најблискиот водотек.

Преливниот колектор служи за евакуација на вишокот избистрени води од таложното езеро на јаловиштето. Се изведува најчесто од армиран бетон, но може да биде и од друг материјал (челичен и сл.), претежно со кружен напречен пресек со најразлични димензии, се во зависност од количината на преливната вода. Се изградува уште на почетокот на формирање на јаловиштето и тоа во најголем дел во блага хоризонтала и мал дел по вертикала. Потоа, со растење на јаловиштето колекторот се продолжува по висина и се прави повисок од нивото на водата во езерото, но се оставаат отвори за преливање на водата. На овој начин се има добра

контрола врз езерото. Имено, во случај на загадување на водата во езерото, отворите на колекторот се затвораат.

Преку преливниот колектор водата се испушта во помошен собирник (езеро) за додатно прочистување или во најблискиот водотек. Преливниот колектор може да биде главен објект за евакуација на водата од таложното езеро, кога е единствен за таа намена, или може да биде помошен објект кога главната евакуација е со пумпи, а само мал дел на водата се евакуира со преливниот колектор. Преливниот колектор е главен објект за евакуација, посебно кај планинските јаловишта, каде што нема потреба од враќање на водата, односно теренот располага со доволни количини на свежа вода за потребите на флотација.

Треба да напоменеме дека за јаловишта со поголем век, во најголем број случаи преливниот колектор не си го одработил својот планиран век. Во некои случаи тој предизвикува хаварии, при што доаѓа до излевање на јаловината во најблискиот водотек со што се загрозува околната природа. Би требало, на излезот од преливната цевка да се поставуваат сигурносни вентили од електричен или пнеуматски тип, со цел затворање на колекторот во случај на хаварија.

Често пати доаѓа и до затнување на преливниот колектор, а понекогаш и намерно, во случај кога колекторот е многу оштетен и предизвикува хаварии. Ако нема друг резервен преливен колектор, тогаш се траже друго решение за евакуација на водата од таложното езеро. Во таков случај е можно изработка на тунелски колектор во околниот терен што секако би било скап, но посигурен зафат.

5.0 Систем за евакуација на околните води

Овој систем се разработува кај ридските флотациски јаловишта. Најчести локации за хидројаловишта се долините. Во долините обично има водени текови кои можат да бидат постојани - реки, или повремени кои се формираат за време на поројни дождови или топење на снег. За евакуација на овие води се изработуваат оптични колектори со различни големини, во должина на целото јаловиште. Во минатото, овие води се евакуирале со бетонски цевководи поставувани на дното на долината, кои цевководи потоа се затрупуваат со флотациската јаловина. Денес се почесто се прават подземни тунели во околното земјиште (во некој од ридовите). На тој начин се спречува можноста за хаварија, односно пукање на цевководот и излевање на флотациската јаловина.

Флотациското хидројаловиште може да биде нападнато од атмосферски води. На тој начин, може да дојде до оштетување на дел од јаловиштето или да дојде до нарушување на процесите во езерото. За заштита од овие води се изработуваат заштитни сливни колектори. Се изработуваат на места каде што се очекуваат големи количини на вода. На тие места се поставуваат собирници - шахти за прифаќање на сливните води. Челно пред шахтите се поставуваат решеткасти затвораачи за заштита од наноси од различен материјал: трупци, гранки и сл. Прифатената вода преку сливните колектори се евакуира надвор од јаловиштето. Сливните колектори можат да се поврзат со главниот оптичен колектор или со главниот преливен колектор.

6.0 Набљудување, контрола и анализа на стабилност на флотациските хидројаловишта

Во целиот тек на експлоатација на флотациските хидројаловишта, тие се подложени на постојани набљудувања, мерења и анализи. За сите визуелни набљудувања или контролни мерења се води дневна, месечна и годишна евиденција и се формира одредена документација, која се состои од записници, табели, дијаграми и извештаи. А за секоја календарска година на основа на сите набљудувања, мерења и анализи се изготвува “Годишен Елаборат” со кој се дава оценка за стабилност на браната и придружните објекти, како и за влијанието на јаловиштето врз животната средина и мерки за заштита.

Систем за следење и мерење

Следењето на флотациските јаловишта во текот на изградба (експлоатација) и по завршувањето на изградба се врши на следниот начин:

- со визуелни набљудувања и
- со контролни мерења.

Визуелното набљудување има за цел директно да ги следи промените на јаловиштето во услови на експлоатација и после завршување на експлоатацијата. Визуелните набљудувања се состојат од дневни, повремени и вонредни набљудувања. Дневните набљудувања ги вршат лицата задолжени за работа на јаловиштата, повремениите ги врши одговорниот инженер на погонот флотација, а вонредните се вршат по потреба од страна на поширок стручен состав, вклучувајќи ги проектантот, стручни лица од организацијата, а понекогаш и стручни лица од други области, пр. екологисти и сл.

