

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Македонија
Факултет за природни и технички науки

University „Goce Delcev“, Stip, Macedonia
Faculty of Natural and Technical Sciences

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 185-6966

Природни ресурси и технологии Natural resources and technology

Број 13
No 13

Година 13
Volume XIII

Октомври 2019
October 2019

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**



**Природни ресурси и технологии
Natural resources and technology**

**октомври 2019
October 2019**

**ГОДИНА 13
БРОЈ 13**

**VOLUME XIII
NO 13**

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY

За издавачот

Проф. д-р Зоран Десподов

Издавачки совет

Проф. д-р Блажо Боев
Проф. д-р Зоран Десподов
Проф. д-р Лилјана Колева - Гудева
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Тодор Серафимовски
Проф. д-р Војо Мирчовски
Проф. д-р Тена Шијакова - Иванова
Проф. д-р Соња Лепиткова
Проф. д-р Гоше Петров
Проф. д-р Кимет Фетаху,
(Политехнички универзитет во Тирана, Р. Албанија)
Проф. д-р Ивајло Копрев,
(МГУ Софија, Р. Бугарија)
Проф. д-р Никола Лилиќ,
(Универзитет во Белград, Р. Србија)
Проф. д-р Жоже Кортник
Универзитет во Љубљана, Р. Словенија
Проф. д-р Даниела Марасова,
(Технички универзитет во Кошице, Р. Словачка)

Editorial board

Prof. Blazo Boev, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Prof. Liljana Koleva - Gudeva, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Todor Serafimovski, Ph.D
Prof. Vojo Mircovski, Ph.D
Prof. Tena Sijakova - Ivanova, Ph.D
Prof. Sonja Lepitkova, Ph.D
Prof. Gose Petrov, Ph.D
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D
R. Albania
Prof. Ivajlo Koprev, Ph.D
R. Bulgaria
Prof. Nikola Lilik, Ph.D
R. Srbija
Prof. Joze Kortnik, Ph.D
R. Slovenia
Prof. Daniela Marasova, Ph.D
R. Slovacka

Редакциски одбор

Проф. д-р Зоран Десподов
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Николинка Донева
Проф. д-р Марија Хаџи - Николова

Editorial staff

Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Nikolinka Doneva, Ph.D
Prof. Marija Hadzi - Nikolova, Ph.D

Главен и одговорен уредник

Доц. д-р Афродита Зенделска

Managing & Editor in chief

Ass. Prof. Afrodita Zendelska, Ph.D

Јазично уредување

Вангелија Цавкова
(македонски јазик)

Language editor

Vanglija Cavkova
(macedonian language)

Техничко уредување

Славе Димитров
Благој Михов

Technical editor

Slave Dimitrov
Blagoj Mihov

Редакција и администрација

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип
Факултет за природни и технички науки
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип
Република Северна Македонија

Address of the editorial office

Goce Delcev University - Stip
Faculty of Natural and Technical Sciences
Goce Delcev 89, Stip
Republic of North Macedonia

С о д р ж и н а / C o n t e n t s

Николинка Донева, Марија Хаџи-Николова, Стојанче Мијалковски АНАЛИЗА НА ПОТРЕБНОТО ВРЕМЕ ЗА ИЗРАБОТКА НА ХОДНИК ВО ОЛОВНО-ЦИНКОВА РУДА Nokolinka Doneva, Marija Hadzi-Nikolova, Stojance Mijaklovski ANALYSIS OF REQUIRED CONSTRUCTION TIME FOR DRIFT IN ROCK TYPE – LEAD AND ZINC ORE	5
Благој Голомеов, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска ОСКУЛТАЦИЈА – ТЕХНИЧКО НАБЉУДУВАЊЕ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕ Blagoj Golomeov, Mirjana Golomeova, Afrodita Zendelska MONITORING - TECHNICAL OBSERVATION OF TAILING DAMS.....	11
Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски, Пеце Муртановски, Александар Стоилков, Маја Јованова ТЕХНОЕКОНОМСКА АНАЛИЗА НА ПОДГОТОВКА И ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА ПОДЗЕМНАТА ГАСИФИКАЦИЈА ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ЈАГЛЕН Radmila Karanakova Stefanovska, Zoran Panov , Risto Popovski, Pecce Murtanovski, Aleksandar Stoilkov, Maja Jovanova TECHNO ECONOMIC ANALYSIS OF PREPARATION AND IMPLEMENTATION OF UNDERGROUND GASIFICATION IN OPEN PITS OF COAL	17
Иван Боев КЛАСИФИКАЦИЈА НА ВУЛКАНСКИТЕ КАРПИ ОД КОЖУФ ПЛАНИНА Ivan Bоеv CLASSIFICATION OF THE VOLCANIC ROCKS OF KOZUF MOUNTAIN	23
Благица Донева, Марјан Делипетрев, Ѓорѓи Димов КОРЕЛАЦИЈА НА ПРЕСМЕТАНАТА И ФИЛТРИРАНАТА КАРТА НА ГРАВИМЕТРИСКОТО ВЛИЈАНИЕ НА МОХО ДИСКОНТИНУИТЕТОТ Blagica Doneva, Marjan Delipetrev, Gorgi Dimov CORRELATION OF CALCULATED AND FILTERED MAP OF THE GRAVIMETRIC INFLUENCE ON МОХО - DISCONTINUITY	33
Кристиан Јованов 3Д МОДЕЛ ВО СОГЛАСНОСТ СО ГЕОФИЗИЧКИТЕ ПОДАТОЦИ НА ПОРФИРИСКИОТ СИСТЕМ, ПЕТРОШНИЦА, РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Kristian Jovanov 3D MODELING ON GEOPHYSICAL EXPLORATION DATA OF A POSSIBLE PORPHYRY SYSTEM IN THE AREA PETROSHNITSA, REPUBLIC NORTH MACEDONIA	41

Иван Лулециев

ЗАШТИТА НА ДОЈРАНСКОТО ЕЗЕРО – ПРЕДИЗВИК ЗА ПОДОБРУВАЊЕ
НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

Ivan Luledziev

PROTECTION OF DOJRAN LAKE - CHALLENGE TO IMPROVE THE ENVIRONMENT... 49

Иван Боев, Дејан Мираковски, Маја Лазарова, Арианит Река, Блажо Боев

ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ПРИСУСТВО НА НАНО-ПЛАСТИКА ВО
ФЛАШИРАНИТЕ ВОДИ ЗА ПИЕЊЕ ВО РЕПУБЛИКА МАКДОНИЈА
СО ПРИМЕНА НА СЕМ-ЕДС МЕТОДАТА

Ivan Bоеv, Dejan Mirakovski, Maja Lazarova, Arianit Reka, Blazo Bоеv

DETERMINATION OF THE PRESENCE OF NANO-PLASTIC IN BOTTLED DRINKING
WATER IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA BY APPLYING THE SEM-EDS METHOD ... 57

Горан Милошевски

ЛОГИСТИЧКИ КАНАЛИ ВО СНАБДУВАЧКИТЕ СИНЦИРИ – СОСТОЈБИ И ТРЕНД

Goran Miloshevski

LOGISTIC CHANNELS IN SUPPLYING CHAINS – SITUATIONS AND TREND..... 61

Катерина Деспот, Васка Сандева

ЕКО ДИЗАЈН НА МЕБЕЛ

Katerina Despot, Vaska Sandeva

ECO FURNITURE DESIGN 67

ОСКУЛТАЦИЈА – ТЕХНИЧКО НАБЉУДУВАЊЕ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕ

Благој Голомеов¹, Мирјана Голомеова¹, Афродита Зенделска¹

¹ Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип
blagoj.golomeov@ugd.edu.mk

Апстракт. Јаловиштата дефинирани како Инсталации за отпад согласно Законот за минерални сировини претставуваат брана и таложно езеро. Сите брани со висина поголема од 15 метри, како што се сите хидројаловишта во РСМ, припаѓаат на групата објекти кои мораат трајно да се следат заради нивната потенцијална деструктивност кон пошироката околина. Затоа, тие треба редовно да се следат преку визуелно и контролно набудување. Законска обврска е, врз основа на сите добиени информации и податоци, презентирани во соодветниот елаборат, годишно да се проценува стабилноста на инсталацијата и нејзиното влијание врз поширокото опкружување. Целта на овој труд е да се прикажат потребните активности што треба редовно да се преземаат со цел ефикасно и безбедно управување со овие објекти и исполнување на законските обврски.

Клучни зборови: Инсталации за отпад, набљудување, брана, таложно езеро, околина, објекти, визуелна контрола, пиезометри, геодетски, исцедувања, сеизмичко мерење.