Секојдневните набљудувања се вршат постојано во секој момент, обично од по едно лице во смена. Повремените, главниот инженер ги врши еднаш неделно или два пати месечно. Овие два вида на набљудувања се вршат редовно, а вонредните (по потреба) визуелни набљудувања се вршат многу ретко, после земјотреси, силни поројни дождови или несакани настанати хаварии.

За поважните визуелни констатации се водат книги кои можат да бидат: сменски, дневни, месечни и годишни извештаи, а обично содржат:

- состојба на системот за хидротранспорт;
- состојба на хидроциклоните;
- пукнатини на круната на браната;
- деформации на јаловиштето или на околниот терен;
- големина и положба на таложното езеро во однос на насипот (браната);
- бистрина (чистота) на водата и визуелни согледувања за промена на протокот на водата од преливниот колектор и дренажната цевка;
- појави на извори и влажни зони по косините на насипот или на околниот терен;

- појави на ерозија на косините од насипот или на теренот во непосредна близина на јаловиштето;
- визуелна состојба на пиезометрите;
- состојба на објектите за евакуација на водите од таложното езеро;
- состојба на другите објекти (заштитни колектори, опточни колектори и сл.).

Контролни мерења

На флотациските јаловишта треба со различна зачестеност да се вршат мерења на основните параметри. Целта на овие мерења се правовремено согледување на квантитативно - квалитативната ефикасност при изградба на јаловиштата. Сите мерења се делат на повеќе групи од кој најважни се:

- *Геодетски мерења (снимања)*. Со геодетските мерења се утврдува изграденоста на флотациските јаловишта во хоризонтална проекција и во вертикална рамнина, односно релативните промени на растојанијата од реперите. Со геодетските снимања се добиваат податоци и за промена на косината на браната, а со тоа се оценува и стабилноста на браната. Понекогаш, геодетски се снима и околното земјиште, во случај да се насетат можни ерозивни движења на тоа земјиште, а со тоа и загрозување на јаловиштето. За потребите на геодетските снимања се поставуваат реперни точки, кои обично се поставуваат на цврстиот терен околу јаловиштето. Геодетските мерења се вршат со геодетски инструменти (теодолити и др.). Минималниот број на мерења е еднаш годишно, а резултатите од снимањата се евидентираат во посебни записници;

- *Геомеханички мерења*. Со овие мерења се следат: напонската состојба, изместувања во телото на браната, релативните деформации, притисокот во браната и сл. Овие мерења ги вршат специјализирани организации со специјални мерни апарати и тоа обично еднаш годишно. За да се следи квалитетот на материјалот од кој се гради браната потребно е да се земат примероци и да се проверат гранулометрискиот состав, збиеноста, влажноста, аголот на внатрешно триење, кохезијата, водопропустливоста и сл. Како ревизиона се зема застапеноста на класата -0.074 мм во материјалот - песок на хидроциклон со кој се изградува браната. Оваа содржина треба да се одржува на проектираната големина;

- *Хидроинженерски мерења*. Со овие мерења се следат водите во флотациското јаловиште. Се следи нивото и количината на вода во таложното езеро. Нивото на вода успешно се следи со хидрометриски летви, а за количината се земаат податоци од геодетските снимања.

Следењето на хидродинамичките движења внатре во депонираната флотациска маса, односно положбата на линијата на провирни води, мора да е често и тоа обично еднаш неделно. Линијата на хидродепресија се следи преку пиезометри, кои се распоредени во правилни профили по насипот на јаловиштата. Пиезометрите се ситно перфорирани цевки, поставени вертикално. При мерењата најдобро е ако пиезометрите се суви (без ниво на вода). Во таков случај браната е стабилна и дренажниот систем добро си ја обавува својата функција. Пиезометрите треба секогаш да бидат во исправна состојба. Неисправните треба да се прочистуваат или да се заменуваат со нови.

Количината на дренажна вода која истекува од дренажниот систем зависи од оддалеченоста на воденото огледало од браната, како и од густината на производот песок со кој се гради браната. Најдобро е кога измерената количина се движи во очекуваните граници. Мерењата се вршат обично еднаш неделно или поретко во случај да нема големи варирања на оваа количина.

Динамиката на мерење на количината на вода од преливниот колектор е обично еднаш неделно или поретко, а резултатите се запишуваат во книги за евиденција. Количината на вода од преливниот колектор е зависна од тоа дали водата од таложното езеро преку пумпна станица се враќа повторно во флотација или се испушта преку преливниот колектор. Значи, оваа количина може многу да варира. Други услови од кој зависи оваа количина е работата на погонот флотација - една или повеќе фази, време на затворање на преливните отвори од преливниот колектор и временските, атмосферски прилики.

Водите кои од јаловиштето се испуштаат во водотеците подлежат на контролни мерења за квалитет. Тие води треба да задоволуваат одредени критериуми, односно да бидат бистри и да не содржат штетни компоненти повеќе од дозволеното. Квалитетот на водите, односно загаденоста на преливните и дренажните води се одредува со физичко - хемиски и токсични анализи кои даваат податоци за физичко - механичката чистота (цврст остаток во водата), потоа содржина на хемиско - токсични елементи и pH-вредноста (киселост) на водите. Добиените резултати од овие анализи - мерења се споредуваат со важечките законски пропишани норми за максимално дозволените концентрации (МДК) од категоризацијата на водотекот во кој се испуштаат водите. Динамиката на овие мерења може да варира, од еднаш неделно до еднаш месечно и резултатите се впишуваат во соодветните записници;

- *Метеоролошки мерења.* Имаат карактер на помошни мерења и служат за да можат останатите мерења подетално и појасно се проучат. Се следи интензитетот на врнежи, температурните промени, ветровите (правец и брзина) и сл;

- *Сеизмички мерења.* Се вршат и ваква мерења со цел да се оцени стабилноста на насипот при потреси (при минирање или при природни потреси);

- *Еколошки мерења.* Со овие мерења треба да се следи загаденоста на околината (воздух, вода, околно земјиште) заради благовремено преземање мерки за заштита.

Анализа на стабилноста на браната на флотациското јаловиште

При изградба на брана на флотациско јаловиште многу е важно да бидат запазени сите проектирани параметри. Со зголемување на браната во висина, доаѓа до нанесување на нови слоеви на јаловина, трупот на браната од ден на ден се повеќе се зголемува, а фината структура на супстратот ја прави оваа голема маса статички нестабилна.

За намалување на стабилноста на браната значајна улога имаат 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 вода со себе внесува и ситни честички од јаловината, со што се предизвикува суфузија на браната, односно намалување на пропустливата моќ на браната. Суфузија може да биде предизвикана и со распаѓање на минералните честички во самата брана, како на пример пиритот доколку е присутен во значителна количина. Последица од суфузијата е се поголема овлажнетост на браната и создавање на површини склони на лизгање на слоевитите наслаги од сулфизирани честички. За да се избегне тоа, при проектирање на браната треба да се внимава на дотокот на вода, во телото на браната да биде минимален, а нејзиниот проток низ браната да биде многу забрзан. На тој начин се градат суви и стабилни брани, кај кои контактот водено огледало-плажа е оддалечен од браната. Ретензиониот простор треба да биде во оптимални граници, а во случај на намалување, се зголемува опасноста за рушење на браната.

Зголемена количина на вода во браната може да биде предизвикана и од материјалот со кој се гради браната. Имено, ако во песокот има преголема количина на ситни фракции, доаѓа до процес на суфузија - заполнување на можните патеки на водата и на тој начин се загрозува стабилноста на браната, со тоа што се создаваат можни површини на лизгање. Значи, колку се покрупни фракциите од кој се гради браната, толку геомеханичката стабилност на браната е поголема.

Во време на ниски температури може да дојде до замрзнување на еден дел од провирните води и на тој начин да се зголеми волуменот и да се наруши стабилноста на браната. Најдобра заштита од вакви влијанија е добро дренирање на водите во браната.

Исто така и формираната косина на браната со пострмен наклон отвара можност за потенцијална локална нестабилност, што понатаму може да води кон несакани последици по стабилноста на јаловиштето. За стабилноста на јаловиштето има значење и по која метода се гради браната. Низводната метода дава поголема сигурност од возводната, бидејќи при возводната метода секој нареден сегмент се поставува врз неконсолидирана тиња.

Покрај податоците добиени од визуелните набљудувања, геодетските снимања и контролните мерења, за анализа на стабилност на браната значајно е и одредувањето на коефициент на сигурност, кој претставува бездимензионален број и се одредува по следната еднаквост:

$$F = \frac{C + N \cdot \mu}{\tau}$$

каде се:

F - коефициент на стабилност (сигурност), бездимензионален број;

C - сила на кохезија, N/m²;

N - нормална сила, N/m²;

μ - коефициент на триење, бездимензионална големина;

τ - тангенцијална сила, N/m².

Овој коефициент се одредува за претпоставени можни површини на лизгање. Коефициентот на сигурност треба секогаш да биде поголем од минимално дозволениот, а минимално дозволениот зависи од висината на браната и за постојаните оптеретувања во редовна експлоатација тој е:

- $F_{\min} > 1.5$ - за брани и насипи преку 15 m висина;
- $F_{\min} > 1.3$ - за брани и насипи пониски од 15 m.