MONITORING - TECHNICAL OBSERVATION OF TAILING DAMS

Blagoj Golomeov¹, Mirjana Golomeova¹, Afrodita Zendelska¹

¹Faculty of natural and technical science, Goce Delcev University, Stip, Macedonia
blagoj.golomeov@ugd.edu.mk

Abstract. Tailings defined in the Law on Mineral Resources as Waste Installations include a dam and a sludge lake. All dams that are more than 15 meters high, such as all tailing dams in RSM, belong to the group of buildings that must be permanently monitored for their potential destructiveness to the wider environment. They should therefore be monitored regularly through visual and control observation (scaling). It is a legal obligation, on the basis of all information and data obtained, presented in the appropriate Elaborate, to evaluate annually the stability of the installation and its impact on the wider environment. The purpose of this paper is to present the necessary activities that need to be undertaken on a regular basis in order to efficiently and safely manage these facilities and fulfill legal obligations.

Key words: Waste Installations, observation, dam, sludge lake, environment, facilities, visual control, piezometers, geodetic, seepage, seismic measurement.

1. Задача и цел на оскултацијата

За да се има постојан увид во состојбата и однесувањето на песочната брана и јаловиштето во целост, кое според Законот за минерални сировини се дефинира и како инсталација за рударски отпад, за да можат навремено да се согледаат евентуалните закани по неговата сигурност и да се спречи евентуалното негативно влијание врз пошироката околина, преку загадувањето на воздухот, почвите и водите (подземни и надземни) во текот на неговата експлоатација, потребно е, како во текот на градбата, така и во постексплоатациониот период, да се врши континуирана негова оскултација (набљудување). Оскултацијата се спроведува преку визуелни набљудувања и контролни мерења. Преку оскултацијата се контролира дали објектот (инсталацијата) се однесува регуларно или е потребно преземање на мерки за подобрување на состојбата [1].

Главна цел на инструменталните мерења при оскултацијата на хидројаловиштата е да се добијат доверливи податоци за поместувањата и притисоците кои би се развиле во јаловиштето и тие да се споредат со пресметаните. Мерењата можат да имаат важна второстепена функција во обезбедување на јасна основа за анализирање на кои било тешкотии кои можат да се појават при експлоатацијата на јаловиштето и да се преземат соодветни мерки. Трета и многу важна цел е унапредување на техниката на проектирање на јаловиштата преку добиените сознанија за нивното однесување во експлоатациониот и постексплоатациониот период.

Техничкото набљудување на браните под посебна контрола, се врши преку контролни набљудувања, со цел да се обезбедат доволен број информации за однесувањето на браната на јаловиштето и акумулациониот простор, за во услови на изградба и експлоатација да се обезбеди потполна сигурност на овој тип објекти со исклучување на секаков ризик.

2. Видови на оскултација

Следењето на флотациските јаловишта во текот на изградбата или експлоатацијата, односно по завршувањето на изградба се врши преку три вида на оскултација [1]:

- Визуелни набљудувања;
- Геодетски снимања и
- Контролни мерења со инструменти.

2.1 Визуелни набљудувања

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, повремени ги врши одговорниот инженер за хидројаловиштето во погонот флотација, а вонредните се вршат по потреба од страна на поширок стручен состав, вклучувајќи ги оскултантот, проектантот, стручни лица од организацијата, а понекогаш и стручни лица од други области [1].

Секојдневните набљудувања се вршат постојано во секој момент, обично од по едно лице во смена. Повремените набљудувања, одговорниот 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 записи 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.).

2.2 Геодетски снимања на површинските поместувања

Со геодетските мерења се добиваат просторните поместувања на определени точки од површината на браната и објектите со неа. Со ваквите мерења се утврдува изграденоста на флотациските хидројаловишта во хоризонтална проекција и во вертикална рамнина, односно релативните промени на растојанијата од реперите. Со геодетските снимања се добиваат податоци и за промени на косините на браната, а со тоа се оценува и стабилноста на браната. Геодетски се снима и околното земјиште, поради можни ерозивни движења кои можат да го загрожат хидројаловиштето. За потребите на геодетските снимања се поставуваат реперни точки, кои обично се поставуваат на цврстиот терен околу јаловиштето и геодетски белеги (мерни точки) на телото на браната. 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;

Од геодетските снимања се добиваат податоци и 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.

Со геодетските методи на набљудување се добиваат апсолутните просторни поместувања на одредени точки од околниот терен, браната и објектите со неа. При тоа, земајќи ја предвид разликата во применетите методи, инструментите и приборот, одвоено се обработуваат хоризонталните и вертикалните поместувања.

Геодетската оскултација подразбира дефинирање на точките во околината на браната, крајбрежниот терен и останатите објекти за набљудување и начинот на нивна стабилизација. Инаку, бројот и распоредот на точките за одредување на апсолутните хоризонтални и вертикални поместувања на браната е различен за секоја брана и зависи, пред сè од типот, висината и должината на браната и геолошките карактеристики на теренот.

2.3 Контролна оскултација (мерења со инструменти)

2.3.1 Мерење на хоризонтални и вертикални поместувања во внатрешноста на јаловишната брана

Поместувањата на браната можат да се поделат на површински (surface movements), кои се добиваат со геодетски методи, со мерни места по површината на браната и реперни точки во околниот терен, и внатрешни (internal movements), кои се мерат со инструменти поставени во телото на браната. Внатрешните поместувања се дефинираат како хоризонтални и вертикални поместувања во телото на браната, и обично тоа се релативни поместувања на фиксирани точки во браната.

Системи за набљудување на вертикалните поместувања во насипните брани, односно DSM се поставуваат во максималниот напречен пресек и дополнително во неколку напречни пресеци (на растојанија околу 30.0 м), како и во неколку нивоа (на растојанија од барем 20.0 м). Станиците на DSM се инсталираат во тек на градба на браната, во ров со минимална широчина од 40 cm и длабочина од 100 cm. Намената на овој систем е да го следи слегнувањето на насипот на браната, во тек на градба, и особено за време на првото полнење (тестирањето на браната) и во идниот експлоатационен период [1].

Уреди за набљудување на хоризонталните поместувања се инклинометри (Inclinometers) Инклинометрите се користат за мерење на агли од вертикалата. Инклинометрите треба да се постават во телото на браната и се инсталираат во посебни дупнатини после градбата на браната, издупчени од круната на браната и од евентуални берми на низводната косина до карпестата основа. Инклинометрите ќе се постават барем во два напречни пресеци, така што да се внимава да се оддалечени на околу 5 m од рамнините каде се поставени DSM уредите за вертикални поместувања. Уредот за отчитување треба да се постави така што ќе овозможи следење на поместувањата на неколку различни нивоа. Капацитетот на отчитување на инклинометарот треба да е 400 (-200 до +200).

Уредот за отчитување треба да е прецизно поставен во потпорната цевка со цел да се избегнат какви било нарушувања во мерењето, како резултат на различни поместувања на уредот и цевката. Инсталацијата на уредите треба да е во согласност со препораките на производителот. Долниот отворен крај на инсталацијата треба да биде заштитен со PVC чеп. Горниот дел од инсталацијата треба да биде заштитен со PVC чеп со катанец и бетонска кутија со капак.

Кај конвенционалните брани за водни акумулации најголема вредност кај хоризонталните поместувања се регистрираат во фазата на тестирањето на конструкцијата во тек на првото полнење на акумулацијата, односно пред експлоатациониот период. Такво тестирање не е можно кај јаловишните брани, зашто тие постелено се градат во тек на експлоатациониот период на рудникот, односно паралелно со полнењето на таложното езеро.

Градењето на јаловишна брана со одложување на јаловишен песок во коси слоеви од моментната кота на круна, го отежнува инсталирањето на системот ДСМ (во тек на градба на браната) за мерење на вертикални поместувања. Инсталирањето на инклинометри (после градбата на јаловишната брана) за мерење на хоризонтални поместувања е отежнато доколку браната се наоѓа во речно корито (такви се речиси сите јаловишни брани во Македонија) поради височината на алувиумот под телото на браната, зашто тие мора да се анкеруваат во карпестата основа. Покрај тоа, ефектот од мерења со инклинометрите ќе биде занемарлив зашто езерото ќе биде исполнето со достигнување на финалната кота на круна на браната, и најголемиот обем на хоризонтални поместувања веќе ќе бидат извршени. Воедно, треба да се има предвид дека какви било внатрешни поместувања не може, а да не се манифестираат на нејзината површина. Затоа, ваквите внатрешни поместувања можат да се проценат со екстраполација од површинските поместувања, добиени со геодетски снимања на поместувањата на мерните точки по површината на браната.