За повремени оптеретувања кои можат, но неморат да се појават се дозволуваат следните коефициенти:

- $F > 1.3$ - за брани и насипи преку 15 m висина;
- $F > 1.2$ - за брани и насипи пониски од 15 m.

Во случај да за некои површини на лизгање се добие помал коефициент на сигурност од минимално дозволениот, тогаш таа површина претставува потенцијална опасност за јаловиштето. За одредување на стабилноста на браната постојат повеќе методи.

При анализа на стабилност на браната, доколку се увиде дека некои услови не задоволуваат, потребно е најитно преземање мерки, со цел спречување на можна хаварија, која што понекогаш може да биде од големи размери.

Анализа на стабилноста на придружните објекти

Обично еднаш годишно се врше анализа на стабилност на придружните објекти. Визуелните набљудувања на овие објекти се почести, но констатациите се прикажуваат во годишните анализи. Придружни објекти на јаловиштето се: преливни колектори, оптични колектори, заштитни сливни колектори и др. Овие објекти обично се прават со поголеми димензии, за да во нив може да се влезе при набљудување и при интервенирање.

Понекогаш овие објекти можат да бидат причинители на хаварии од големи размери. Во случај да некој сегмент од овие објекти е лошо изведен и со текот на надвишување на јаловиштето, тежината на материјалот врз овие објекти се зголемува, па постои можност да некој од овие објекти биде загрозен.

Во рудникот може да постои тим кој ќе врши набљудувања и мерења во внатрешноста на придружните објекти. Доколку рудникот нема таков тим се повикува од организација каде што го има. При контрола кај овие објекти, најчесто се забележуваат одредени оштетувања, како на пример кај оптичните тунели може да дојде до издлабување на подлогата од речниот нанос на материјалот. А за сите придружни објекти карактеристично е што може да дојде до попуштање на одредени делови. Тие делови претставуваат потенцијална опасност, бидејќи при нивно пукање јаловината преку нив ќе се изнесе од јаловиштето и ќе се разнесе на поблиската, а понекогаш и на подалечната околина. Токму затоа, во случај да се констатираат оштетувања на придружните објекти, потребно е најитно нивно санирање, со цел спречување на хаварија.

За краток работен век придружните објекти даваат голема сигурност, но со продолжување на работниот век се зголемува опасноста од оштетување на овие објекти.

Анализа на стабилноста на теренот околу јаловиштето

Од геодетските снимања се добиваат податоци за можни изместувања на околниот терен. Посебно кај ридскиот тип на јаловишта можни се свлекувања на околното земјиште и на тој начин може да се загрози целокупното јаловиште (брана и акумулационен простор). До тоа може да дојде после силни поројни дождови, ако околниот терен не е пошумен, при што доаѓа до распукување и растресување на земјиштето и потоа негово свлекување. Посебно е опасно ако дојде до свлекување на големи количини земјиште кое може да предизвика оштетување на браната и со тоа да дојде до излевање на јаловината во пошироката околина.

Значи, во текот на експлоатација на флотациските хидројаловишта треба да се следи и стабилноста на околниот терен. Во случај да се констатираат можни опасности треба да се преземат одредени мерки со цел спречување на клизишта. Тоа се постигнува со пошумување на теренот, изработка на потпорни брани и сл.

Мерки за заштита при работа

За работниците кои работат на флотациските хидројаловишта треба да се обезбедат услови за работа согласно со законот за заштита при работа, како и да се почитуваат правилниците со технички норми.

Работниот простор на браната и таложното езеро треба да бидат осветлени, за да бидат обезбедени услови за ноќно работење. Се осветлува и пулповодот со цел ноќно негово контролирање. За заштита на околното население флотациските хидројаловишта би требало да се оградуваат, но понекогаш планинските јаловишта не се оградуваат, па во таков случај се поставуваат знаци за предупредување.

Работите кои се извршуваат под тешки услови на работа, каде работниците се изложени на пооделни опасности се применуваат посебни мерки за заштита. Работниците при работа на отворен простор се изложени на неповолни атмосферски делувања (дожд, снег, ниски температури и сл.), па за нив е потребна посебна опрема за лична заштита при работа. Значи, тие работници треба да бидат опремени со работна облека: работно одело, чизми, ракавици, гумирани одела и капи за заштита од дожд, бунди за заштита од ниски температури и сл. До јаловиштата се гради мала зграда (барака) за засолнување на работниците при невреме.

Со правилници се пропишува постапка за давање на прва помош и организирање во случај на повреда, како и услови кои во поглед на стручноста потребно е да ги исполнуваат лицата за вршење на тие работи. При работа на јаловиштата можни се полесни телесни повреди, при преместување на хидроциклоните или при некоја друга активност. Во таа смисла треба на повредениот да му се обезбеди брзо давање на прва помош. До сите јаловишта треба да има сандачиња за прва помош, во кои ќе ги има сите потребни санитарски материјали и средства за давање прва помош.