Добро е после оформувањето на телото на браната, врз основа на сите анализи и случувања во текот на експлоатациониот период на јаловиштето, да се донесе дефинитивна процена за потребата од инсталирање на инклинометри за мерење на хоризонтални поместувања.

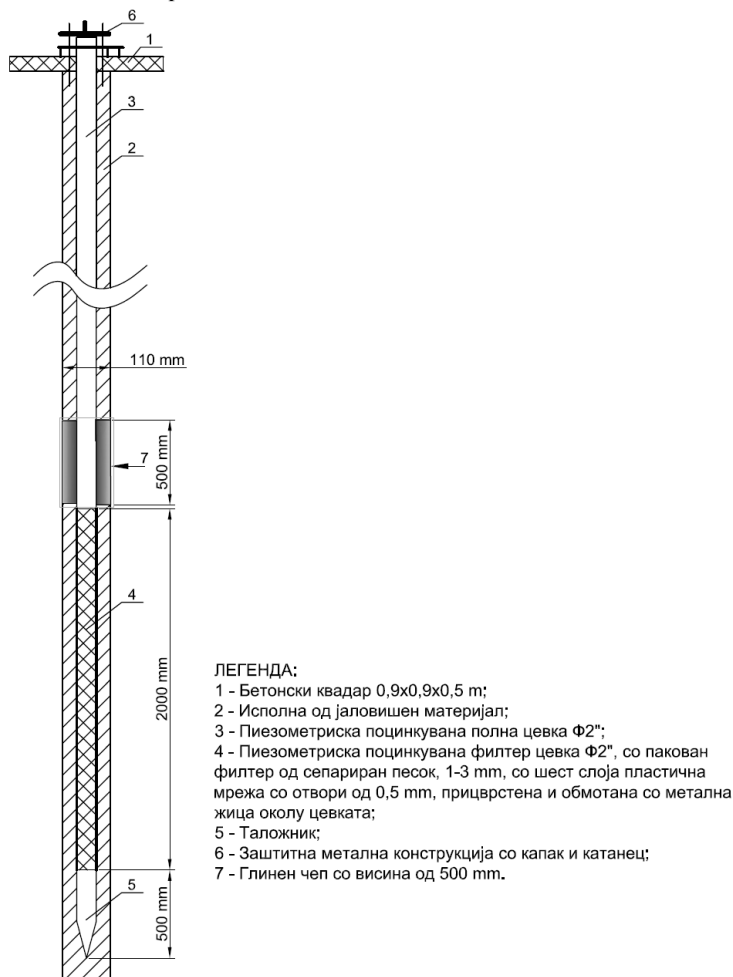
2.3.2 Мерење на нивото на водата во пиезометрите

За намалување на стабилноста на браната значајна улога имаат провирните води, чие дејство е во краткото или подолгото допирање со браната [2]. 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 сè 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, за да обезбеди доволно време за реакција при влошени хидролошки услови.

Следењето на хидродинамичките движења внатре во депонираната флотациска маса, односно положбата на линијата на провирни води, мора да е почесто, 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) или со незначително ниво на вода во однос на висината на телото на браната во таа точка. 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 [3].

Пиезометри треба да се постават од специјализирана фирма и со сите елементи, според пиезометарската конструкција, како што е прикажано на Слика 1. Ова е значајно заради доверливоста на измерените резултати за висината на порните притисоци во поделни точки од телото на браната. Ова од причина што, порните притисоци негативно влијаат и го намалуваат ефективниот притисок на кој се темели стабилноста на телото на браната.



Слика 1.: Пиезометриска конструкција
Figure 1.: Piezometric construction

2.3.3 Мерење (анализа) на гранулометрискиот состав на песокот од кој се гради браната

Гранулометрискиот состав на материјалот од кој се гради телото на браната (песокот од хидроциклонот), посебно содржината на класата $-74 \mu\text{m}$ е од исклучително значење. Квалитетот на песокот, во однос на присуството на ситните класи, има директно влијание на битните геомеханички параметри, како што се: водопропустливоста, отпорноста на смолкнување, збиеноста, влажноста, аголот на внатрешното триење, запреминската и насипната маса итн.

Со определувањето на процентуалната содржина на класата -0.074 mm , како референтна, во производот песок од хидроциклонот, се врши контрола на работата на хидроциклоните. Поточно, со регулација на параметрите на хидроциклоните (притисок, отвор на вртложната, преливна и испусна дизна - цевка) производот песок на хидроциклонот се доведува на потребната содржина - крупност, која е потребна за проектираните параметри за геостатичката стабилност на браната [4] [5] [6].