За потешки повреди на јаловиштата треба повикување на итна лекарска помош. За таа цел јаловиштата треба да имаат телефонска врска со погонот флотација, како и со најблиската амбуланта.

7.0. ТЕХНОЛОШКО-ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ

Овој Основен проект е изработен врз основа на постојниот ГЛАВЕН ПРОЕКТ ЗА НОВО ЈАЛОВИШТЕ "ДОЛИНА НА САСКА РЕКА" - I и II ФАЗА НА ФЛОТАЦИЈА ОД РУДНИКОТ "САСА" М. КАМЕНИЦА, изработен од ООЗТ РУДАРСКИ ИНСТИТУТ -Скопје, 1980 година, а во согласност со Проектната задача дадена во овој проект и влезните технолошки параметри дадени од погонот флотација.

Хидројаловиштето е наменето за безбедно одлагање на флотациската јаловина, која се добива при самиот процес флотација, после издвојувањето на корисните минерали на олово и цинк.

Флотациската јаловина од погонот флотација, во вид на пулпа, преку пулповод се одведува до хидроциклоните на хидројаловиштето. Во хидроциклоните се врши сепарирање на флотациската јаловина на песок и прелив. Преливот, кој всушност претставува муљ, се пушта во внатрешноста на хидројаловиштето, каде се врши природно таложење на цврстите честици. Избистрената вода, преку преливен орган, се одведува во Саска Река.

Хидројаловиштето "Саса" - М. Каменица II фаза, е проектирано во долината на Саска Река и тоа во нејзиниот горен тек во месноста наречена Миовци.

7.1. ЕЛЕМЕНТИ ЗА ИЗГРАДБА НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО - II ФАЗА ДО КОТА 960 m

Технолошките показатели за планиран капацитет на преработка на руда од рудникот за олово и цинк "Саса МР" изнесува:

Q_{god} - планиран капацитет.....650.000 t/год.

Одредување на количината на флотациска јаловина

Одредувањето на количината на флотациска јаловина го вршиме врз основа на масите на цврстата фаза од производите на флотациската концентрација (руда, концентрат на олово, концентрат на цинк и јаловина) и тоа за просечно планирана и максимално планирана преработка на руда во погонот флотација:

Табела 1 Производ

Планирани количини

а) Руда

$Q_{с.руда, t/god}$ 650.000

$Q_{с.руда, t/ден}$ 2.184

$Q_{с.руда, t/час}$ 91

б) Концентрат на олово

$Q_{K/Pb, t/год}$ 37.375

$Q_{K/Pb, t/ден}$ 125,52

$Q_{K/Pb, t/час}$ 5,23

в) Концентрат на цинк

| | |
|----------------------|--------|
| Qк/ Zn,, t/год | 40.560 |
| Qк/ Zn,, t/ден | 136,32 |
| Qк/Zn, t/час | 5,68 |

г) Јаловина

| | |
|-------------------|----------|
| Qjal,t/год | 572.065 |
| Qjal,t/ден | 1.922,16 |
| Qjal, t/час | 80,09 |

Одредување на карактеристиките на флотациската јаловина

Количина на флотациска јаловина

Количината на флотациска јаловина, за усвоената просечна дневна количина, $Q_{jal} = 1.922,16$ t/ден, е дадена во табела 2:

Табела 2

| Реден број | Карактеристики на флотациската јаловина | Усвоена количина на јаловина $Q_{jal} = 1.922,16$ t/ден |
|------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Маса на цврста фаза, t/ ден | 1.922,16 |
| 2 | Масен однос Ц : Т | 1 : 2,57 |
| 3 | Маса на течна фаза, t/ден | 4.931,07 |
| 4 | Маса на пулпа, t/ден | 6.853,23 |
| 5 | Зафатнина на цврстата фаза во пулпата, m ³ /ден | 681,62 |
| 6 | Зафатнина на течната фаза во пулпата, m ³ /ден | 4.931,07 |
| 7 | Зафатнина на пулпата, m ³ /ден | 5.611,46 |
| 8 | Густина на пулпата, t/m ³ | 1,22 |
| 9 | Зафатнински однос Ц : Т | 1 : 7,23 |
| 10 | Проток на пулпа: - часовен, m ³ /час - минутен, m ³ /мин. - секунден, l/s | 233,82 3,90 64,94 |

Содржина на класата -74 μ m во цврстата фаза од флотациската Јаловина

За одредување на содржината на класата $-74 \mu m$ во цврстата фаза од флотациската јаловина, користени се податоците од технолошките снимања во погонот флотација и истите, како средни вредности, и се усвојува **56,50%**.