Еднаш неделно, со гранулометриска анализа, потребно е да се проверува ефикасноста на класирање преку одредување на процентуалната застапеност на класата -0.074 mm . и нејзино споредување со проектираната вредност. Исто така, добро е најмалку еднаш годишно да се зема репрезентативна проба од песокот со кој се гради браната, заради испитување, односно следење на неговите геомеханички карактеристики – гранулометриски состав, насипна тежина, збиеност, влажност, аголот на внатрешно триење, кохезија, водопропустливост и др. и нивно споредување со влезните проектни големини [1].

2.3.4 Мерење на нивото на водата во акумулацијата

Следењето на нивото на водата во таложното езеро, се врши преку геодетски снимања кои треба да се изведуваат најмалку еднаш месечно [1]. Водното огледало треба да се држи што подалеку од круната на браната. Преливниот колектор, кој треба да биде соодветно димензиониран, служи за регулирање на нивото на водата. Разликата помеѓу нивото на водата и нивото на круната на браната го определува ретензиониот простор кој постојано треба да се одржува за евентуални влошени хидролошки услови. Оваа разлика не треба да биде помала од 3 метри во текот на изградбата на хидројаловиштето.

2.3.5 Мерење на вкупните провирни води низ телото на хидројаловиштето

Мерењето на капацитетот на вкупните провирни води низ телото на браната е значаен индикатор за пермеабилноста на материјалот од кој се гради браната, и за ефикасното функционирање на дренажните теписи, кои треба да ги прифатат сите провирни води од телото на браната и по најкраток пат да ги изведат надвор [2] [6]. Врз количината и издашноста на дренажните води, големо влијание има нивото на вода во таложното езеро, близината на водното огледало до круната на браната, количеството на врнежи во текот на годината, приносот од подигањето на нивото на подземните води во алувиумот, залевањето на површината на телото на браната заради заштита од еолско загадување на пошироката околина и др. Поради сето ова, не постои егзактен податок кое количество на вода треба да се очекува во излезната шахта на дренажниот систем. Затоа е потребно по отпочнувањето на градбата на хидројаловиште, за одреден временски период да се изврши калибрација и да се определат границите во кои треба да се движи издашноста на главната дренажа. Битно е редовно да се следи количината на вода од дренажниот систем преку редовни мерења, најмалку два пати месечно, со помош на протокомер и да се следи нејзината чистина, и визуелно и преку определување на сув остаток.

Преку дренажните води и водите кои се испуштаат преку преливниот колектор, се манифестира едно од најголемите влијанија на хидројаловиштето врз пошироката животна средина [4]. Имајќи ги предвид карактеристиките на технолошкиот процес, може да се очекува дека овие води можат да бидат збогатени со катјони на тешки метали, зголемена рН вредност и зголемено присуство на цврста фракција. Поради ова, неопходно е, во согласност со А – интегрираната дозвола со која располага рудникот, да се вршат редовни хемиски анализи во овластена надворешна хемиска лабораторија и тоа 2 – 4 пати месечно.

2.3.6 Мерење на климатолошки појави

Во рамките на овие мерења припаѓаат количеството на врнежи, температурите и правецот и брзината на ветровите во текот на годината. Овие мерења се вршат со помош на климатолошка станица. Ваквите мерења се изразуваат како просек на месечно ниво. Овие податоци можат многу да придонесат при идното проектирање на вакви објекти во регионот, како и за преземање на соодветни мерки за намалување на штетното влијание врз пошироката околина.

2.3.7 Сеизмички мерења за однесувањето на браната при дејство на силни земјотреси

Сеизмичките набљудувања кај браните се вршат на две нивоа: (а) Следење на појавата на побудена (индукувана) сеизмичност и (б) Набљудување на однесувањето на браната под дејство на силни потреси. Во двата случаи се работи за феномен од иста природа, кој се разликува по степенот на

ослободена сеизмичка енергија, односно по магнитудата, како и по фактот дека побудената (индуцираната) сеизмичност се манифестира со поголема зачестеност на сеизмичките појави во однос на состојбата пред полнењето на акумулацијата [1].