Максимална и средна големина на честичките цврста фаза од флотациската јаловина, d_{max} и d_{sr}

За одредување на максималната и средната големина на честичките цврста фаза од флотациската јаловина, усвоени се податоците од претходните снимања и дијаграмот за гранулометриски состав на флотациската јаловина и усвојуваме:

Усвоено:

d_{max} (95%, 320 μm).....320 μm
 d_{sr} (50,00%, 65 μm).....65 μm

Густина на цврстата фаза од флотациската јаловина, γ_c

За пресметка, за густина на цврстата фаза од флотациската јаловина, се усвојува густината $\gamma_c = 2,82 t/m^3$.

Оваа усвоена вредност е земена од добиените технолошки параметри од погонот флотација и досегашните проекти кои ја третираат оваа материја.

Содржина на цврста фаза и масен однос Ц : Т во флотациската јаловина

Содржината на цврста фаза во флотациската јаловина (масениот однос Ц : Т), врз основа на податоците за технолошкиот процес на флотација, изнесува $C_t = 28,05\%$ цврсто (Ц : Т = 1 : 2,57) . За понатамошна пресметка се усвојува..... $C_t = 28,05 \% \text{ цврсто}$

Густина на флотациската јаловина, γ_p

Густината на флотациската јаловина е во директна врска со односот Ц : Т, па од овде, како технолошки параметар ја усвојуваме онаа густина на флотациската јаловина која е приближно иста со густината на пулпата во погонот флотација: $\gamma_p = 1,220 t/m^3$

Усвоено: $\gamma_p = 1,22 t/m^3$

Брзина на слободно паѓање на честичките од цврстата фаза на флотациската јаловина во вода, W_{sr}

Брзината на слободно паѓање на честичките од цврстата фаза на флотациската јаловина во вода ја одредуваме од условот средната големина на честичките од цврстата фаза на флотациската јаловина да изнесува: $d_{sr} = 65 \mu m$. За понатамошна пресметка се усвојува да важи условот: $d_{sr} \leq 120 \mu m$.

Од овде, брзината на слободно паѓање на честичките од цврстата фаза,

Усвоено: W_{sr}0,0042 т/с

Зафатнинска концентрација на цврстата фаза, C_v

Усвоено: $C_v = 11,83\%$

ПРЕСМЕТКА НА РАСПОЛОЖИВАТА ЗАФАТНИНА И ВЕКОТ НА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО П ФАЗА ДО КОТА 960 мнв

Зафатнина на браната

Вкупната зафатнина на браната изнесува..... 814.640 m³

Бидејќи во оваа вкупна зафатнина на браната се пресметани и зафатнините на предбраната и почетната брана, истите ги одземаме од вкупната зафатнина на браната:

$$814.640 \text{ m}^3 - 30.050 \text{ m}^3 - 86.828 \text{ m}^3 = 697.762 \text{ m}^3$$

Усвоено $V_{sr} = 697.762 \text{ m}^3$

Зафатнина на таложното езеро

Зафатнината на таложното езеро изнесува..... 2.056.990 m³

Вкупна зафатнина на браната и таложното езеро

Вкупната зафатнина на браната и таложното езеро изнесува 2.754.752 m³

Век на експлоатација на хидројаловиштето

Векот на експлоатација за одлагање на флотациската јаловина се
Усвојува:..... $T = 8$ години и 7 месеци

ХИДРОТРАНСПОРТ НА ФЛОТАЦИСКАТА ЈАЛОВИНА

Усвоени елементи

L- должина на пулповодот..... 1.745 m

M_c - маса на цврстата фаза од флотациската јаловина..... 1.922,16 t/ден

Ц : Т- однос на цврсто : течно (масен - тежински)..... 1 : 2,57

M_t - маса натечната фаза од флотациската јаловина,..... 4.931,07 t/ден

M_p - маса на флотациската јаловина..... 6.853,23 t/ден

Q_v - зафатн. на цврста фаза од флот. јаловина, ($\gamma=2,82 \text{ t/m}^3$)..... 681,62 m³/ден

γ - густина на флотациската јаловина..... 1,22 t/m³

Ц : Т- однос на цврсто : течно (зафатнински)..... 1 : 7,23

Q - проток на флотациска јаловина:

- часовен, m³/h..... 233,82

- минутен, m³/min..... 3,90

- секунден, 1/s..... 64,94

Пресметка на системот за хидротранспорт на флотациската јаловина од погонот флотација, кота 1.031,24 ГППУ, до собирникот на кота 1.021 мнв

Хидротранспортот на флотациската јаловина од погонот флотација, кота 1.031,24 мнв, до влезот во собирникот на кота 1.021,46 мнв, ќе се врши со нова пумпа за пулпа, низ нов PVC пулповод со $D_n = 225 \text{ mm}$. Новиот PVC пулповод ќе биде поставен по постојната траса по која беа водени двата досегашни PVC пулповоди со $D_n = 160 \text{ mm}$, а пресметка на новиот PVC пулповод со $D_n = 225 \text{ mm}$.

Елементи за пресметка

Q - проток на флотациска јаловина.....64,94 l/s
 Ц : Т однос на цврсто : течно (масен -тежински).....1 : 2,57
 C_t - масена концентрација на цврстата фаза во флотациската јаловина (Ц%).....28,05 %
 - густина на цврстата фаза од флотациската јаловина.....2,82 t/m³
 - густина на флотациската јаловина.....1,22 t/m³
 C_v - зафагнинска концентрација на флотациската јаловина.....11,83 %
 W_{sr} - хидрауличка големина (брзина на слободно паѓање) на цврстите честици од флотациската јаловина во вода.....0,0042 m/s
 dsr(50%) - средна големина на цврстите честици од флотациската јаловина.....65 μ m

Пресметката за пумпање низ PVC цевки Q_n= 225 mm (како најпогоден во однос на хидрауличкиот отпор), по основниот критериум стварната брзина да е поголема од критичната брзина, како не би дошло до таложење.

Одредување на критична брзина, V_{кр}

Одредувањето на критичните брзини (V_{кр}) го вршиме со користење на експерименталните формули од различни автори Durand, Knoroz, Siljin, Jufin,:

| По образец на: | Критична брзина |
|----------------|-----------------|
| Durand | 1,75(m/s) |
| Knoroz | 1,57(m/s) |
| Siljin | 1,16(m/s) |
| Jufin | 1,27(m/s) |
| Стварна брзина | 2,00 (m/s) |

Одредување на хидраулички пад

Се усвојува за пулпа: $i_p = 1,1 \times 0,01917 = 0,02109$ m/m

Одредување на вкупните губитоци (H_m), кои треба да бидат совладани при транспорт на пулпата

Се усвојува $H_m = 18,21$ mvs

Одредување на карактеристиките на центрифугалната муљна пумпа и вкупните пиезометриски притисоци кои треба да се совладат

Избраната центрифугална муљна пумпа "METSO" тип HR 200 S, со N = 30 kW/, задоволува.

Хидротранспорт на пулпата од излезот на разводниот собирник на кота 1.021 mnnv , до разводниот собирник на кота 1.005 mnnv

Хидротранспортот на пулпата од излезот на разводниот собирник на кота 1.021 mnnv, дб влезот на разводниот собирник на кота 1.005 mnnv, предвидено е да се одвива по гравитациски пат низ нов P\С пулповод со $D_n = 225$ mm.

Новиот P\С пулповод ќе биде поставен по постојната траса по која беа водени двата досегашни P\С пулповоди со $D_n = 160$ mm.

Во продолжение се врши пресметка на новиот P\С пулповод со $D_n = 225$ mm.

Разликата, која се уште може да се искористи е:

$$14,58 - 14,00 = 0,58 \text{ mvs}$$

Хидротранспорт на пулпата од разводниот собирник на кота 1.005 до максималната кота на браната 962 mnnv - II фаза на новото јаловиште

Усвоениот хидротранспорт на пулпата од резервоарот на кота 1.005 mnnv , до максималната кота на браната 962 mnnv , при изградба на браната на новото јаловиште - II фаза, *задоволува со изградба на разводен собирник на кота 997 mnnv и растеретни собирници на кота 987 mnnv, 984 mnnv и 964 mnnv.*

ОДЛАГАЊЕ НА ФЛОТАЦИСКАТА ЈАЛОВИНА

Класирање на флотациската јаловина

За класирање на флотациската јаловина, при изградба на хидројаловиштето до кота 962 mnnv, ќе се користи постојната метода со хидроциклонирање применувана во изградбата на претходните три хидројаловишта. Со производот песок од хидроциклон ќе се гради песочната брана, а производот прелив од хидроциклон ќе се испушта во таложното езеро на хидројаловиштето.