Имајќи го предвид значењето на техничкото набљудување на браните за проценка на нивната сигурност, оскултацијата на големите брани (каде е вклучен и сеизмичкиот мониторинг) претставува законска обврска на операторот/корисникот на хидросистемот јаловишна брана со таложно езеро. Оваа законска обврска во РМ е формализирана со следните закони/правилници објавени во Службените весници:

Поглавје бр. 4 за Брани и акумулации од Законот за води (Службен весник на РМ, бр. 87 од 15. 7. 2008). Во Член 198 – Мониторинг на браните, е наведено дека правните лица кои управуваат со браните од посебно значење, се должни да воспостават и организираат техничко набљудување на браните со придружните објекти и акумулациите врз основа на Проект за оскултација.

Правилник за минимално потребните работи и мерки за техничко набљудување на браните (Службен весник на РМ, бр. 19 од 14. 3. 2002). Во Член 3 е наведено дека за браните од посебна контрола е потребно мерење на сеизмичките појави на браната и тлото со вградени сеизмички инструменти.

Правилник за техничките нормативи за сеизмичко набљудување на високите брани (Службен Лист на СФРЈ, бр. 6 од 22. 1. 1988). Според Член 1 – тука се пропишуваат технички нормативи за следење на: (а) Индукувана сеизмичност и (б) Дејство на силни земјотреси. Според Член 2 – индукувана сеизмичност треба да се следи за сите брани со височина над 40 м, а однесувањето при јаки земјотреси треба да се регистрира за сите големи брани (повисоки од 15 м) во зона со интензитет од барем VII степен по MKS скалата. Според Член 8 - инсталацијата на сеизмостаницата за мерење на индукувана сеизмичност мора да биде завршена најмалку 2 години пред полнењето на акумулацијата, а мора да се одржува во оперативна состојба најмалку 5 години после полнењето на акумулацијата.

3. Заклучок

Јаловиштата дефинирани како Инсталации за отпад согласно Законот за минерални сировини претставуваат објекти со висок потенцијален hazard. Поради тоа, неопходно потребно е нивно перманентно визуелно и техничко набљудување, како во текот на експлоатациониот така и во постексплоатациониот период. Визуелните набљудувања имаат за цел директно да ги следат промените на јаловиштето во услови на експлоатација и после завршување на експлоатацијата, навремено да ги детектираат евентуалните промени на геометријата на браната, состојбата на косините, промените на околниот карпест терен (појава на свлечишта, ерозивни процеси и др), бистрината на дренажните води, состојбата на објектите во склоп на јаловиштето, итн. Техничкото набљудување на браните се врши преку контролни набљудувања (мерења) со цел да се обезбедат доволен број информации за однесувањето на браната на јаловиштето и акумулациониот простор, за во текот на изградбата и експлоатацијата да се обезбеди потполна сигурност на овој тип објекти, со исклучување на секаков ризик. Резултатите добиени преку различните мерења треба да се споредуваат со проектните вредности и да се изведуваат соодветни заклучоци. Освен тоа, вака добиените резултати можат да послужат и претставуваат основа за постојано унапредување на процесот и техниките на проектирање на овие исклучително значајни објекти, по основа на нивниот потенцијален негативен импакт врз пошироката околина. Имајќи го сето ова предвид, неопходен е крајно сериозен и системски пристап при менаџирањето со јаловиштата.

Користена литература

1. Проект за Оскултација – техничко набљудување на хидројаловиштето бр. 4 на Рудник САСА – М. Каменица, ФПТН-Штип, Март 2019.
2. Техничка документација за градба на хидројаловиште бр. 4 на рудникот Саса – М. Каменица, Основен проект, Градежен факултет – Скопје, 2014.
3. Michael, P. Davies, Peter C. Lighthall, Steve Rice and Todd E. Martin, Design of Tailings Dams and Impoundments, Keynote Address Tailings and Mine Waste Practices, SME, AGM Phoenix, 2002,
4. *Крстев, Б., Голомеов Б.*(2008). Флотациски хидројаловишта, Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип.
5. *Wills, B. A.* (1981). Mineral Processing Technology, 2nd Ed., Pergamon Press, Oxford.
6. *Адамовиќ, М. et. al.* (1999). Технолошке основи проектовања постројења за припрему минералних сировина, Рударски институт – Београд.
7. *A. Gupta, D. S. Yan.* Mineral Processing Design and Operation, Elsevier, Oxford, UK.
8. *Магдалиновиќ, Н.* (1991). Уситњавање и класирање минералних сировина, Научна књига, Београд.