Пресметка на хидроциклони

Пресметката на хидроциклоните ја вршиме врз основа на карактеристиките на флотациската јаловина кои се користени во досегашните изработени проекти во врска со хидројаловиштето и технолошките параметри за изработка на овој проект добиени од надлежните лица во погонот флотација.

| Производ | Распределба на цврстата фаза | | Маса на флот. јаловина | Содрж. на цврста фаза | Густина на флот. јаловина | Зафатнина на флотациската јаловина | | |
|----------|------------------------------|------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------------|--------|------------------------------------|
| | % G | t/ден Q | | | | t/ден Q _p | % M | t/m ³ γ _p |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Влез | 100,00 | 1.922,16 | 6.853,23 | 28,05 | 1,220 | 5.611,63 | 233,82 | 3,90 |
| Песок | 45,38 | 872,28 | 1.118,31 | 78,00 | 2,014 | 555,27 | 23,14 | 0,39 |
| Прелив | 54,62 | 1.049,88 | 5.733,92 | 18,31 | 1,134 | 5.056,36 | 210,68 | 3,51 |

Забелешки: - Усвоено е производство на годишна количина на песок на хидроциклон, Q_{пес}=45,38%
 –систем на хидроциклонирање – 2 поединечни хидроциклони, Ø500 mm

Динамика на одлагање на флотациската јаловина

Хидроциклонирањето на јаловината ќе се врши со два поединечни хидроциклони Ø500 mm, кои се поврзани со пооделни линии на цевководи од армирани гумени црева Ø150 mm. На почетокот на линиите од армираните гумени црева се поставени два поединечни вентила со кои се регулира протокот на јаловината кон хидроциклоните.

Напред усвоениот начин за одлагање на вкупната јаловина во расположивиот простор на новото јаловиште - II фаза, после нејзино класирање со хидроциклонирање во производи песок и прелив, задоволува.

Висината на песочната брана за новото јаловиште - II фаза, е одреден врз база на јаловината која би се добила при капацитет од 650.000 тони руда годишно и истата е повисока од нивото на таложното езеро за 2 m.

Одлагањето на јаловината ќе се врши по усвоените наклони на низводната брана од јаловишен песок (со кота на круна 962.0 mnv): 1:1.5 - узводен и 1:2.7 -низводен.

Хидроциклонот, поставен на подвижна платформа, врши одлагање, а со тоа изградба на браната во ламели од по 2,5 т, со ширина во круната од 5.0 м. Вака усвоената изградба на браната од новото јаловиште - II фаза е погодна, бидејќи се добива поволна содржина на едрите класи во јаловината, со што се овозможува депонирање на големи маси од јаловината при изградба на браната на хидројаловиштето во депонијата по висина.

Производот прелив од хидроциклони, кој содржи 18,31 % цврста фаза, со големина на честичите до колоидна големина, се пуштаат во внатрешноста на јаловиштето, каде се формира таложно езеро. После исталожувањето на цврстите честичи во таложното езеро, се добива избистрена вода, која преку колекторот, се испушта во текот на реката.

Препораки

За да не дојде до таложење во системот за хидротранспорт, посебно во делот каде се врши хидротранспорт на пулпата по гравитациски пат, потребно е да се тежи да се задоволат следните услови:

- пулповодот да не работи со чести прекини при хидротранспортот, бидејќи количината на пулпата (протокот), постепено се смалува при што брзината на протокот- v_{st} се смалува под границата на критичната брзина- v_{st} , што неминовно доведува до таложење на цврстите честичи.
- разводните и растеретни собирници да се заштитат од впаѓање на страни предмети, кои можат да го запушат системот за хидротранспорт.
- потребно е редовно вршење на редовна контрола на исправноста на поставените решетки или жлебове за заштита.
- при целосен застој на погонот флотација, неминовно е да се изврши празнење на целиот систем за хидротранспорт преку одредените затвораачи за пулпата поставени пред платформата со хидроциклоните.

Препораки при одлагање на јаловината

За да се врши безбедно одлагање на флотациската јаловина, при експлоатацијата е потребно да се задоволи следното:

- разводот на пулпата преку разводните собирници и растеретен собирник несметано да се врши при почетните висини на издигање, односно одлагање на јаловината како би бил обезбеден оптималниот потребен работен притисок во хидроциклоните за производство на квалитетен песок за браната.
- редовно да се врши контрола на исправноста на работата на хидроциклоните, а со тоа и контрола на производите песок и прелив, односно избор на оптимални потребни дизни за песок.
- во почетокот на одлагањето, песокот од хидроциклоните да се испушта со поголема содржина на цврсто, како не би се вршело поткопување на косината од почетната брана,
- неминовна е поголема должина на разводното гумирано-армирано црево од ширината на круната на браната, односно во почетокот и поголема од космната на почетната брана.
- испуштањето на пулпата од пулповодот или собирниците секогаш да се врши кон таложното езеро, а никако кон косината на браната. испуштањето на песокот да не се врши многу време на едно место, бидејќи големите и широки слоеви, кои се создаваат на тој начин, тешко се оцедуваат од водата и ја намалуваат стабилноста на браната.

- задолжително да се врди сметка да биде запазена законската норма висинската разлика помеѓу круната на браната и таложното езеро да биде минимум еден метар.
- при ретка густина на песокот од хидроциклоните, редовно да се поставуваат соодветни канали (жлебови) од две даски косо поставени со димензии 20 x 20 ст.